



PIOTR HEKTUS

Czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce

*Factors affecting the location of wind power plants in
Poland*

Rozprawa doktorska napisana
w Zakładzie Ekonometrii Przestrzennej
pod kierunkiem
prof. UAM dr hab. Elizy Kalbarczyk

Poznań, 2020

*Dziękuję Pani Profesor Elizie Kalbarczyk
za ukierunkowanie pracy naukowej,
wsparcie merytoryczne i cenne wskazówki podczas pisania niniejszej pracy.*

*Dziękuję moim rodzicom
za wiarę w moje możliwości i wsparcie okazane w trakcie pracy nad rozprawą.*

Spis treści

1. Wstęp.....	7
1.1. Cele i zakres pracy.....	10
1.2. Przegląd literatury.....	11
1.3. Materiały źródłowe.....	17
1.4. Postępowanie i metody badawcze	20
2. Lokalizacja elektrowni wiatrowych w świetle teorii lokalizacji.....	35
2.1. Przegląd teorii lokalizacji.....	36
2.2. Pojęcie oraz rodzaje czynników lokalizacji	49
3. Identyfikacja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce według grup dziedzinowych	58
3.1. Czynniki przyrodnicze	58
3.1.1. Warunki wietrzne	58
3.1.2. Występowanie niektórych gatunków zwierząt.....	68
3.1.3. Walory krajobrazowe.....	74
3.2. Czynniki prawne.....	84
3.2.1. Prawo unijne.....	84
3.2.2. Prawo krajowe.....	87
3.2.2.1. Dokumenty strategiczne.....	87
3.2.2.2. Akty normatywne	91
3.3. Czynniki ekonomiczne.....	110
3.3.1. Globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej	110
3.3.2. Oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę Polski	117
3.3.3. Finansowe instrumenty wsparcia energetyki wiatrowej w Polsce	123
3.3.4. Analiza opłacalności elektrowni wiatrowych.....	132
3.4. Czynniki techniczne.....	136
3.5. Czynniki społeczne	150
3.5.1. Społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej (na podstawie przeprowadzonej ankiety)	150
3.5.2. Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka.....	157
3.6. Identyfikacja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych według grup czynników twardych i miękkich oraz ich zmienności w czasie (stabilności)	163
4. Hierarchizacja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych.....	168
4.1. Charakterystyka wybranych cech.....	168
4.2. Określenie istotności wpływu wyznaczonych cech za pomocą metod wnioskowania statystycznego	224

4.3. Konstrukcja wskaźnika określającego atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych.....	233
5. Dyskusja wyników	241
6. Podsumowanie	255
7. Rekomendacje dla polityki ogólnokrajowej i lokalnej.....	259
8. Spis literatury	262
Spis rycin.....	286
Spis tabel	293
Załącznik 1. Wartości wskaźnika syntetycznego dla gmin w Polsce	295
Załącznik 2. Wartości wskaźnika syntetycznego dla gmin w Polsce uwzględniający istniejące turbiny wiatrowe.....	318
Załącznik 3. Wartości wskaźnika syntetycznego dla gmin w Polsce uwzględniający dochody gmin	341
Załącznik 4. Kwestionariusz ankiety	364

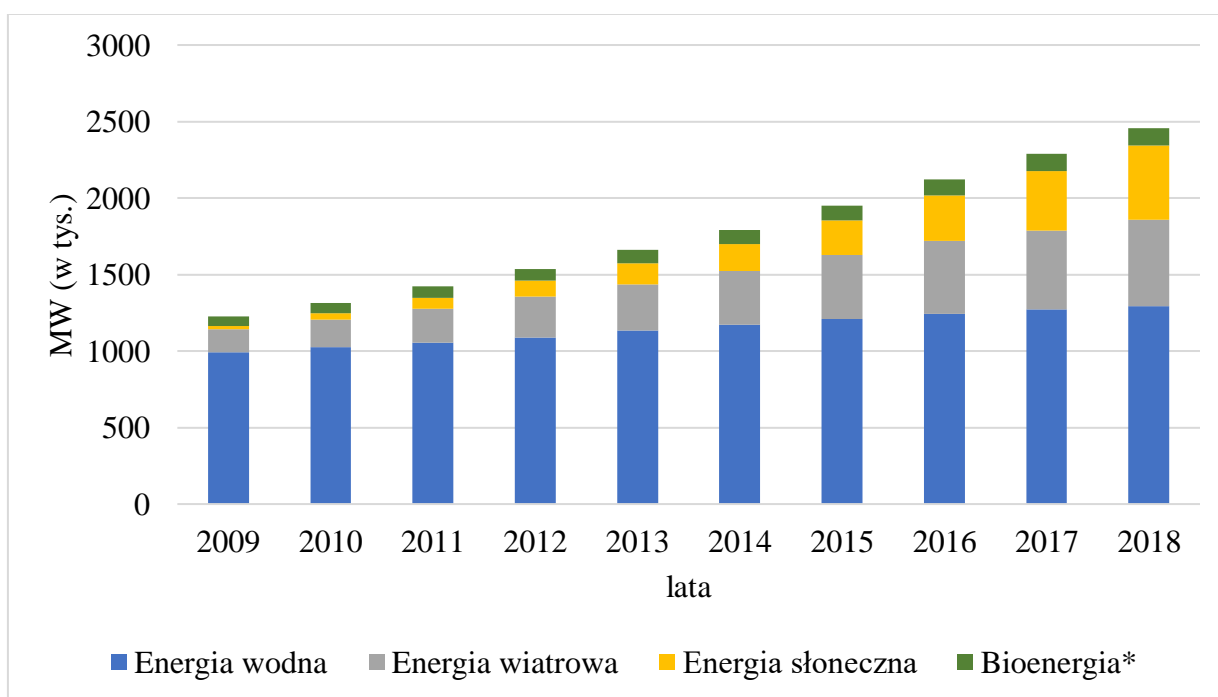
1. Wstęp

Zmiany klimatyczne i bezpieczeństwo energetyczne stały się największymi problemami obecnego stulecia (Suman 2018). Naukowcy, a ostatnio także decydenci, zalecają rozwój alternatywnych źródeł energii odnawialnej i redukcję zależności od tradycyjnych zasobów energetycznych, aby zmniejszyć niekorzystny wpływ działalności ludzi na środowisko (Isik i in. 2017). Działalność ta przejawia się m.in. w wysokiej emisji szkodliwych gazów cieplarnianych. Jednym z kluczowych wyzwań związanych z przejściem na gospodarkę niskoemisyjną jest znalezienie sposobu rozmieszczenia różnych systemów energii odnawialnej w zróżnicowanych, zatłoczonych i ciągle zmieniających się krajobrazach, w taki sposób, który pozwoliłby produkować znacznie więcej czystej energii minimalizując potencjalne negatywne konsekwencje m.in. dla lokalnego krajobrazu czy społeczeństwa (Frantál i in. 2018).

Produkcja energii z paliw kopalnych przez lata doprowadziła do występujących problemów ekologicznych, głównie w postaci szybkiego wyczerpywania puli zasobów naturalnych i wzrostu emisji dwutlenku węgla w otaczającej atmosferze. Społeczeństwa stopniowo zdają sobie sprawę z tego nasilającego się problemu środowiskowego i w konsekwencji zaczęły opracowywać rozwiązania czystej technologii w dążeniu do stopniowej transformacji z nieodnawialnych źródeł energii w odnawialne źródła energii (OZE) (Sinha i in. 2018). Transformacja energetyczna nie jest jedynie techniczna czy podażowa, ma ona wpływ na wszystkie sfery społeczeństwa (Smil 2010). Dowiedziono ponadto, iż występują związki przyczynowo - skutkowe pomiędzy energią odnawialną a wzrostem gospodarczym, które mogą pomóc władzom w opracowaniu skutecznych strategii inwestycyjnych i skutecznych regulacji dotyczących rozwiązywania problemów środowiskowych (Brida i in. 2011; Chirambo 2016; Solarin i Shahbaz 2015; za: Isik i in. 2017). W odniesieniu do elektrowni wiatrowych wykazano również, iż nawet gospodarki ukierunkowane na technologię „zagraniczną” w rozmieszczaniu elektrowni wiatrowych odnotowały korzystne skutki społeczno-ekonomiczne, przy uwzględnieniu efektów pośrednich i indukowanych (Mikulić i in. 2018).

Globalny sektor energetyki wiatrowej rozwija się bardzo dynamicznie (ryc. 1). Całkowita zainstalowana moc elektrowni wiatrowych wzrosła od 150 096 MW w 2009 r. do 563 727 MW w 2018 r., tj. o 26,6%. Dynamiczniej zainstalowanej mocy przybywało jedynie dla instalacji wykorzystujących energię słoneczną. W 2018 r. łączna moc elektrowni wiatrowych stanowiła 24% całkowitej zainstalowanej mocy wszystkich instalacji OZE. Elektrownie wiatrowe lokalizowane były przede wszystkim na lądzie, udział morskich farm wiatrowych w 2018 r. wynosił jedynie 4,1% łącznej zainstalowanej mocy dla instalacji

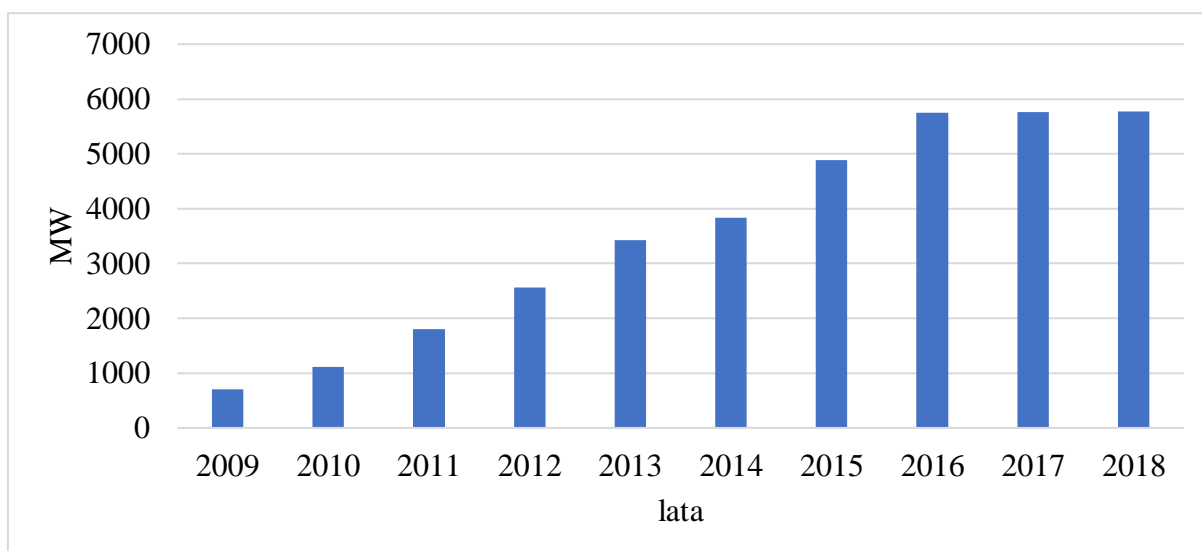
wykorzystujących energię wiatrową. W 2018 r. krajami będącymi liderami pod względem zainstalowanej mocy elektrowni wiatrowych były Chiny (185 tys. MW), Stany Zjednoczone (94 tys. MW) oraz Niemcy (59 tys. MW), z czego najwyższe przyrosty (ok. 20 tys. MW rocznie) odnotowuje się w Chinach. W Polsce w 2018 r. nie funkcjonowała żadna morska elektrownia wiatrowa. Przyrosty mocy zainstalowanej w lądowe elektrownie wiatrowe odnotowywano do 2016 r. (ryc. 2). W latach 2009 – 2016 zainstalowano ok. 5 tys. MW mocy elektrowni wiatrowych (średnio 720 MW/rok). Budowa tak dużej liczby elektrowni generowała liczne konflikty społeczne związane z ich lokalizacją. Od roku 2016, w wyniku zmian legislacyjnych, rozwój lądowej energetyki wiatrowej został ograniczony. W listopadzie 2018 roku Ministerstwo Energii przedłożyło do konsultacji projekt dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2040 roku” (2018), w którym postuluje się rozwój morskiej energetyki wiatrowej oraz przewiduje się mało dynamiczny rozwój lądowej energetyki wiatrowej.



*Bioenergia, w tym: biopaliwa stałe i odpady odnawialne, biopaliwa ciekłe, biogaz

Ryc. 1. Łączna moc zainstalowana wybranych instalacji OZE w latach 2009 – 2018 na świecie

Źródło: Oprac. własne na podst. danych IRENA (2019)



Ryc. 2. Łączna moc zainstalowana elektrowni wiatrowych w latach 2009 – 2018 w Polsce

Źródło: Oprac. własne na podst. danych IRENA (2019)

Elektrownie wiatrowe lokalizowane są w sposób rozproszony przestrzennie, a ich budowa tworzy problemy lokalizacyjne, wynikające z odmiennych interesów związanych z rozwojem i ochroną danego obszaru (Frantál i in. 2018). Większość krajów rozwiniętych przemysłowo przyjęła obecnie cele dotyczące energii odnawialnej w ramach zobowiązania do redukcji emisji gazów cieplarnianych, a zatem poszukują metod rozlokowania rosnącej liczby obiektów energii odnawialnej (w tym elektrowni wiatrowych) na swoim terytorium oraz ograniczenia konfliktów pomiędzy zainteresowanymi stronami (Abdmouleh i in. 2015).

W niniejszej pracy postanowiono poddać analizie czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych występujące w Polsce, w szczególności pod kątem atrakcyjności gmin dla lokalizacji tego typu instalacji. Tematyka ta jest istotna z kilku powodów. Po pierwsze, wzrasta zainteresowanie oraz zapotrzebowanie na tzw. „czystą energię” produkowaną z odnawialnych źródeł energii. Po drugie, występują konflikty społeczne wywołane decyzjami lokalizacyjnymi spowodowane m.in. obawą przed szkodliwym oddziaływaniem tego typu instalacji na zdrowie oraz faunę. Po trzecie, dostępna przestrzeń dla lokalizacji elektrowni wiatrowych jest ograniczona. Konieczne jest zatem określenie czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce, gdyż ich identyfikacja może przyczynić się do określenia roli, jaką energetyka wiatrowa może pełnić w krajowym systemie elektroenergetycznym. Ponadto niniejsza praca rozwija zakres wiedzy z dziedziny nauk społecznych, określając i systematyzując prawidłowości zachodzące w sektorze energetyki wiatrowej oraz przedstawiając rozwiązanie dla wstępnej weryfikacji terenu pod przyszłe inwestycje z zakresu energetyki wiatrowej.

1.1. Cele i zakres pracy

Głównym celem pracy była identyfikacja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych występujących w Polsce. Na potrzeby jego realizacji sformułowano następujące **cele szczegółowe**:

a) **teoretyczne**:

- umiejscowienie sektora energetyki wiatrowej w teorii lokalizacji;
- konstrukcja modelu lokalizacji elektrowni wiatrowych;
- sformułowanie definicji czynnika lokalizacji elektrowni wiatrowych;
- dokonanie uporządkowania i podziału zidentyfikowanych czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych;
- konstrukcja wskaźnika określającego atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych;

b) **empiryczne**:

- określenie szczegółowej lokalizacji turbin wiatrowych na poziomie gmin w Polsce;
- określenie siły wpływu analizowanych czynników na lokalizację elektrowni wiatrowych oraz ich hierarchii;
- określenie atrakcyjności poszczególnych gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych.

Cel aplikacyjny polegał na sformułowaniu rekomendacji mogących przyczynić się do kontrolowanego, planowego rozwoju lądowej energetyki wiatrowej w Polsce.

Zakres przestrzenny pracy obejmował obszar Polski delimitowany według kryterium administracyjnego, na podstawie Krajowego Rejestru Urzędowego Podziału Terytorialnego Kraju TERYT. Badanie empiryczne dotyczyło gmin, z wyłączeniem gmin miejskich, a także obszarów wiejskich, za które według TERYT przyjęto gminy wiejskie i obszary wiejskie gmin miejsko-wiejskich. Liczba gmin miejsko-wiejskich i wiejskich oraz administracyjnych obszarów wiejskich była taka sama i wynosiła 2174. Gminy miejskie zostały wyłączone z badania, gdyż na obszarach zurbanizowanych nie lokalizuje się przemysłowych elektrowni wiatrowych.

Zakres czasowy części empirycznej pracy w ujęciu statycznym obejmował dane z lat: 2002, 2010, 2014, 2016, 2017. Wybór lat dla poszczególnych danych został każdorazowo wyjaśniony w pracy. Koniec ram czasowych dla analizy empirycznej wyznaczał IV kwartał 2016 r., kiedy to zakończono proces zbierania i porządkowania danych. W ujęciu dynamicznym oraz dla pozostałych informacji, w zależności od dostępności danych występowały zróżnicowane przedziały czasowe, pozyskane lub aktualizowane maksymalnie do roku 2018.

1.2. Przegląd literatury

Wykorzystaną w pracy literaturę można podzielić na dwie zasadnicze grupy. Pierwszą grupą były prace związane z teorią lokalizacji, natomiast drugą stanowiły prace naukowe, raporty i ekspertyzy oraz dokumenty urzędowe bezpośrednio lub pośrednio związane z energetyką wiatrową.

Głównym źródłem wiedzy na temat teorii lokalizacji były podręczniki, wśród nich należy wymienić prace takich autorów, jak: Budner (2004), Domański (2002), Godlewska (2001), Godlewska-Majkowska (2013, 2016), Parysek (1997), Stryjakiewicz (1988), Wieloński (2004, 2005). Prace te zawierały szeroki zasób informacji dotyczących lokalizacji działalności gospodarczej, w tym opisy wybranych teorii lokalizacji. Współczesnych nurtów teorii lokalizacji doszukiwano się ponadto w artykułach, w których fazowe modele rozwoju opisali: Gałązka (2017), Nowak (2013), Szwałca (2013), Zajdel (2011); koncepcję usieciowienia: Stryjakiewicz (1999, 2001); koncepcję zależności od ścieżki: Dzionek-Kozłowska (2009, 2010), Gwosdz (2014), Jasiński (2010); nową geografiją ekonomiczną: Brodzicki (2014), Ducruet i in. (2009), Hassink i Gong (2016), Krugman (1991, 1998), Piętał (2014).

Istotnym zagadnieniem poruszonym w pracy dotyczącym teorii lokalizacji było pojęcie czynnika lokalizacji oraz rodzaje tych czynników. Dokonano zatem przeglądu definicji czynnika lokalizacji, których autorami byli: Weber (1909) (za: Budner 2000), Tarski (1963), Zajda (1972), Kortus (1986), Stryjakiewicz (1988), Fierla i Kuciński (1996), Godlewska (2001), Budner (2004), Tobolska (2017). Występującymi czynnikami lokalizacji przedsiębiorstwa, ich znaczeniem lub zmiennością w czasie zajmowali się m.in.: Dziemianowicz (1997), Hamilton (1975), Hoover (1962), Gługiewicz (1997) (za: Wieloński 2005), Stachowiak (2007), Stafford (1972), Stryjakiewicz (1999, 2009), Szymańska i Płazik (2014). Należy w tym miejscu wspomnieć o podziale na czynniki twarde i miękkie zaproponowanym przez Grabow, Henckela, Hollbach-Grömiga (1995) (za: Dziemianowicz 1997), będącym jednym z najczęściej przytaczanych w literaturze. Postępujący proces globalizacji sprawia, iż obserwowany jest rosnący udział bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ). Czynniki lokalizacji związanymi z BIZ zajmowali się m.in.: Lachota (2005), Rosińska (2007), Schiller i in. (2013) (za: Godlewska-Majkowska 2013), Tobolska (2017).

Prace związane z energetyką wiatrową można rozgraniczyć tematycznie według określonych, dziedzinowych grup czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych (czynniki przyrodnicze, prawne, ekonomiczne, techniczne, społeczne).

W pierwszej kolejności należy wymienić opracowania, na podstawie których dokonano wstępnego podziału czynników lokalizacji według dziedzin tematycznych, były to m.in.: „Uwarunkowania i perspektywy...” (2008), „Studium przestrzennych uwarunkowań...” (2010), „Rynek odnawialnych źródeł...” (2013). Były to opracowania opisujące warunki (uwarunkowania) rozwoju odnawialnych źródeł energii, w tym energetyki wiatrowej na terenie danego województwa.

Wśród czynników przyrodniczych bardzo istotne dla lokalizacji elektrowni wiatrowych są warunki wietrzne. Zasoby energii wiatru w Polsce zostały określone w licznych publikacjach Lorenc (1992, 1996, 2002, 2004, 2005). Autorka, na podstawie danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, przeprowadzając odpowiednie obliczenia, wykonała kartogramy określające energię wiatru na wybranych wysokościach dla obszaru całego kraju. Ponadto Lorenc (1992) sformułowała pojęcie klasy szorstkości terenu, opisujące formy pokrycia terenu mające wpływ na wydajność turbin wiatrowych. Mapa wietrzności Polski została opracowana również przez Dygulską i Perlańską (2015) oraz na potrzeby niniejszej pracy przez jej autora. Ważnym przyrodniczym czynnikiem jest występowanie niektórych gatunków zwierząt. Drewitt i Langston (2006) określili cztery aspekty wpływu farm wiatrowych na ptaki: zabijanie, odstraszenie, efekt bariery, utrata siedlisk. Aspekty te zostały również szczegółowo scharakteryzowane przez Wulczyńskiego (2009). Ponadto, oddziaływanie farm wiatrowych na ptaki może odbywać się już w okresie ich budowy, co badali Pearce-Higgins i in. (2012). Aspekt zabijania ptaków w wyniku kolizji z turbinami wiatrowymi badali: Everaert i Kuijken (2007), Fijn i in. (2015), Hötker i in. (2006), Köppel (2017), Stewart i in. (2007), Thaxter i in. (2017), Villegas-Patracca i in. (2014). Aspekt odstraszenia ptaków przez farmy wiatrowe badali: Desholm (2006), Percival (2003), Whitfield i Madders (2006). Efekt bariery badali: Desholm i Kahlert (2005), Masden i in. (2009), natomiast utratę siedlisk przez ptactwo badali Fox i in. (2006). Elektrownie wiatrowe wpływają również na inne zwierzęta. Szkodliwe oddziaływanie farm wiatrowych na nietoperze badali: Arnet i in. (2008), 2016), Barclay i Harder (2003), Frick i in. (2017), Kunz i in. (2007), Lenhert i in. (2014), MacEwan i in. (2017), Rydell i in. (2010), Welling i in. (2018), Voigt i Kingston (2016). Na pozostałe zwierzęta lądowe farmy wiatrowe oddziałują w niewielkim stopniu. Wpływ morskich farm wiatrowych na zwierzęta morskie (pozytywne oraz negatywne) badali: Bailei i in. (2010), Dähne i in. (2013), Teilmann i Carstensen (2012), Thomsen i in. (2006), Scheidat i in. (2011), Stenberg i in. (2011). Do czynników przyrodniczych zakwalifikowano także walory krajobrazowe. Zagadnienie oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz podejmowane było przez: Badorę (2011), Gromadzkiego i Przewoźniaka (2002), Fiutowską i Dąbrowskiego (2013), Niecikowskiego i

Kistowskiego (2008). Natomiast metody oceny wizualnego wpływu farm wiatrowych na krajobraz zostały opracowane przez: Badorę (2014, 2016), Hurtado i in. (2004), Kistowskiego (2012), Wróżyńskiego i in. (2016).

Kolejną grupą czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych były czynniki prawne. Ich identyfikacji dokonano na podstawie przeglądu dokumentów urzędowych. Wśród dokumentów unijnych dotyczących energetyki wiatrowej jednym z najważniejszych jest dyrektywa „w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych...” (2009). Określa ona obowiązkowy udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto dla każdego z krajów członkowskich. Innymi istotnymi dokumentami UE są: rozporządzenie „w sprawie statystyki energii” (2008), „Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu” Europa 2020 (2010), „Mapa drogowa na rzecz energii odnawialnej...” (2007). Najważniejszymi krajowymi dokumentami strategicznymi dotyczącymi energetyki wiatrowej w Polsce są: „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku” (2009), dla której w 2018 roku przedstawiono projekt nowelizacji, „Polityka klimatyczna Polski...” (2003), „Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych” (2010), „Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030” (2011). Dokumenty te wyznaczają ogólne ramy i kierunki dla polityki energetycznej kraju. Ważnym aktem normatywnym dotyczącym energetyki wiatrowej jest „Ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych” (Dz.U. 2016 poz. 961). Określa ona warunki lokalizacji elektrowni wiatrowych, w tym wymaganą minimalną odległość elektrowni wiatrowej od budynku mieszkalnego, będącą dziesięciokrotnością wysokości turbiny wiatrowej. Kluczowym aktem normatywnym jest również „Ustawa o odnawialnych źródłach energii” (Dz.U. 2018 poz. 1269). Określa ona mechanizmy i instrumenty wspierające wytwarzanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, wprowadzając m.in. tzw. system aukcyjny. Aktami normatywnymi dotyczącymi energetyki wiatrowej są również: „Ustawa Prawo energetyczne” (Dz.U. 2017 poz. 220), „Ustawa prawo ochrony środowiska” (Dz.U. 2001 Nr 62 poz. 627), „Ustawa o ochronie przyrody” (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880), „Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie...” (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1227), „Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych” (Dz.U. 1995 nr 16 poz. 78), „Ustawa o podatkach i opłatach lokalnych” (Dz.U. 2018 poz. 1445), „Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym” (Dz.U. 2017 poz. 1073), „Ustawa o gospodarce nieruchomościami” (Dz.U. 2018 poz. 121), „Ustawa prawo budowlane” (Dz.U. 2017 poz. 1332), „Ustawa o drogach publicznych” (Dz.U. 2017 poz. 2222), „Ustawa prawo lotnicze” (Dz.U. 2017 poz. 959), „Ustawa o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej” (Dz.U. 2017 poz. 2205). Wiele kwestii

poruszanych w poszczególnych ustawach było szczegółowo unormowanych w rozporządzeniach i regulaminach, m.in.: wymagania w zakresie efektywności energetycznej określa Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz. 1912), natomiast samo pojęcie „efektywność energetyczna” sformułowane zostało w ustawie Prawo energetyczne (1997); w ustawie prawo ochrony środowiska (2001) określono zasady ochrony przed hałasem, natomiast dopuszczalne normy hałasu określono w rozporządzeniu z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826 z późn. zm.). Innymi analizowanymi rozporządzeniami były m.in.: Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 11 sierpnia 2017 r. w sprawie zmiany wielkości udziału ilościowego sumy energii elektrycznej wynikającej z umorzonych świadectw pochodzenia potwierdzających wytworzenie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w latach 2018-2019 (Dz.U. 2017 poz. 1559); Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. z 2003 r. Nr 192, poz. 1883); Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1099/2008 z dnia 22 października 2008 r. w sprawie statystyki energii (Dz. U. L 304 z 14.11.2008, z późn. zm.). Regulacje prawa krajowego odnoszące się do sektora energetyki wiatrowej wg stanu na dzień 30 lipca 2012 zostały szczegółowo scharakteryzowane przez Zajdlera (2012).

Kolejną grupą czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych były czynniki ekonomiczne. Globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej został rozpoznany przede wszystkim na podstawie raportów IRENA: „Renewable Power Generation...” (2018) oraz „Renewable Energy and Jobs...” (2018). W pierwszym z raportów przedstawiono globalne trendy technologiczne oraz koszty związane z energetyką wiatrową, natomiast w drugim miejsca pracy generowane przez sektor energetyki wiatrowej w skali globalnej. Globalny rynek sektora przedstawiono również w raporcie „World Energy Resources...” (2016), natomiast trendy, które występowały i które mogą występować w globalnym sektorze w bliższej i w dalszej przyszłości przedstawiono w publikacji „The Past and Future Cost...” (2012). Czynnikiem ekonomicznym jest również wzajemne oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej i gospodarki kraju. Wpływ energetyki wiatrowej na gospodarkę Polski został szeroko przedstawiony w raporcie „Wpływ energetyki wiatrowej...” (2012). Określono w nim m.in. nakłady inwestycyjne w energetykę wiatrową z podziałem na miejsca, do których trafiają poszczególne składowe ogólnej sumy przeznaczanej na inwestycje w tym sektorze. W raporcie

„Stan energetyki wiatrowej...” (2016) przedstawiono m.in. skutki gospodarcze zmian legislacyjnych dotyczących energetyki wiatrowej. Wpływ energetyki wiatrowej na polski rynek pracy został przedstawiony w raporcie „Wpływ energetyki wiatrowej...” (2015), a wpływ na gospodarkę kraju poprzez przemysł produkcji urządzeń w raporcie „Polski przemysł produkcji...” (2016). Perspektywy rozwoju morskiej energetyki wiatrowej i ocena jego wpływu na gospodarkę Polski została przedstawiona w raporcie „Rozwój morskiej energetyki...” (2016). Analizując czynniki ekonomiczne należy wymienić finansowe instrumenty wsparcia energetyki wiatrowej występujące w Polsce, których bezpośrednimi formami są fundusze europejskie oraz programy krajowe. Liczba instalacji oraz zainstalowana moc elektrowni wiatrowych zrealizowanych przy udziale funduszy europejskich została przedstawiona w raporcie „Efekty inwestycji w obszarze...” (dostęp on-line: 25.03.2019). Informacje o krajowych systemach wsparcia uzyskano na podstawie „Ustawy o odnawialnych źródłach energii” (2016), „Regulaminu Aukcji na sprzedaż...” (dostęp online: 30.07.2018) oraz ogłoszeń Urzędu Regulacji Energetyki zamieszczonych na ure.gov.pl. Ponadto informacje o systemie aukcyjnym zawarto w raportach: „Aukcje OZE – fotowoltaika” (2017) oraz „Rynek fotowoltaiki w Polsce” (2017). Istotnym aspektem ekonomicznym jest analiza opłacalności funkcjonowania elektrowni wiatrowych. Rodzaje i wysokość ponoszonych nakładów dla elektrowni wiatrowej w warunkach polskich określił Dziubiński (2014) oraz przedstawiono je w raportach: „Wpływ energetyki wiatrowej...” (2012), „Analiza dotycząca możliwości...” (2013), w których określono również uśredniony koszt energii elektrycznej (LCOE) oraz w raporcie „Energetyka wiatrowa...” (2013), w którym określono również wymaganą wysokość przychodów, aby przedsięwzięcie mogło osiągnąć próg rentowności.

Kolejną grupą czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych były czynniki techniczne. Klasyfikację elektrowni wiatrowych ze względu na moc przedstawili Nalepa i in. (2011) oraz Paska (2010), natomiast podział ze względu na położenie osi obrotu wirnika przedstawił Sorko (2012) za: Ostrowska-Bućko (2014). Elektrownie wiatrowe przyłączane są do sieci elektroenergetycznej. Strukturę oraz sposoby przyłączenia elektrowni do sieci opisali: Lubośny (2006), Paska (2009), Paska i Kłos (2010). Budowę elektrowni wiatrowej z poziomą osią obrotu oraz zasadę jej funkcjonowania przedstawili: Jakubiak i in. (2010) oraz Nalepa i in. (2011). Celem funkcjonowania każdej elektrowni wiatrowej jest odebranie energii wiatru i zamiana jej na energię obrotu wirnika elektrowni. Zagadnieniem określania zasobów energetycznych wiatru zajmowali się: Jąderko i Kowalewski (2015) oraz Trzmiel (2016). Elektrownie wiatrowe charakteryzują się dużą zmiennością w produkcji energii elektrycznej. Zmienność mocy wytwarzanej przez wybraną turbinę wiatrową przedstawili: Anuszcak i in. (2011) oraz Paska

i Surma (2015), natomiast Stąporek i Tazowski (2017) obliczyli spodziewaną roczną produkcję energii uwzględniającą typowe wartości strat dla projektów farm wiatrowych na terenie Polski. W pracy Paski i Surmy (2015) przedstawiono ponadto wskaźniki wykorzystywania mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych w polskim systemie elektroenergetycznym dla wybranych lat.

Kolejną grupą czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych były czynniki społeczne, wśród nich wyróżniono społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej oraz oddziaływanie elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka. Społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej określono na podstawie przeglądu literatury zawierającej badania sondażowe. Największą pulę odpowiedzi respondentów zgromadziło Centrum Badań Opinii Społecznej, przedstawiając je w raporcie: „Polacy o źródłach energii...” (2016). Postawy lokalnej społeczności wiejskiej wobec planowanej inwestycji OZE (w tym elektrowni wiatrowej) badała Graczyk (2010). Natomiast Bednarek-Szczepańska (2016) skupiła się na analizie występujących konfliktów społecznych wobec lokalizacji elektrowni wiatrowych. Analiza została oparta głównie na kwerendzie prasy regionalnej i lokalnej oraz stronie internetowej stopwiatrakom.eu. Badanie opinii społeczeństwa na temat mikroinstalacji OZE zostało przeprowadzone przez Kalbarczyk i Kachlicką (2016). Ponadto społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej w Polsce badali również: Marcinkiewicz i Poskrobko (2015), Mroczek (2011), Nowicki (2016), Słobodzian-Ksenicz i in. (2016). Warto w tym miejscu przywołać również prace Ancygiera i Szuleckiego (2013), w której autorzy przedstawili wyniki ankiet dotyczących określonych rodzajów OZE, przeprowadzonych na grupie przedstawicieli organów jednostek samorządowych polskich gmin. Badania ankietowe dotyczące społecznego nastawienia do energetyki wiatrowej w innych krajach przeprowadzili: Dudleston (2010) w Szkocji oraz Kalldelis (2005) w Grecji. Rodzaje potencjalnych oddziaływań elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka określili Pawlas i in. (2012), dokonując jednocześnie obszernego przeglądu piśmiennictwa, były to oddziaływania poprzez generowany hałas, infradźwięki, pola elektromagnetyczne, migotanie cienia oraz poprzez ryzyko urazów mechanicznych. Wpływ hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe na ogólny stan zdrowia badali: Abbasi i in. (2016), Kageyama i in. (2016), Michaud i in. (2016). Wpływ infradźwięków generowanych przez farmy wiatrowe na zdrowie człowieka badali: Crichton i Petrie (2015), Tonin i in. (2016). Oddziaływanie pola elektromagnetycznego generowanego przez farmy wiatrowe na zdrowie człowieka badali: Colby i in. (2009) oraz Kurtynik i in. (2014), ponadto zagadnienie to przedstawiono w raportach: „The electromagnetic compatibility...” (2004), „The health effect of...” (2004). Zjawiskiem występującego migotania cienia, spowodowanego obracającymi się łopatom turbiny zajmowali się: Clarke

(1991), Derrick (2008), Harding i in. (2008), Smedley i in. (2010), aspekt ten podjęty był również w raporcie: „Shadow Flicker Impact...” (2010). Ryzyko urazów mechanicznych spowodowanych funkcjonowaniem elektrowni wiatrowych może odbywać się za sprawą zrzutów lodu osadzającego się na łopatach turbiny. Aspekt ten poruszany był w raporcie „Wind energy production...” (1998).

1.3. Materiały źródłowe

Materiały źródłowe wykorzystane w pracy można podzielić na pierwotne i wtórne. Do pierwszej grupy należą informacje uzyskane na podstawie przeprowadzonej ankiety wśród społeczeństwa Wielkopolski w 2018 r. (załącznik nr 4), w której wzięło udział 70 respondentów. Ankieta przeprowadzana była na terenie gminy Margonin (w której zlokalizowana jest największa farma wiatrowa w Polsce) oraz sąsiadującymi z nią gminami Budzyń i Szamocin (powiat chodzieski), gminy Łobzenica (powiat pilski) oraz w Poznaniu. Celem badania ankietowego było określenie nastawienia społecznego do energetyki wiatrowej w Polsce. W badaniu w przeważającej liczbie udział wzięły osoby młode, poniżej 30. roku życia (63,3%). Większość ankietowanych stanowili mieszkańcy miast (81,6%). W próbie największą liczbę reprezentowały osoby z wykształceniem średnim (69,4%), następnie z wykształceniem wyższym (20,4%) oraz podstawowym (10,2%). W badaniu wzięło udział 42,9% kobiet oraz 57,1% mężczyzn. 58,1% ankietowanych zamieszkiwało na terenie gminy, w której funkcjonowała elektrownia wiatrowa, dla 26,5% elektrownia wiatrowa znajdowała się mniej niż 1 km od miejsca zamieszkania. Skonstruowana ankieta stanowiła ponadto podstawę do przeprowadzenia wywiadów pogłębionych wśród społeczeństwa. Pełna swoboda wypowiedzi badanych pozwoliła zrozumieć określone postawy lokalnych społeczności wobec elektrowni wiatrowych, na podstawie czego wyciągnięto wnioski. Metoda obserwacji pomogła przy określeniu usytuowania elektrowni wiatrowych w terenie oraz ich wpływie na krajobraz. Pozyskany pierwotnym źródłem informacji była ponadto liczba turbin wiatrowych z podziałem na gminy w Polsce. Ustalenia lokalizacji turbin dokonano na podstawie analizy mapy przeszkód lotniczych Urzędu Lotnictwa Cywilnego, map udostępnianych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii w serwisie geoportal.gov.pl oraz zdjęć satelitarnych google, były to wysokie turbiny o mocy powyżej 1 MW.

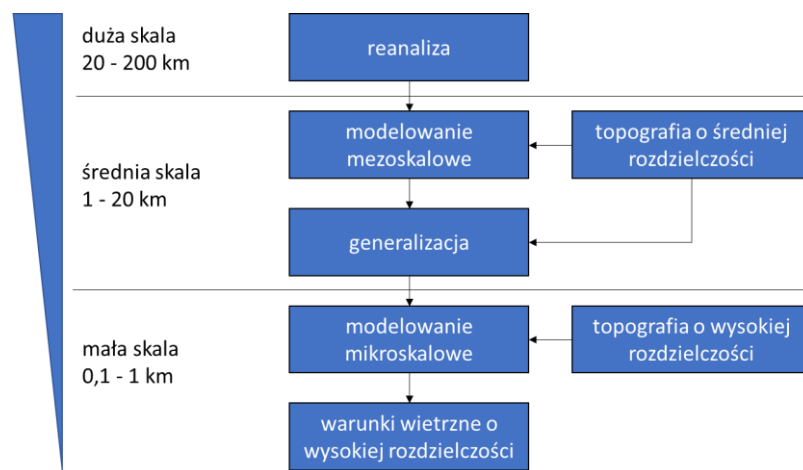
Do materiałów wtórnych należą dane udostępnione przez:

- Główny Urząd Statystyczny (GUS), w tym dane statystyczne dostępne w Banku Danych Lokalnych (BDL), który uwzględnia również dane Głównego Urzędu Geodezji i

Kartografii (GUGiK) oraz informacje z Powszechnych Spisów Rolnych (PSR), dotyczyły one: dochodów gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca, liczby budynków mieszkalnych w gminach, liczby ludności w gminach (w tym także liczby ludności zamieszkującej na terenach wiejskich oraz miejskich), powierzchni gmin (w tym powierzchni terenów miejskich oraz wiejskich), form ochrony przyrody, powierzchni geodezyjnej kraju według kierunków wykorzystania, powierzchni i liczby gospodarstw rolnych wg grup obszarowych użytków rolnych;

- Generalną Dyрекcyję Ochrony Środowiska (GDOŚ), z której uzyskano informacje o powierzchni Obszarów Natura 2000 w gminach;
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), z którego uzyskano dane dotyczące średnich dobowych prędkości wiatru z 63 stacji synoptycznych w okresie 1.01.1971 – 31.05.2018. Na podstawie uzyskanych danych, wykonano mapy wietrzności Polski. Wykonując analizę pominięto stacje znajdujące się na terenach górskich (Śnieżka, Kasprowy Wierch, Zakopane) ze względu na duże obciążenie całości wyników wartościami z tych stacji, a także ich wykluczenie jako realnych lokalizacji elektrowni wiatrowych, głównie ze względów środowiskowych i infrastrukturalnych. Stacje były wyposażone w standardowe anemometry, które umieszczano na jednakowej efektywnie wysokości nad poziomem gruntu uwzględniającej klasę szorstkości dla danego terenu;
- International Renewable Energy Agency (IRENA), dotyczące m.in. zainstalowanej mocy instalacji odnawialnych źródeł energii z podziałem na kraje na świecie;
- Urząd Regulacji Energetyki, publikujący regulaminy i ogłoszenia dotyczące OZE;
- Globalny Atlas Wiatru (Global Wind Atlas - GWA), dotyczące zasobów energetycznych wiatru na świecie. GWA jest to bezpłatna internetowa aplikacja dostępna na stronie www.globalwindatlas.info. W przeciwieństwie do opracowań Lorenc (1992, 1996, 2002, 2004, 2005), GWA uwzględnia ukształtowanie oraz pokrycie terenu. Wersja GWA 1.0 została opracowana przez DTU Wind Energy w ramach struktury Ministerstwa Czystej Energii (Clean Energy Ministerial – CEM) w szczególności CEM Working Group on Solar and Wind Technologies prowadzone przez Niemcy, Hiszpanię i Danię. GWA 1.0 został uruchomiony w 2015 roku i współpracował z IRENA oraz z instytutem MADSAR, dzięki którym stworzono dedykowaną platformę do udostępniania danych w skali globalnej. GWA 1.0 został zaktualizowany do wersji GWA 2.0. Global Wind Atlas 2.0 jest efektem współpracy pomiędzy Departamentem Wind Energy at the Technical University of Denmark (DTU Wind Energy) a grupą Banku Światowego (World Bank Group). GWA

powstało w celu wspierania rozwoju energetyki wiatrowej. Narzędzie to ma pomagać podczas wstępnej oceny zasobów energetycznych wiatru przed instalacją stacji pomiarowych. Służyć może także jako narzędzie dla rządów, obrazując potencjał zasobów wiatru w skali lokalnej na terenie kraju. Metodologia GWA polega na wykorzystaniu procesu zmniejszania skali (ryc. 3). Dane atmosferyczne o dużej skali poddane zostały reanalizie, następnie wykorzystano je jako dane wejściowe do modelowania w mezoskali. Wyniki modelowania mezoskalowego były generalizowane w celu przygotowania ich do użycia w modelowaniu w mikroskali. Jego wynik to przewidywany klimat wietrzności, który uwzględnia topografię wysokiej rozdzielczości, taką jak ukształtowanie i użytkowanie terenu.



Ryc. 3. Schemat metodologii Global Wind Atlas

Źródło: Opracowanie własne na podstawie globalwindatlas.info

W analizie empirycznej zawartej w rozdziale 4 wykorzystywano mapę opracowaną przez Lorenc (2002) (za: Lewandowski 2014). Jest to rycina obrazująca energię wiatru na wysokości 30 m n.p.g. w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$, na terenie otwartym (bez szczytowych partii gór). Na mapie naniesione są izolinie rocznej podaży surowej energii wiatru, naniesionej przez strugę wiatru o powierzchni przekroju 1 m^2 . Sporządzona została na podstawie 30. letnich pomiarów prędkości wiatru wykonanych przez IMGW w latach 1971 – 2000. Jest to najbardziej aktualna mapa z pozyskanych na podstawie przeglądu literatury pokazująca wartości zasobów energetycznych wiatru na wysokości 30 m n.p.g.

Ponadto w pracy skorzystano z informacji internetowych, prezentowanych na oficjalnych portalach: jednostek administracji publicznej (www.biznes.gov.pl,

www.funduszeuropejskie.gov.pl, www.pois.gov.pl, www.ure.gov.pl) oraz producentów turbin wiatrowych (www.Enercon.de, www.Vestas.com).

Pozostałe wykorzystane informacje w pracy pozyskano z raportów i ekspertyz, dokumentów strategicznych, aktów prawnych, rozporządzeń i regulaminów wymienionych w poprzedzającym rozdziale: 1.2., ponadto wykorzystane źródło każdorazowo zostało w pracy przytoczone.

1.4. Postępowanie i metody badawcze

Postępowanie badania empirycznego, którego wyniki opisano w rozdziale 4, przebiegało wieloetapowo. W pierwszej kolejności, na podstawie zebranych danych przeprowadzono działania arytmetyczne (opisane w dalszej części rozdziału), które pozwoliły ilościowo opisać określone czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych (tab. 1). Przedmiotem badania statystycznego były właściwości jednostek badanego zbioru (gmin). W związku z powyższym, wymienione w tab. 1 czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych podczas przeprowadzania operacji arytmetycznych nazywane były **cechami**. Zawarte w tab. 1 cechy posłużyły do skonstruowania macierzy geograficznej. Na tej podstawie przeprowadzono analizę występujących zależności pomiędzy istniejącymi turbinami wiatrowymi a określonymi cechami z wykorzystaniem metod statystyki opisowej i wnioskowania statystycznego. **Tworząc macierz geograficzną w pierwszej kolejności określono cechę x_1 będącą liczbą turbin wiatrowych w każdej gminie.**

Tab. 1. Cechy określające czynniki lokalizacji turbin wiatrowych

grupa czynników dziedzinowych		cecha [jednostka]	dane za rok	źródło danych
czynniki przyrodnicze	X_2	Moc wiatru na terenach otwartych [kWh·(m ² ·rok) ⁻¹]	2002	Lorenc (2002)
czynniki prawne / społeczne	X_3	Gęstość zaludnienia [liczba ludności/powierzchnia gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	GUS ¹ (BDL ²)

¹ GUS – Główny Urząd Statystyczny

² BDL – Bank danych Lokalnych

	X ₄	Liczba budynków mieszkalnych na 1 km ² [liczba budynków/powierzchnia gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	GUS (BDL)
	X ₅	Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej [liczba ludności/powierzchnia terenów zabudowanych i zurbanizowanych gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	GUS (BDL)
	X ₆	Grunty zabudowane i zurbanizowane (bez powierzchni dróg) [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	BDL (dane GUGiK)
	X ₇	Tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	BDL (dane GUGiK)
	X ₈	Udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych [%]	2014	BDL (dane GUGiK)
czynniki przyrodnicze	X ₉	Użytki rolne [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	BDL (dane GUGiK)
	X ₁₀	Grunty pod wodami [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	BDL (dane GUGiK)
	X ₁₁	Grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	BDL (dane GUGiK)

czynniki ekonomiczne / techniczne	X ₁₂	Powierzchnia działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]	2010	BDL (PSR ³)
	X ₁₃	Powierzchnia gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]	2010	BDL (PSR)
	X ₁₄	Powierzchnia gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]	2010	BDL (PSR)
	X ₁₅	Liczba działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]	2010	BDL (PSR)
	X ₁₆	Liczba gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]	2010	BDL (PSR)
	X ₁₇	Liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]	2010	BDL (PSR)
	czynniki przyrodnicze / prawne	X ₁₈	Parki narodowe oraz rezerwy przyrody [udział % w powierzchni gminy]	2014
X ₁₉		Parki krajobrazowe, obszarów chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo - krajobrazowe [udział % w powierzchni gminy]	2014	GUS (BDL)
X ₂₀		Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków [udział % w powierzchni gminy]	2014	GDOŚ ⁴
X ₂₁		Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk [udział % w powierzchni gminy]	2014	GDOŚ
czynniki prawne / ekonomiczne / techniczne	X ₂₂	Tereny komunikacyjne – drogi [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	2014	BDL (dane GUGiK)

³ PSR – Powszechne Spisy Rolne

⁴ GDOŚ – Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska

	X ₂₃	Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110kV [tak/nie]	2017	OpenStreet Map ⁵ , GUGiK (Geoportal)
czynniki ekonomiczne	X ₂₄	Dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca [zł]	2016	GUS (BDL)

Źródło: Opracowanie własne

W związku z tym, iż elektrownie wiatrowe nie lokalizuje się na terenach miejskich, w większości analiz wyłączono te obszary z badań. Ponadto włączenie terenów miejskich w analizę struktury form użytkowania terenu w znacznym stopniu zniekształciłoby wyniki badań. Dlatego cechy $x_1 - x_{11}$ oraz x_{22} dotyczyły gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich. W związku z brakiem danych na odpowiednim poziomie struktury osadniczej, cechy $x_{12} - x_{21}$ dotyczyły gmin wiejskich oraz gmin miejsko – wiejskich. Jednak charakter tych cech związany był z obszarami wiejskimi, zatem przede wszystkim obejmowały one zasięgiem właśnie te tereny. Cechy x_{23} i x_{24} również dotyczyły gmin wiejskich oraz gmin miejsko – wiejskich. Jednak w tych przypadkach celowo dobrano ten poziom struktury osadniczej ze względu na charakter tych cech, gdyż dotyczą one całej gminy a nie wyłącznie obszarów wiejskich. Dane dotyczące lokalizacji turbin zebrano wg stanu na IV kwartał 2016 r. Moc wiatru (cecha x_2) określono na podstawie opracowania Lorenc (2002). Cechy $x_3 - x_{11}$, $x_{18} - x_{22}$ dotyczyły 2014 roku, gdyż występujące turbiny w 2016 roku, lokalizowane były według stanu określonych cech z lat poprzedzających rok 2016. Cechy $x_{12} - x_{17}$ dotyczyły 2010 roku, były to najbardziej aktualne z dostępnych danych. Cecha x_{23} odzwierciedla stan z 2017 roku. Cecha x_{24} była według stanu z 2016 roku, gdyż wszystkie istniejące elektrownie wiatrowe w 2016 roku były źródłem dochodu dla gmin. W związku z faktem, iż podział terytorialny kraju ulegał modyfikacjom, w niniejszej pracy wykorzystywano podział obowiązujący w 2014 roku. W przypadku braku danych oraz tajemnicy statystycznej, tam, gdzie było to możliwe, dane zostały oszacowane (dotyczy cech $x_{12} - x_{17}$). Możliwe było to dzięki dostępnym danym dla powiatów oraz znajdujących się w ich granicach gmin (za wyjątkiem gmin, dla których dane szacowano).

⁵ www.openstreetmap.org

Cechą x_1 były turbiny wiatrowe. Ich liczbę podzielono przez powierzchnię gminy w której się znajdowały, wyłączając powierzchnie terenów miejskich. W ten sposób określono gęstość występowania turbin na danym obszarze.

Cecha x_2 była to energia wiatru wyrażona w $\text{kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$ na wysokości 30 m n.p.g. (bez szczytowych partii gór). Gminy zostały przydzielone do określonej strefy energii wiatru wyznaczonej na podstawie opracowania Lorenc (2002) przedstawionego w rozdziale 3.1.1. W przypadku, gdy przez teren gminy przebiegała określona izolinia, gminę przydzielano do strefy, w której mieściła się ponad połowa powierzchni danej gminy.

Cechy $x_3 - x_8$ odnosiły się do struktury osadniczej, która była i jest istotna ze względu na czynniki prawne determinujące zachowanie odpowiedniej odległości turbin wiatrowych od zabudowy mieszkaniowej oraz czynników społecznych dotyczących występowania możliwych uciążliwości takiej inwestycji w pobliżu miejsca zamieszkania. Podstawowym i najbardziej użytecznym, w przypadku potrzeby wstępnego rozpoznania sytuacji osadniczej w danej gminie, jest wskaźnik gęstości zaludnienia (Propozycje wskaźników do oceny... 2012). Wyróżniono zatem cechę x_3 będącą stosunkiem liczby ludności do powierzchni gminy. Kolejną cechą ściśle związaną z gęstością zaludnienia, jednak dokładniej odnoszącą się do czynników prawnych determinujących zachowanie odpowiedniej odległości turbin wiatrowych od zabudowy mieszkaniowej, była liczba budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 km^2 gminy (x_4). Cecha x_5 była pochodną gęstości zaludnienia, z tym że liczba ludności nie została podzielona przez powierzchnię gminy, tylko przez powierzchnię terenów zabudowanych i zurbanizowanych. Wskaźnik ten oznacza stopień intensywności użytkowania terenów, które są już przeznaczone pod funkcje mieszkaniowe. Można w ten sposób wnioskować o charakterze zabudowy (Propozycje wskaźników do oceny... 2012). Z punktu widzenia dostępności przestrzeni dla lokalizacji turbin wiatrowych korzystniejsza jest zabudowa wielorodzinna o wysokim stopniu intensywności użytkowania terenu o funkcji mieszkaniowej. Cecha x_6 oznaczała udział procentowy gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gminy, z wyłączeniem powierzchni dróg. Lokalizacja elektrowni wiatrowych na tych terenach jest niemożliwa. Z cechy x_6 wydzielono powierzchnię zabudowy mieszkaniowej uzupełniając ją o zabudowane grunty rolne, które również pełnią funkcję mieszkaniową. Określając udział tych terenów w powierzchni gminy wydzielono cechę x_7 . Charakteryzowała ona stopień przekształcenia terenów danej gminy pod kątem wykorzystania ich pod funkcje mieszkaniowe. Była ona ściśle zależna od cechy x_4 , jednak uwzględniała faktyczną powierzchnię zajmowaną przez funkcję mieszkaniową. Lądowe elektrownie wiatrowe lokalizowane są na gruntach rolnych. Jednak ich lokalizacja na tych terenach może okazać się niemożliwa ze względu na

rozbudowaną sieć zabudowy zagrodowej. W związku z tym, określono udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych (x_8).

Cechy $x_9 - x_{11}$ opisywały formy użytkowania terenu mające duży wpływ na jego klasę szorstkości (czynniki przyrodnicze). W związku z tym, iż elektrownie wiatrowe lokalizowane są na użytkach rolnych, wyszczególniono cechę x_9 będącą udziałem użytków rolnych w powierzchni gminy. Na podstawie powierzchni tych terenów szacuje się przestrzenny potencjał dla lokalizacji tego typu instalacji (Wiśniewski i in. 2012). Są to tereny otwarte, sprzyjające przemieszczaniu się mas powietrza. Cecha x_{10} był to udział powierzchni gruntów pod wodami w powierzchni gminy. Należą one również do terenów otwartych, jednak ze względu na występujące utrudnienia nie lokalizowano na ich terenie turbin wiatrowych. Cechą x_{11} był udział powierzchni terenów zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchni gminy. Na tych obszarach nie lokalizuje się elektrowni wiatrowych, ponadto stanowią one przeszkodę dla przemieszczających się mas powietrza.

Cechy $x_{12} - x_{17}$ dotyczyły struktury agrarnej pod względem liczby i wielkości powierzchni gospodarstw rolnych (czynniki ekonomiczne i techniczne). Gospodarstwa podzielono na trzy grupy ze względu na liczbę oraz powierzchnię, były to: działki rolne (poniżej 1 ha), gospodarstwa średnie (1 – 15 ha), gospodarstwa duże (powyżej 15 ha). Cechy $x_{12} - x_{14}$ były to udziały powierzchni gospodarstw w danym przedziale w całkowitej powierzchni gospodarstw. Cechy $x_{15} - x_{17}$ były to udziały liczby gospodarstw w danym przedziale w całkowitej liczbie gospodarstw.

Cechy $x_{18} - x_{21}$ związane były z formami ochrony przyrody (czynniki przyrodnicze i prawne). Zostały one wyszczególnione ze względu na odmienne środki ochrony, różną rangę oraz znaczenie z punktu widzenia lokalizacji elektrowni wiatrowych (rozdział 3.2.2). Zgodnie z ustawą o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880 ze zm.) występował zakaz lokalizacji elektrowni wiatrowych na terenach parków narodowych i rezerwatów przyrody. Wyszczególniono zatem cechę x_{18} będącą udziałem tych obszarów w powierzchni danej gminy. Do cechy x_{19} zaliczono parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe. Na ich terenie lokalizacja elektrowni wiatrowych była możliwa po spełnieniu określonych w ustawie o ochronie przyrody warunków, które opisane zostały w rozdziale 3.2.2. Cechą x_{19} był udział w/w obszarów w powierzchni danej gminy. W celu wyeliminowania podwójnego liczenia tej samej powierzchni nie uwzględniono stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych i zespołów przyrodniczo-krajobrazowych położonych w granicach parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu. Cechy x_{20} i x_{21} dotyczyły udziału

obszarów Natura 2000 w powierzchni danej gminy. Cechy te wydzielono z uwagi na fakt, iż obszary te mogą obejmować swym zasięgiem część lub całość obszarów i obiektów objętych innymi formami ochrony przyrody. Ponadto Specjalne Obszary Ochrony Ptaków oraz Obszary Specjalnej Ochrony Siedlisk również mogą się pokrywać, zatem wydzielono cechę x_{20} dotyczącą ochrony ptaków oraz cechę x_{21} dotyczącą ochrony siedlisk. Na obszarach Natura 2000 możliwe było lokalizowanie elektrowni wiatrowych po spełnieniu określonych warunków opisanych w rozdziale 3.2.2.

Cechy x_{22} i x_{23} dotyczyły infrastruktury technicznej. Cecha x_{22} (tereny komunikacyjne – drogi) została wyszczególniona ze względu na konieczność zapewnienia każdej turbinie wiatrowej dostępu do drogi publicznej, zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. - prawo budowlane (Dz.U. 2017 poz. 1332 t. j.). Cecha ta była udziałem procentowym powierzchni dróg w powierzchni gminy. Określono również występowanie linii napięcia 110 kV na terenach gmin [tak/nie], mogące stanowić potencjalny punkt przyłączenia elektrowni wiatrowej do systemu elektroenergetycznego (x_{23}).

Cechę x_{24} będącą czynnikiem ekonomicznym, wynikającą z następstwa lokalizacji elektrowni wiatrowych na danym terenie, określono przeliczając dochody gminy na 1 mieszkańca. Ustalenie statystycznej istotności związku pomiędzy występującymi turbinami wiatrowymi a wpływami do budżetów gmin pozwoliło określić, czy turbiny wiatrowe istotnie wpływają na dochody gmin, a co za tym idzie, czy powinny być lokalizowane w pierwszej kolejności w gminach mających problemy finansowe. Potencjalne przychody, będące następstwem zlokalizowania elektrowni wiatrowych na terenie danej gminy, mogły ponadto wpływać na nastawienie władz samorządowych do inwestycji.

Skonstruowana macierz geograficzna umożliwiła przeprowadzenie analizy z wykorzystaniem metod statystyki opisowej i wnioskowania statystycznego. Były to:

- **miary tendencji centralnej** (m.in. mediana, średnia arytmetyczna, kwartyle) i **miary rozproszenia** (m.in. odchylenie standardowe);
- **test t dla dwóch grup niezależnych;**
- **test U Manna-Whitneya;**
- **test Kruskala-Wallisa;**
- **test mediany.**

Testy statystyczne (metody wnioskowania statystycznego) pozwalają rozstrzygnąć, czy postawioną hipotezę zerową możemy przyjąć (uznać za prawdziwą), czy też należy ją odrzucić (uznać za fałszywą). Hipotezę zerową możemy odrzucić, gdy przy ustalonym poziomie

istotności średnie w grupach się różnią (różnica pomiędzy średnimi jest istotna statystycznie). Testy statystyczne dzielą się na parametryczne i nieparametryczne. Test nieparametryczny polega na porównywaniu dwóch rozkładów: jednej cechy w dwóch populacjach lub dwóch cech w jednej populacji, natomiast test parametryczny polega na porównywaniu dwóch parametrów jednej populacji lub tego samego parametru w różnych populacjach (Zieliński 1999). Przyjmuje się, iż testy parametryczne są dokładniejsze, jednak wymagają założenia normalności rozkładu (często również innych założeń).

Test t-Studenta dla dwóch grup niezależnych jest parametrycznym testem służącym do porównywania ze sobą dwóch średnich, oblicza się go według wzoru (Nowak – Brzezińska)⁶:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2)$$

gdzie:

t – test t-Studenta;

\bar{x}_1 – średnia dla pierwszej grupy;

\bar{x}_2 – średnia dla drugiej grupy;

s_1^2 – wariancja dla pierwszej grupy;

s_2^2 – wariancja dla drugiej grupy;

n_1 – liczebność pierwszej grupy;

n_2 – liczebność drugiej grupy.

Test U Manna-Whitneya jest nieparametryczną odmianą testu t-Studenta dla prób niezależnych. Do przeprowadzenia obliczeń należy przypisać nową zmienną nadającą obserwacjom rangi (kolejne liczby naturalne do posortowanych rosnąco wartości obydwu prób). Gdy liczebność każdej z prób jest większa niż 20 można skorzystać ze statystyki, która w przybliżeniu ma rozkład normalny (Pracuch i Długosz)⁷:

⁶ Nowak – Brzezińska E., Testowanie hipotez statystycznych w środowisku R, Wykład dla przedmiotu Biostatystyka, http://zsi.tech.us.edu.pl/~nowak/bios/owd/owd_w_15052011.pdf [dostęp on-line 19.08.2019]

⁷ Pracuch S., Długosz M. M. Analiza danych pomiarowych, inżynieria biomedyczna, instrukcja do laboratorium http://home.agh.edu.pl/~mmd/_media/dydaktyka/adp/testy_nieparametryczne.pdf [dostęp on-line 19.08.2019]

$$Z = \frac{R_1 - R_2 - (n_1 - n_2)(n + 1)/2}{\sqrt{n_1 n_2 (n + 1)/3}} \quad (3)$$

gdzie:

Z – Test U Manna-Whitneya;

R_1 – suma rang przypisanych do wartości pierwszej próby;

R_2 – suma rang przypisanych do wartości drugiej próby;

$n = n_1 + n_2$ – całkowita liczba obserwacji.

Test Kruskala-Wallisa jest to nieparametryczny odpowiednik dla jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z tym, że zamiast wartości średnich wykorzystuje się rangi. W przypadku tej metody można porównać do 10 prób naraz, a ich liczebność może być różna (Pracuch i Długosz). Statystyka testowa wyraża się wzorem (Piwczyński)⁸:

$$H = \frac{12}{n(n + 1)} \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - 3(n + 1) \quad (4)$$

gdzie:

H – Test Kruskala-Wallisa;

$N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$ – liczebność poszczególnych grup;

T_i ($i = 1, 2, \dots, k$) – suma rang w każdej grupie oddzielnie.

Test mediany jest mniej dokładną wersją testu Kruskala-Wallisa, obliczenia wykonywane są w oparciu o tablicę kontyngencji χ^2 . Test mediany bazuje na porównaniu wartości obserwowanych (otrzymanych w badaniu) a wartości teoretycznych (obliczonych przy założeniu, że pomiędzy zmiennymi nie ma żadnego związku)⁹, wartość statystyki ma postać¹⁰
¹¹:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - n'_{ij})^2}{n'_{ij}} \quad (5)$$

gdzie:

χ^2 - Test mediany;

⁸ Piwczyński D., Testy nieparametryczne dp.utp.edu.pl/materialy/STAT/TestyNieparametryczne.ppsx [dostęp on-line 19.08.2019]

⁹ <https://www.statystyka.az.pl> [dostęp on-line: 19.08.2019]

¹⁰ <https://www.statystyka.az.pl> [dostęp on-line: 19.08.2019]

¹¹ <https://www.statystyka.rezolwenta.eu.org> [dostęp on-line: 19.08.2019]

N_{ij} – liczności obserwowane;

N'_{ij} – liczności teoretyczne.

W wykorzystywanym programie Statistica, test Kruskala-Wallisa i test mediany wykonywany jest jednocześnie.

W pierwszej kolejności przeprowadzono analizę z wykorzystaniem metod statystyki opisowej. Następnie, w celu określenia statystycznie istotnych zależności pomiędzy cechą x_1 a pozostałymi cechami, wykorzystano metody wnioskowania statystycznego. Aby możliwe było zastosowanie odpowiednich testów statystycznych przekształcono cechę x_1 na zmienną kategoryzującą. Przekształcenie było konieczne z uwagi na fakt, iż dla 85% przypadków wartość cechy x_1 wynosiła zero. Przekształconą cechę należało umieścić na nominalnej skali pomiaru z zaznaczeniem liczbowego etykietowania.

Przeprowadzając analizę, w pierwszej kolejności wartości cechy x_1 przekształcono na informację binarną, gdzie:

1 – oznaczało występowanie turbin na terenie gminy (287 przypadków),

2 – określało brak występowania turbin na terenie gminy (1887 przypadków).

W związku z faktem, iż liczba przypadków w każdej grupie była większa niż 100, możliwe było zastosowanie testu parametrycznego (test t dla dwóch grup niezależnych)¹². Ponieważ cecha x_2 zawierała wartości ujęte w przedziałach, w celu możliwości zastosowania testu i porównywalności wyników przyjęto górną granicę energii wiatru dla każdego z przedziałów. W związku z tym, iż cecha x_{23} mierzona była na skali dychotomicznej, nie spełniała ona założeń dla testu t, dlatego w tym przypadku zastosowano test U Manna-Whitneya. Następnie sformułowano hipotezę zerową, zakładającą brak różnic pomiędzy grupami – czyli, że średnie wartości wyznaczonych cech są takie same zarówno dla gmin z występującymi turbinami wiatrowymi, jak i dla gmin z niewystępującymi turbinami wiatrowymi na swoim terenie ($H_0: \theta_1 = \theta_2$) oraz alternatywną, zakładającą występowanie różnic – średnie wartości wyznaczonych cech będą się różnić w gminach z występującymi turbinami wiatrowymi od gmin z niewystępującymi turbinami wiatrowymi na swoim terenie ($H_1: \theta_1 \neq \theta_2$). Poziom istotności, dla którego odrzucano hipotezę zerową, ustalono na poziomie $\alpha = 0,01$. W ten sposób określono, czy występowanie co najmniej jednej turbiny wiatrowej na terenie gminy miało związek z wartościami określonych cech. Należy jednak zwrócić uwagę, iż występowanie jednej, dwóch czy trzech turbin na terenie gminy, mogło nie mieć lub mieć mniejszy związek z wyznaczonymi cechami niż występowanie kilkudziesięciu turbin. Aby określić, czy występowały zależności

¹² Z Centralnego Twierdzenia Granicznego wynika, że w takiej sytuacji brak normalności rozkładu nie wpływa na wiarygodność wyników.

pomiędzy liczebnością turbin na terenach gmin a wyznaczonymi cechami, wykorzystano test Kruskala-Wallisa oraz test mediany. Przeprowadzając analizę, ponownie przekształcono cechę x_1 w zmienną kategoryzującą. Wykorzystując oprogramowanie QGIS, za pomocą algorytmu Jenks¹³ wyznaczono 5 klas (tab. 2). W ten sposób uwypuklono grupy o podobnych wartościach. Pierwszą grupę stanowiły gminy, w których nie były zlokalizowane turbiny wiatrowe. Kolejne grupy zostały wyznaczone według wartości liczby turbin w przeliczeniu na 1 km². Im wartość ta była wyższa, tym liczba gmin malała. Jednak liczba turbin w każdym z przedziałów była niemal taka sama.

Tab. 2. Wyznaczone przedziały klasowe cechy x_1 (liczba turbin/powierzchnia gminy) za pomocą algorytmu Jenks

nr klasy	przedział klasowy (liczba turbin/km ²)	liczba przypadków (gmin)	średnia liczba turbin/km ²	liczba turbin
1	0	1887	0	0
2	0,0027 - 0,0546	200	0,0207	635
3	0,0547 - 0,1387	46	0,0902	623
4	0,1388 - 0,2817	28	0,1946	629
5	0,2818 - 0,5184	13	0,3771	653

Źródło: Opracowanie własne

Następnie sformułowano hipotezę zerową, zakładającą brak różnic pomiędzy grupami – średnie wartości wyznaczonych cech są takie same zarówno dla gmin z niewystępującymi turbinami wiatrowymi, dla gmin z występującą niewielką liczbą turbin, jak i dla gmin z występującą większą liczbą turbin na swoim terenie ($H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5$) oraz hipotezę alternatywną, zakładającą występowanie różnic pomiędzy grupami – średnie wartości wyznaczonych cech będą się różnić dla gmin z niewystępującymi turbinami wiatrowymi, dla gmin z występującą niewielką liczbą turbin oraz dla gmin z występującą większą liczbą turbin na swoim terenie ($H_1: \theta_1 \neq \theta_2 \neq \theta_3 \neq \theta_4 \neq \theta_5$). Również w tym przypadku, poziom istotności, dla którego odrzucano hipotezę zerową, ustalono na poziomie $\alpha = 0,01$.

Na podstawie przeprowadzonych analiz skonstruowano wskaźnik atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Jednym z elementów jego konstrukcji była korelacyjna

¹³ „Działanie algorytmu optymalizacji Jenksa polega na uzyskaniu jak najmniejszego zróżnicowania obserwacji wewnątrz przedziałów, z jednoczesną największą odległością pomiędzy przedziałami. Sposób ten ma na celu zmniejszenie wariancji wewnątrz klas i maksymalizację wariancji między klasami” (Smoroń i in. 2017).

weryfikacja cech. W tym celu wykorzystano **współczynnik korelacji Pearsona**¹⁴. Współczynnik korelacji Pearsona jest to iloraz kowariancji i iloczynu odchyłeń standardowych, oblicza się go według następującego wzoru (Runge 2007):

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (6)$$

Współczynnik ten stanowi miarę współzależności liniowej zmiennych losowych x i y w dwuwymiarowym rozkładzie, a siłę tej współzależności (korelacji liniowej) można określać na trzech poziomach (Czaja i Preweda 2000):

- 1) dla $|r_{xy}| \leq 0,3$ – korelacja słaba,
- 2) dla $0,3 < |r_{xy}| \leq 0,6$ – korelacja przeciętna,
- 3) dla $|r_{xy}| > 0,6$ – korelacja silna.

Występująca współzależność liniowa określa, w jakim stopniu dwie zmienne są „proporcjonalne” względem siebie.

Następnie dokonano normalizacji cech, gdyż poszczególne cechy mogą mieć charakter:

- a) stymulant - czyli zmiennych, których wyższe wartości decydują o lepszym poziomie rozpatrywanego zjawiska w badanym obiekcie,
- b) destymulant - czyli zmiennych, których wzrost wartości powoduje pogorszenie się sytuacji obiektu pod omawianym względem,
- c) nominant - czyli zmiennych, które charakteryzują się najkorzystniejszą z punktu widzenia oceny obiektów wartością, tzw. optymalnym poziomem nasycenia lub wartością nominalną (Młodak, 2006).

Przyjmuje się, iż stymulanty wykazują dodatnią korelację, destymulanty korelacje ujemną, natomiast nominanty nie wykazują nadmiernego skorelowania. Ujednorodnienia charakteru cech dokonano na podstawie przeprowadzonej **standaryzacji** według wzorów określonych przez Perkala (1953) (za: Miśkiewicz-Nawrocka 2017):

- a) dla stymulant (x_2, x_9, x_{17}, x_{23}):

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j} \quad (7)$$

¹⁴ Zwany jest on również współczynnikiem korelacji liniowej lub momentu iloczynowego.

b) dla destymulant ($x_7, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21}$):

$$z_{ij} = \frac{\bar{x}_j - x_{ij}}{S_j} \quad (8)$$

gdzie:

x_{ij} – wartości zmiennej j dla obiektu i ,

\bar{x}_j – średnia wartość zmiennej j ,

S_j – odchylenie standardowe zmiennej j ,

z_{ij} – zmienna standaryzowana.

W dalszej kolejności wartości standaryzowanych cech podstawiono do wzoru **wskaźnika syntetycznego**, sformułowanego przez Perkala (1953):

$$W_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p z_{ij} \quad (9)$$

gdzie:

z_{ij} – standaryzowana wartość wskaźnika cząstkowego j dla obiektu i ,

p – liczba wskaźników cząstkowych.

Wskaźnik ten należy do bezwzorcowych metod porządkowania liniowego. Podstawą porządkowania są wartości zmiennej syntetycznej, szacowane na podstawie obserwacji zmiennych diagnostycznych opisujących badane obiekty (Bąk 2018). Obliczona wartość wskaźnika pozwala na stworzenie rankingu obiektów ze względu na określony zestaw cech, gdzie im wyższa wartość wskaźnika, tym korzystniejsza sytuacja obiektu pod względem badanego zjawiska.

Ponadto w pracy wykorzystano:

- **krzywą oraz wskaźnik koncentracji M. O. Lorenca** (1905). Do wyznaczenia krzywej oraz obliczenia wskaźnika wykorzystuje się cechę wyrażoną w bezwzględnych jednostkach pomiarowych oraz powierzchni jednostek, w których nastąpił pomiar. Krzywa Lorenza jest graficznym sposobem wyznaczenia miary koncentracji. Im krzywa leży dalej od przekątnej kwadratu, tym większa jest koncentracja analizowanej cechy w pewnych częściach obszaru. Współczynnik koncentracji pozwala określić liczbową miarę lokalizacji, a także porównać w formie współczynników stopień skupiania się różnych zjawisk na badanym terytorium, wyraża się go wzorem (Runge 2007):

$$W_k = \frac{a}{a + b} \quad (10)$$

gdzie:

$$0 \leq W_k \leq 1$$

a – powierzchnia pola zawartego między krzywą koncentracji a linią równomiernego rozkładu (przekątną kwadratu),

b – powierzchnia pola leżącego pod krzywą koncentracji.

Im mniejsza wielkość ilorazu, tym bardziej równomierne rozmieszczenie obiektów w przestrzeni (Runge 2007). W niniejszej pracy krzywą oraz wskaźnik koncentracji Lorenza wykorzystano do określenia stopnia koncentracji przestrzennej turbin wiatrowych w Polsce.

- metodę **analizy treści**. Według klasycznej definicji autorstwa B. Berelsona (1952) analiza treści to technika badawcza służąca obiektywnemu, systematycznemu i ilościowemu opisowi jawnej zawartości komunikatorów (Lisowska-Magdziarz 2004). Metoda ta pozwala na wyprowadzenie wniosków na podstawie określonych cech przekazu (Silverman 2008). W niniejszej pracy analizie treści poddano m.in. materiały kartograficzne, ogłoszenia URE.
- metodę **sondażu diagnostycznego**, wykonaną za pomocą kwestionariusza ankiety zawierającego pytania zamknięte, przeprowadzonej bezpośrednio z respondentami przez autora niniejszej pracy (załącznik 4).
- metodę **wywiadu bezpośredniego**. Polega ona na zadawaniu pytań respondentom, które dotyczą nie tylko faktów lub stosunku do nich, lecz także prób ich wyjaśnienia i przewidywania (Stempień i Rostocki 2013). W niniejszej pracy stosowano metodę wywiadu po wypełnieniu ankiety przez respondentów.
- metody **prezentacji graficznej**. Wśród nich wykorzystano metody:
 - graficznego przedstawienia danych (diagramy, wykresy), które sporządzone były przy użyciu programów Microsoft Excel oraz Statistica,
 - geograficznego przedstawienia danych (kartogramy), które sporządzone były przy użyciu oprogramowania QGIS i ArcGIS.

Pokazane na rycinach wartości liczbowe wyrażone w sposób skokowy tzn. w przedziałach, przedstawiają wartości zaokrąglone. Etykiety danych górnej granicy jednego przedziału klasowego pokrywają się z dolną granicą kolejnego przedziału klasowego, zgodnie z przykładami legend zamieszczonych w podręczniku Ratajskiego (1989). Jak podaje Czerny (2003), dla wartości liczb rzeczywistych, klasy należy opisywać w sposób nierozłączny, gdyż

w przeciwnym razie niektóre wartości nie będą należały do żadnej z klas. Ponadto przedziały prezentowane na rycinach należy traktować jako prawostronnie domknięte.

Do wykonania określonych rycin wykorzystano oprogramowanie CorelDraw. Obliczenia wykonywano przy użyciu programów Statistica, Microsoft Excel oraz QGIS.

2. Lokalizacja elektrowni wiatrowych w świetle teorii lokalizacji

Pojęcie lokalizacji

Lokalizacja (łac. locaro – umieścić) oznacza umiejscowienie. Termin ten „pojmowany jest w dwojakim znaczeniu:

- a) jako czynność związana ze sposobem, procedurą wyboru miejsca realizacji inwestycji z punktu widzenia osiągnięcia określonych celów;
- b) jako rezultat tej czynności, tj. miejsce umożliwiające realizację założonych celów”
(Stryjakiewicz 1988).

W pierwszym, dynamicznym rozumieniu lokalizacji, występują dwie sytuacje decyzyjne. Mianowicie, można dokonywać tzw. lokalizacji ogólnej i szczegółowej. **Lokalizacja ogólna** polega zazwyczaj na wyborze określonego regionu, a następnie miejscowości, w których mógłby być zlokalizowany rozpatrywany obiekt. Odbywa się to najczęściej na podstawie eliminacji jednostek przestrzennych niespełniających kryteriów stawianych przez inwestora. **Lokalizacja szczegółowa** polega na wyborze konkretnej działki, koncentruje się na oznaczeniu terenu realizacji danego przedsięwzięcia. Jest to zatem wybór rozwiązania optymalnego w zbiorze rozwiązań dopuszczalnych i wiąże się ze sporządzeniem projektu zagospodarowania i rozmieszczenia poszczególnych elementów obiektu, określeniem jego relacji do innych obiektów i infrastruktury. Ocena dotychczasowej lokalizacji może ulec modyfikacji ze względu na zmieniające się w czasie walory oraz wymagania lokalizacyjne. Przejawia się to w dwóch sposobach działania: **rekonwersji**, czyli poszukiwaniu nowej działalności gospodarczej w danym miejscu oraz **relokacji**, czyli poszukiwaniu nowego miejsca dla działalności dotychczasowej (Wieloński 2005). W związku z tym „lokalizację należy traktować nie jako jednorazową decyzję, trwały stan rzeczy, lecz jako ciągły (od momentu powstania potrzeby realizacji określonej inwestycji) proces jej przystosowywania się (adaptacji) do warunków przyrodniczych, społeczno-ekonomicznych, politycznych” (Stryjakiewicz 1988). Przedmiotem lokalizacji jest najczęściej pojedynczy obiekt, grupa obiektów jednego rodzaju działalności gospodarczej lub grupa obiektów różnych rodzajów działalności gospodarczej. Działalność gospodarcza dokonuje się w przedsiębiorstwach i obejmuje produkcję wyrobów i (lub) usług. Podmioty gospodarcze działają na własny rachunek w celu osiągnięcia korzyści materialnych (zysku) (Wieloński 2005). Są one wyodrębnione prawnie, organizacyjnie, terytorialnie i ekonomicznie.

„Teoria lokalizacji sformułowana i rozwinięta została w celu wyjaśnienia i prognozowania rozmieszczenia różnych kategorii działalności gospodarczej” (Parysek 1997).

Ma ona swój mikro- i makroekonomiczny wymiar. W sensie mikroekonomicznym poszukiwana jest lokalizacja działalności gospodarczej przez pojedynczy zakład produkcyjny lub usługowy, optymalna pod względem kosztów i korzyści, biorąc pod uwagę ceny rynkowe i pewien stan równowagi na rynku. W sensie makroekonomicznym poszukiwane są efektywne struktury przestrzenne dla gospodarki, dla obszaru jako całości (regionu). W tym sensie teoria lokalizacji jest częścią szeroko rozumianej teorii gospodarki przestrzennej (Parysek 1997).

2.1. Przegląd teorii lokalizacji

Klasyczne i neoklasyczne teorie lokalizacji

Najstarszą z tzw. klasycznych teorii lokalizacji jest **teoria Thüнена** (1826). Podjęto w niej próbę wyjaśnienia rozmieszczenia produkcji rolnej wokół miasta stanowiącego rynek zbytu dla produktów rolnych. Założono, że na całym obszarze otaczającym miasto są jednakowe warunki naturalne i transportowe. Podstawowym czynnikiem decydującym o lokalizacji jest odległość od rynku zbytu. W związku z tym wokół miasta formują się określone strefy rolnicze. Najbliżej miasta występują gospodarstwa specjalizujące się w intensywnej produkcji, następnie gospodarka leśna, rolnictwo ekstensywne oraz chów zwierząt z uprawą zboża na potrzeby własne. Głównym powodem formowania się stref rolniczych jest dążenie producentów do uzyskania z jednostki powierzchni ziemi maksymalnej różnicy między przychodami ze sprzedaży a kosztami transportu (tzw. renta gruntowa) (Wieloński 2005). Za rynek zbytu można uważać – nie tylko jak Thünen – miasto, lecz także zakład przetwórczy (Stryjakiewicz 1988). Nurt teorii lokalizacji oparty na rachunkach kosztów kontynuowali Launhardt (1882), Weber (1909) oraz Predöhl (1925).

Launhardt (1882) był pierwszym badaczem, który sformułował teorię lokalizacji dotyczącą bezpośrednio zakładu przemysłowego (Dzikowska 2012). Określał on optymalną lokalizację dla zakładu przemysłowego przy założeniach, że zakład ten wytwarza tylko jeden produkt po stałych kosztach, występuje stały rynek zbytu oraz dwie stałe lokalizacje źródeł surowców (Budner 2004). Optymalna lokalizacja przedsiębiorstwa znajdowała się w miejscu o minimalnych całkowitych kosztach transportu przypadających na jednostkę produkcji (Dzikowska 2012).

Weber (1909) wprowadził pojęcie czynnika lokalizacji, „rozumianego jako rodzaj wyraźnie określonej korzyści (oszczędności kosztów), która powstaje w działalności gospodarczej, kiedy ta działalność występuje w danym miejscu” (Stryjakiewicz 1988).

Wyróżnił on trzy czynniki lokalizacji: koszty transportu, koszty pracy i korzyści aglomeracji (Wieloński 2004). Według Webera koszty transportu mają podstawowe znaczenie przy wyborze lokalizacji przedsięwzięcia, która nieznacznie podlega modyfikacjom ze względu na pozostałe dwa czynniki lokalizacji (Godlewska 2001). Z tego względu, w pierwszej kolejności określa się punkt minimalnych kosztów transportu, a następnie uwzględnia koszty pracy oraz korzyść aglomeracji, powodujące odchylenia (dewiację) od wyznaczonego punktu (Domański 2002). Weber wprowadził ponadto pojęcie wskaźnika materiałowego tj. stosunku wagi surowca zlokalizowanego do wagi gotowego produktu (Strykiewicz 1988). Można go identyfikować z jednostkowym zużyciem surowców w procesie produkcyjnym (Godlewska 2001). W zależności od wartości wskaźnika materiałowego wyróżniono orientację surowcową (w miejscu występowania surowca) lub rynkową (w miejscu rynku zbytu). Jeżeli wartość wskaźnika jest większa od 1, należy wybrać lokalizację surowcową, jeżeli jest mniejsza niż 1 – rynkową, natomiast jeżeli jest równa 1 - lokalizacja ma charakter obojętny (Godlewska 2001). Teoria Webera ma zastosowanie we współczesnych gałęziach przemysłu o niskim stopniu przetworzenia surowców, takich jak np. przemysł hutniczy, cementowy, drzewny (Godlewska 2001).

Predöhl (1925) zwrócił uwagę, iż szczegółowe teorie rolnictwa i przemysłu (Thünera i Webera) nie mają związku z ogólną teorią ekonomii (Domański 2002). W związku z tym na podstawie teorii Thünera (1826) i Webera (1909) wyprowadził własną teorię lokalizacji. Stworzył teorię **substytucji przestrzennej** czynników produkcji. Substytucja jest funkcją względnych cen czynników produkcji występujących w różnych miejscach i kosztów ich transportu (Domański 2002). Założono brak postępu technicznego oraz jednorodność przestrzeni. W celu obniżania kosztów produkcji można zastępować czynniki mniej wydajne - bardziej wydajnymi, gdyż ich właściwości i ceny są niejednakowe w różnych miejscach (Domański 2002). Zastępowanie czynników (substytucja) ma miejsce do momentu, w którym jakakolwiek zmiana w polepszaniu proporcji czynników przynosi więcej strat niż korzyści (Domański 2002). Predöhl nawiązał do teorii Thünera i Webera stwierdzając, że badano w nich kombinację różnych czynników, zatem są szczególnymi przypadkami jego ogólnej teorii lokalizacji (Domański 2002).

Analizując teorie lokalizacji, należy zwrócić uwagę na teorię **bazy ekonomicznej**. Za jej autora uważa się **Sombarta** (1916-1928) (Wieloński 2004). Wiąże się ona z określeniem roli czynników rozwoju jednostki osadniczej (miasta), które mają charakter endogeniczny (endogeny) lub egzogeniczny (egzogenny) (Parysek 1997). Czynniki egzogeniczne pełnią funkcje miastotwórczą, zalicza się do nich produkcję dóbr materialnych na rynek ponadlokalny.

Czynniki endogeniczne mają charakter lokalny, zalicza się do nich usługi (Wieloński 2004). W związku z tym, rozwój sektora usług zależny jest od rozwoju produkcji dóbr materialnych (Nowosielska 1994 za: Wieloński 2004). Rozwój funkcji miastotwórczej powoduje rozwój sektora usług, co przyczynia się do utworzenia nowych miejsc pracy oraz do wzrostu dochodów i poziomu życia ludności miasta. Współcześnie uznaje się, że usługi również mogą pełnić funkcję miastotwórczą, gdyż część z nich ma charakter ponadlokalny (np. banki, giełdy towarowe, instytuty badawcze) (Wieloński 2004).

Christaller (1933) stworzył **teorię ośrodków centralnych** stwierdzając, iż jest ona uzupełnieniem do teorii Thünera i Webera. Uważa się ją za teorię lokalizacji usług (Wieloński 2004). Autor określał prawa dotyczące formowania się systemu osadniczego (Domański 2002). Składały się na niego miasta charakteryzujące się określoną hierarchią. Według Christallera miasto było centrum społeczności regionalnej oraz ośrodkiem, który pośredniczył w handlowej obsłudze tej społeczności (Domański 2002). O pozycji w hierarchii decydowały instytucje określające centralność danego ośrodka, spośród których ogromna większość zaliczała się do działalności usługowych (Wieloński 2004). Centralność świadczonych usług określała pozycję danego miasta w hierarchicznej strukturze ośrodków osadniczych oraz przyporządkowywała mu rynek odpowiedniej skali przestrzennej (Parysek 1997). Hierarchiczność przejawiała się występowaniem ośrodków wyższego oraz niższego rzędu. Ośrodki wyższego rzędu spełniały więcej funkcji centralnych oraz obejmowały większe obszary, ponadto oferowały również usługi i dobra niższego rzędu (Domański 2002). Według teorii ośrodków centralnych większe szanse rozwoju posiadały ośrodki duże, posiadające większą bazę ekonomiczną (Parysek 1997). Wynikało to z założenia, iż w celu nabycia usług nieoferowanych w ośrodkach niższego rzędu, mieszkańcy będą ciężyli do najbliższego ośrodka wyższego rzędu (Wieloński 2004). Zasięg oddziaływania ośrodków centralnych rozumiany był jako odległość w sensie ekonomicznym tj. w kategoriach czasu i kosztu (Domański 2002). Z tego względu obszary rynkowe miały kształt sześcioboków foremnych (heksagonów), które jednocześnie były najbardziej efektywne ekonomicznie oraz zapewniały najlepszą dostępność do ośrodka centralnego (w warunkach jednorodnej przestrzeni) (Domański 2002). Hierarchia systemu przejawiała się w założeniu, że obszary wyższego rzędu są wielokrotnością obszarów niższego rzędu (Godlewska 2001). Ponadto ośrodkom wyższego rzędu podporządkowane były ośrodki niższego rzędu. Występował jeden główny ośrodek, a stały stosunek liczebności szczebli hierarchicznym wynosił trzy (iloraz postępu geometrycznego) (Domański 2002). Teoria Christallera poddawana była modyfikacjom, takim jak założenia, że mieszkańcy ośrodków

niższego rzędu podróżują do ośrodków wyższego rzędu nie najbliższych oraz, że występują powiązania między ośrodkami tego samego rzędu (Wieloński 2004).

Teorię lokalizacji rozwinął również **Lösch** (1940). Według jego teorii to popyt stanowi główny czynnik lokalizacji. Produkcja powinna być zakładana w miejscu największego zysku osiągniętego ze sprzedaży. Podmioty gospodarcze działają na rynku wolnej konkurencji, w związku z tym występuje tendencja do maksymalizacji ich liczby. Każde przedsiębiorstwo zmniejsza obszary rynkowe swoich konkurentów. „Lokalizacja przedsiębiorstw ustala się jako wypadkowa dwóch przeciwstawnych sił: maksymalizacji indywidualnych zysków i maksymalizacji liczby podmiotów gospodarczych” (Domański 2002). Prowadzi to do przestrzennej równowagi działalności gospodarczej. Sednem dzieła Lösch’a jest **teoria regionu ekonomicznego** (krajobrazu gospodarczego). Podobnie jak w teorii Christallera, idealnym ekonomicznie kształtem obszaru rynkowego jest sześciobok foremny (heksagon). Jednak w teorii Lösch’a stały stosunek liczebności szczebli hierarchicznych może przyjmować różne wartości. Ponadto wielkość sześcioboków tworzących sieć obszarów rynkowych jest odmienna dla dóbr różnego rodzaju. Aby je uporządkować, należy ułożyć je tak, aby miały przynajmniej jeden wspólny punkt środkowy oraz sieci obszarów należy obracać wokół tego ośrodka tak długo, aż uzyska się sześć sektorów z licznymi i sześć sektorów z nielicznymi miejscami produkcji (Domański 2002). Dzięki temu każdy z sektorów obejmuje wiele rodzajów przedsiębiorstw. Dodatkowo, proces ten tworzy warunki do rozwoju wielkiego miasta (aglomeracji) względem lokalizacji produkcyjnych, maksymalizuje przepływy lokalne i minimalizuje całkowitą odległość między punktami produkcyjnymi. Ponadto w teorii stwierdzono, iż dobra spożywane powszechnie będą posiadały małe rynki zbytu, a ich produkcja będzie odbywać się w dużej liczbie miejsc. Natomiast dobra nabywane rzadko będą posiadały rozległe rynki zbytu, a ich produkcja będzie odbywać się w małej liczbie miejsc (Domański 2002). Jednostki osadnicze nie mają - w przeciwieństwie do teorii Christallera – przypisanego stałego miejsca w hierarchii. Produkując towar przekraczający potrzeby na swoim obszarze rynkowym, sprzedaje się nadwyżkę na sąsiadujących obszarach. Zatem odpowiednio zwiększając wydajność, jednostka niższego rzędu może zostać jednostką wyższego rzędu. Uwzględniając koszty transportu, całkowity popyt na produkcję towarową będzie malejącą funkcją odległości od miejsca produkcji (Domański 2002).

Isard (1956) stworzył teorię, będącą syntezą i rozwinięciem poprzedzających ją teorii lokalizacji. Isard (1956) w szczególności nawiązał do modelu Predöhl’a (1925), rozbudowując go o substytucyjne ujęcie nakładów transportowych (Szymańska, Płazik 2014). Nakład transportowy definiuje jako przemieszczenie jednostki wagi na jednostkę odległości. Należy go

traktować jak każdy inny zbiór nakładów w procesie produkcyjnym (ziemia, kapitał, praca) (Domański 2002). Możliwa jest zatem substytucja nakładów na transport na nakłady na surowce i przetwory. Zwiększając nakłady na transport można sprowadzić tańsze surowce i przetwory z odleglejszych punktów od ich droższych odpowiedników, dostępnych bliżej (Dzikowska 2012). Możliwe kombinacje czynników produkcji w różnych miejscach mogą być odmienne, w związku z tym obszary będące potencjalnymi miejscami lokalizacji przedsiębiorstwa mają charakter substytucyjny. Wybierana jest taka lokalizacja, w której łączny koszt zastosowanej kombinacji czynników produkcji jest najmniejszy (Domański 2002; Dzikowska 2012). Isard (1956) dokonał operacjonalizacji problemu Webera (1909) stwierdzając, że minimalizacja kosztów transportu następuje, gdy „krańcowa stopa substytucji między dwoma nakładami transportu jest równa odwrotności ich cen oraz stopa ta jest malejąca” (Domański 2002).

Omówione klasyczne i neoklasyczne teorie lokalizacji bazują na określonych założeniach próbując wyjaśniać kwestie produkcji i cen. Nie tłumaczą one innych problemów wewnętrznych i zewnętrznych przedsiębiorstwa (np. relacji z nabywcami). Dalszy rozwój teorii lokalizacji polega na wprowadzeniu do niej czynników zweryfikowanych praktycznie (Rumelt i in. 1991, Gorynia 1998 za: Borowski 2013). Konieczność modyfikacji i krytycznego podejścia do klasycznych i neoklasycznych teorii lokalizacji wynika ze zmieniającej się rzeczywistości (m.in. postępu technicznego, globalizacji).

Współczesne nurty teorii lokalizacji

Perroux (1955) stworzył **teorię biegunów wzrostu (teorię polaryzacji)**. Można uznać ją za nawiązanie do teorii lokalizacji z tego względu, iż dana jednostka rozwojowa (biegun wzrostu) przyczynia się do tworzenia określonych czynników sprzyjających lokalizacji przedsięwzięcia. Biegun wzrostu może indukować działalność inwestycyjną ze względu na liczne i intensywne powiązania z innymi dziedzinami działalności gospodarczej i społecznej (Parysek 1997). „Perroux określił biegun wzrostu jako dominującą jednostkę gospodarczą, prowadzącą działalność produkcyjną (przedsiębiorstwo przemysłowe, grupa przedsiębiorstw przemysłowych, gałąź przemysłu)” (Wieloński 2005). Jego występowanie przyczynia się do tworzenia miejsc szczególnie uprzywilejowanych pod względem rozwoju społeczno-gospodarczego (Parysek 1997). Pojęcie biegunów wzrostu związane jest z pojęciem polaryzacji, która oznacza wyraźne zaznaczanie się różnic między obszarami rozwojowymi a pozostałymi obszarami. Bieguny wzrostu powodują wzrost i koncentrację działalności

gospodarczej, w związku z czym występuje brak równowagi pomiędzy obszarami geograficznymi i zlokalizowanymi tam gałęziami (Parysek 1997). Po pewnym czasie, za sprawą efektu mnożnikowego, możliwe jest powstanie nowych jednostek napędowych, co prowadzi do wtórnej polaryzacji regionu (Godlewska 2001). Teoria ta ulegała licznym modyfikacjom. Z biegiem czasu za jednostki wzrostu uznano także m.in.: infrastrukturę techniczną, węzły komunikacyjne, lotniska, centra administracji i zarządzania, uniwersytety, banki (Parysek 1997). Teoria biegunów wzrostu (polaryzacji) była również rozwijana przez m.in.: Boudeville'a (1956), Mydrała (1957) Hirschmana (1958), Portiera (1963), Paelincka (1965).

Rozwój społeczno-gospodarczy podlega określonym prawidłowościom zmian występujących w czasie. Prawidłowości te zostały zdefiniowane za pomocą tzw. **fazowych modeli rozwoju** (Gałązka 2017). Wśród nich wyróżnić można **koncepcję cyklu życia produktu** oraz **teorię dojrzałości firmy**. Pierwsza z teorii odnosi się do cyklu ewolucyjnego produktu, natomiast druga do cyklu ewolucyjnego przedsiębiorstwa. Koncepcję cyklu życia produktu jako pierwszy wprowadził Vernon (1966, 1979, 1996). W literaturze teoria ta znalazła szczególne odzwierciedlenie w teorii lokalizacji wysoko zaawansowanych działalności (Resmer 2015). Przyjęto, iż produkt występuje na rynku dopóki istnieje na niego zapotrzebowanie, które może trwać kilka tygodni, kilkadziesiąt, a nawet kilkaset lat (Szwajca 2013). Na cykl życia produktu składają się trzy fazy: rozwoju (innowacji), dojrzałości (wzrostu), standaryzacji (Godlewska 2001; Resmer 2015). Często wymienia się również czwartą fazę – opadanie (spadek sprzedaży produktu) (Zajdel 2011; Szwajca 2013). W fazie rozwoju rozpoczyna się wprowadzanie produktu na rynek. Jego sprzedaż jest niewielka, wzrasta powoli, a cena jest zazwyczaj wysoka. Przedsiębiorstwo ponosi wysokie nakłady kapitałowe związane z opracowaniem produktu, jego promocją i dystrybucją. W tej fazie najkorzystniejsza jest lokalizacja przedsiębiorstwa w aglomeracji miejsko-przemysłowej lub regionach wysoko rozwiniętych. W fazie dojrzałości, produkt oraz technologia są doskonałe. Następuje sprzedaż na większą skalę. W celu zmniejszenia jednostkowych kosztów produkcji, atrakcyjne stają się lokalizacje w regionach słabiej rozwiniętych ekonomicznie. W fazie standaryzacji następuje nasycenie rynku nowym produktem. Tempo sprzedaży ulega stabilizacji i spowolnieniu. Produkt jest powszechnie dostępny, a produkcja przenoszona jest w strefy peryferyjne. W fazie spadku nabywcy tracą zainteresowanie produktem, przez co jego sprzedaż znacząco spada. Wzrastają jednostkowe koszty produkcji, a co za tym idzie dalsze jego wytwarzanie staje się nieopłacalne. W związku z tym następuje wycofanie produktu z rynku. Długość trwania poszczególnych faz jest uzależniona od rodzaju produktu (jego

nowoczesności). Produkty tradycyjne (o długiej fazie standaryzacji) lokalizowane są w małych ośrodkach osadniczych, natomiast nowoczesne (o krótkim cyklu życiowym) lokalizowane są w ośrodkach innowacyjnych. Niemniej, zawsze obserwowany jest pewien ruch lokalizacyjny, od centralizacji i koncentracji do decentralizacji i rozproszenia produkcji. W **teorii dojrzałości firmy** również wyróżnia się określone fazy rozwoju, które w tym przypadku dotyczą przedsiębiorstwa. W koncepcji klasycznej wyróżnia się cztery fazy: narodziny (powstanie), wzrost, dojrzałość i schyłek (likwidacja) (Nowak 2013). Według Godlewskiej (2001) na cykl życia przedsiębiorstwa składają się fazy: innowacyjna, masowej produkcji i penetracji rynków, nasycenia rynków, regionalizacji. Jak zauważa Nowak (2013) w istniejących modelach najczęściej wyróżnia się od 3 do 10 faz (mają one charakter umowny). Wasilczuk (2004) (za: Nowak 2013) dokonała przeglądu modeli teorii dojrzałości firmy, wśród autorów tych modeli wymieniono m.in. autorów takich jak: Dodge i Robbins (1992), Monstedten (1995), Chełpa (1996), Adizes (1998), Targalski (2009). Niezależnie od podejścia autorów, wszystkie koncepcje mają cechy wspólne. W początkowych fazach, przedsiębiorstwo koncentruje produkcję w ośrodkach przemysłowych, w pobliżu zaplecza naukowo-badawczego. Następnie, przechodząc od produkcji masowej, dochodzi do nasycenia rynków. W tym czasie ma miejsce rozwój przestrzenny firmy. Preferowana jest lokalizacja w pobliżu rynków zbytu. W ostatnich fazach, wskutek utraty dotychczasowej przewagi konkurencyjnej, poszukiwane są nowe lokalizacje w skali międzyregionalnej lub międzynarodowej (Godlewska 2001).

Cechą charakterystyczną teorii lokalizacji jest występowanie racjonalnego człowieka, który świadomie i racjonalnie kształtuje swoją sytuację ekonomiczną. Posiada on pełną informację o napotykanym problemach oraz jest w pełni świadomy, jakie konsekwencje przyniosą określone działania i wybory (Pred 1967 za: Wieloński 2005). W praktyce, zamiast racjonalnego człowieka, występuje decydent z ograniczoną racjonalnością działania. Posiada on niepełny zakres wiedzy i (lub) brak umiejętności jej wykorzystania (Godlewska 2001). Istniejącą lukę w teorii lokalizacji wypełniło **podejście behawioralne**. Wprowadziło ono do procedury wyboru lokalizacji decydenta z ograniczoną racjonalnością, posiadającego pozaekonomiczne, subiektywne pobudki podejmowanych decyzji. Behawioralna teoria przedsiębiorstwa sformułowana została przez Simona (1947; 1955), a następnie rozwinięta m.in. przez Hursta, Hamiltona, Toernqvista, Schmennera, Preda (Godlewska-Majkowska 2013). Głównym czynnikiem decyzji lokalizacyjnej są przesłanki personalne. Decydent wybiera lokalizację w miejscu zamieszkania. Plusem takiej decyzji jest fakt, iż posiada o nim największą wiedzę. Ponadto występuje pozytywne nastawienie władz lokalnych (Godlewska 2001). Niepełna informacja o rzeczywistości skłania również decydentów do naśladowania

konkurencji i lokalizowania działalności na obszarach przez nią poznanych i wybranych. Takie działanie nazwane jest efektem imitacji (Godlewska 2001). Brak pełnej informacji wprowadza znaczne elementy niepewności i ryzyka. Elementy te należy traktować jako rodzaj kosztów ponoszonych przez przedsiębiorców (Wieloński 2005). Według Siemińskiego (2003) (za: Wieloński 2005) groźba konfliktu między społecznością lokalną a przedsiębiorcą również może wpływać na wysokość kosztów. Konflikt występuje, gdy inwestycja w znacznym stopniu wpływa na dotychczasowe sposoby użytkowania przestrzeni. Zgodnie z podejściem behawioralnym, decydent szuka lokalizacji zadowalających, a nie lokalizacji optymalnych (Wieloński 2005).

Współczesne tendencje lokalizacji wyjaśniane są również m.in. za pomocą **koncepcji sieci** (network) **lub usieciowienia** (networking). Szybko zmieniająca się przestrzenna organizacja działalności gospodarczej wywołana ewolucją gospodarki, a także wyłonienie się postmodernistycznych trendów w nauce, spowodowały pojawienie się prób poszukiwania koncepcji pełniej objaśniających zachodzące zmiany w przedsiębiorstwach. Jedną z nich jest teoria sieci przemysłowych (industrial networks) nazywana również ogólniej sieciami biznesu (business networks) (Stryjakiewicz 2001). Punktem wyjścia tych teorii jest przyjęcie funkcjonowania przedsiębiorstwa jako łańcucha różnych działań tworzących wartość dodaną (Wieloński 2005). W związku z tym, silnie eksponowana jest rola relacji w kształtowaniu organizacji przestrzennej gospodarki. Sieć przemysłowa, nazywana również siecią biznesu (business network), w przeciwieństwie do hierarchicznego modelu fordowskiego¹⁵, charakteryzuje się sieciowym łańcuchem wartości. Wewnątrz sieci, w pewnych segmentach działalności lub na pewnych rynkach, te same przedsiębiorstwa konkurują, w innych – współpracują. W ten sposób czerpią dodatkowe korzyści z dostępu do zasobów i zdolności niezależnych partnerów (Wieloński 2005). Relacje mogą zachodzić między przedsiębiorcą, zakładem przemysłowym, przedsiębiorstwem, organizacją, rządem państwa, instytucją ponadnarodową. Są to uczestnicy gry ekonomicznej (aktorzy) (Lambooy 1991, za: Stryjakiewicz 2001). Sieciowa forma organizacji zapewnia większą elastyczność niż w ramach wewnętrznej, zhierarchizowanej organizacji, jednocześnie charakteryzuje się większą stabilnością działalności niż relacje czysto rynkowe, dzięki stosunkowo trwałym relacjom z innymi firmami, dostawcami, odbiorcami produktów i innymi instytucjami (Stryjakiewicz 2001). Różnorodność sieci biznesu łączy cztery wspólne cechy: współzależność aktorów,

¹⁵ Hierarchiczny model fordowski charakteryzuje się pionowym łańcuchem wartości. „Każde przedsiębiorstwo zajmuje określoną pozycję i ma wyraźne granice. Przedsiębiorstwa kolejno dodają wartość dóbr, a następnie przekazują je następnemu podmiotowi w łańcuchu” (Dicken 1998 za: Wieloński (2005).

wzajemność świadczeń (brak pełnego podporządkowania, wymiana dwustronna), luźne powiązania (otwartość i autonomia wobec partnerów), władza (relacja dominacja-podporządkowanie, jednak bez charakteru absolutnego) (Grabher 1993 za: Stryjakiewicz 2001). Wymiar przestrzenny w koncepcji usieciowienia odgrywa istotną rolę m.in. ze względu na fakt, iż podobnie jak przedsiębiorstwa, jednostki terytorialne są w niej aktorami (Stryjakiewicz 2001). Ponadto atrybutem każdej sieci jest *embeddedness* (Stryjakiewicz 2001). Pojęcie to oznacza umocowanie działalności ekonomicznej w jej otoczeniu (Grzeszczak 1999 za: Stryjakiewicz 2001). Inaczej mówiąc, jest to „wyposażenie danego obszaru w elementy sprzyjające (bądź niesprzyjające) kształtowaniu się różnych typów relacji” (Stryjakiewicz 1999). Koncepcje usieciowienia mają dużo cech wspólnych z teoriami zawartymi w pracy Marshalla (1890). Marshall (1890) (za: Wieloński 2005) jako pierwszy zwrócił uwagę na powiązania w ramach aglomeracji przedsiębiorstw. Wprowadził on pojęcie **okręgu przemysłowego**. Określał nim terytorialne skupiska małych przedsiębiorstw o charakterze rzemieślniczym. Ich ścisła współpraca w ramach sieci pozwoliła na osiągnięcie korzyści zewnętrznych, wynikających z korzyści skali oraz różnorodności. Sieci przemysłowe mają wymiar od lokalnego do globalnego i tworzone są przez małe, średnie, jak i duże przedsiębiorstwa (Wieloński 2005).

Teorię usieciowienia kontynuował Porter (2001) tworząc **teorię gron (klastrów)**, będącą rozwinięciem koncepcji Marshalla. Grono jest to terytorialnie powiązana grupa przedsiębiorstw wraz z towarzyszącymi instytucjami, działającymi w pokrewnych sektorach, połączona podobieństwami i wzajemnie się uzupełniająca. Grono może obejmować różny zasięg geograficzny, od jednego miasta, poprzez kraj, do nawet grupy sąsiednich krajów (Godlewska 2001). Według Portera, uwarunkowania lokalne są źródłem konkurencyjności międzynarodowej produktów (Wieloński 2005). Oznacza to, że miejscowa tradycja wynikająca z bliskości geograficznej i kulturowej może stanowić przewagę konkurencyjną w związku z oferowaniem produktów, będących udoskonalanymi w procesie wieloletniej oceny i odrzucenia przez konsumentów ich gorszych wersji. Konkurencja ma zatem charakter dynamiczny i oznacza zdolność do innowacji (Wieloński 2005). Dla grona kluczowe są korzyści sieci. W jego skład często wchodzi firmy należące do jednego łańcucha wartości dodanej, zazwyczaj nie konkurujące ze sobą bezpośrednio (Godlewska 2001).

W latach 80. XX wieku, David (1985) i Arthur (1989) wysunęli ideę *path dependence* (**koncepcja zależności od ścieżki**). Autorzy dostrzegli, iż w pewnych szczególnych sytuacjach, dochodziło do upowszechnienia się produktu (rozwiązania), który był gorszy niż inne istniejące lub pojawiające się z czasem alternatywne dobra zaspokajające tę samą potrzebę (Dzionek-

Kozłowska 2009, 2010). Jako przykład David (1985) podał rozpowszechnienie się klawiatury typu QWERTY. Według autora, standard ten upowszechnił się w związku z wydarzeniami, które miały miejsce we wczesnym etapie rozwoju produkcji maszyn, ponadto konsumenci nie chcieli ponosić dodatkowych kosztów związanych z opracowaniem i wdrożeniem nowego rozwiązania. W związku z tym stwierdzono, że o sukcesie danego produktu często decyduje przewaga zdobyta na początkowym etapie produkcji (Dzionek-Kozłowska 2010). Mahoney (2000) (za: Godlewska-Majkowska 2013) zdefiniował ścieżkę rozwoju jako „sekwencję czasową uporządkowanych i przyczynowo połączonych wydarzeń, z których każde jest zarówno reakcją na wydarzenia wcześniejsze, jak i przyczyną wydarzeń późniejszych.” Gwosdz (2014) zależność od ścieżki rozumiał jako typ rozwoju, którego kierunek ewolucji kształtowany jest przez dotychczasową historię. Idea koncepcji zależności od ścieżki zaimplementowana została do wyjaśniania rozmieszczenia przestrzennego przedsiębiorstw. Najogólniej, zależność od ścieżki oznacza, że na wybór lokalizacji wpływ mają czynniki o genezie historycznej, związane z ewolucją struktur przestrzennych (Godlewska-Majkowska 2013). Wyróżnia się dwa nurty zależności od ścieżki, szeroki i wąski (Jasiński 2010). Pierwszy nurt ogranicza się do stwierdzenia, że „historia ma znaczenie”. Utrzymywany jest raz wybrany kierunek, który wyznacza trajektorię dalszego rozwoju. Dotyczy to zwłaszcza tzw. regionów przemysłu tradycyjnego. Zmiana określonej ścieżki powodowałaby wysokie koszty (Jasiński 2010). Wyznaczona ścieżka rozwoju powoduje efekt zamknięcia regionu (lock-in). Według Grabhera (1993) (za: Godlewska-Majkowska 2013) można wyróżnić trzy rodzaje zamknięcia regionu: funkcjonalne, mentalne i polityczne. Pierwszy z nich polega na wytworzeniu bliskich relacji pomiędzy przedsiębiorstwami w regionie. Relacje te przejawiają się w utrwaleniu dostaw surowców i materiałów przez mniejsze przedsiębiorstwa do większych przedsiębiorstw, co może prowadzić do wyeliminowania potrzeby dostaw spoza regionu, a także spadku kosztów transakcyjnych poprzez występowanie stabilności i przewidywalności zapotrzebowania na surowce i materiały. Zamknięcie mentalne związane jest z komunikacją w sprawach biznesowych. Wytworzone relacje pomiędzy przedsiębiorstwami powodują, iż nie godzą się one na przyjmowanie kapitału z zewnątrz regionu, co utrudnia wejście na dany rynek innym firmom. Zamknięcie polityczne polega na zachowaniu istniejących, tradycyjnych struktur przemysłowych. Spowalnia to proces restrukturyzacji oraz innowacyjność danego regionu (Godlewska-Majkowska 2013). W wąskim ujęciu koncepcji zależności od ścieżki o przewadze danego produktu (przedsiębiorstwa) decyduje nieprzewidywalne wydarzenie, które następnie nadaje kierunek, który ma charakter przewidywalny, przyczynowo - skutkowy. Ujęcie to wyjaśnia utrzymywanie się na rynku technologii (produktów), pomimo istnienia ich

udoskonalonych odpowiedników (Jasiński 2010). Historyczne wydarzenie tworzy szanse na rozwój lokalizujących się w danym regionie przedsiębiorstw. Występującą w tym przypadku zależność od ścieżki przedstawił Martin (2009) (za: Godlewska-Majkowska 2013): historyczne wydarzenie lub zdarzenie losowe powoduje tworzenie elementów samoorganizacji przestrzennej, następnie dochodzi do zamknięcia regionalnego, po czym następuje faza otwarcia ścieżki w wyniku destabilizacji lub zniszczenia wzorca lokalizacyjnego. Godlewska-Majkowska (2013) zwraca uwagę, iż kluczową kwestią dla nurtu zależności od ścieżki jest rozpoznanie mechanizmów przyczyniających się do rozwoju przedsiębiorstw w określonych regionach. Jako siły napędowe rozwoju autorka wymienia korzyści aglomeracji oraz wydzielenie się przedsiębiorstw typu spin-off¹⁶. Oba czynniki dostarczają alternatywnego wyjaśnienia kształtowania się koncentracji przemysłu. Początkowe korzyści aglomeracji tworzą potencjalną podaż przedsiębiorców oraz wykwalifikowanej siły roboczej. Firmy typu spin-off przyczyniają się do transferu wiedzy oraz skutecznych procedur do nowych firm. Niemal zawsze lokowane są one w regionie firmy macierzystej. Ponadto transfer wiedzy częściej występuje u bliskich geograficznie przedsiębiorstw. Wynikająca z tego dynamika przemysłowa i przestrzenna pociąga za sobą *zależność od ścieżki* od silnego, regionalnego lidera, a gdy wzór przestrzenny ustabilizuje się historycznie, staje się w dużej mierze nieodwracalny (Boschma, Frenken 2006).

Od końca XX wieku dynamicznie rozwija się teoria lokalizacji pod nazwą **nowej geografii ekonomicznej** (ang. new economic geography - NEG) (Resmer 2015). Zapoczątkowanie tego nurtu utożsamiane jest z pracą Krugmana (1991). NEG do pozostającego w długim okresie aprzestrzennego głównego nurtu ekonomii przywróciła problematykę przestrzeni (Brodzicki 2014). Koncepcja ta skupia się na wyjaśnieniu przyczyn koncentrowania się produkcji przemysłowej w postaci układu rdzeń – peryferia (Piętań 2014). Krugman (1998) zwrócił uwagę, iż istnieje konflikt między siłami, które mają tendencje do promowania koncentracji geograficznej (siły dośrodkowe) oraz dekoncentracji (siły odśrodkowe). Siły dośrodkowe odpowiadają za efekt polaryzacji, a odśrodkowe za nierównomierne rozłożenie przedsiębiorstw w przestrzeni (Piętań 2014; Resmer 2015). Fujita i Krugman (2004) jako kwestię definiującą nową geografie ekonomiczną określili wyjaśnianie formowania się różnych typów aglomeracji (także koncentracji działalności gospodarczej) w przestrzeni geograficznej. Autorzy podkreślają, iż koncentracja odbywa się na wielu poziomach geograficznych (od skali lokalnej do globalnej). Ducruet i in. (2009) podkreślają, iż NEG

¹⁶ „Spin off – przedsiębiorstwo powstałe poprzez wydzielenie się z jednostki macierzystej, którego celem jest komercjalizacja technologii i transfer wiedzy” (Tamowicz 2006)

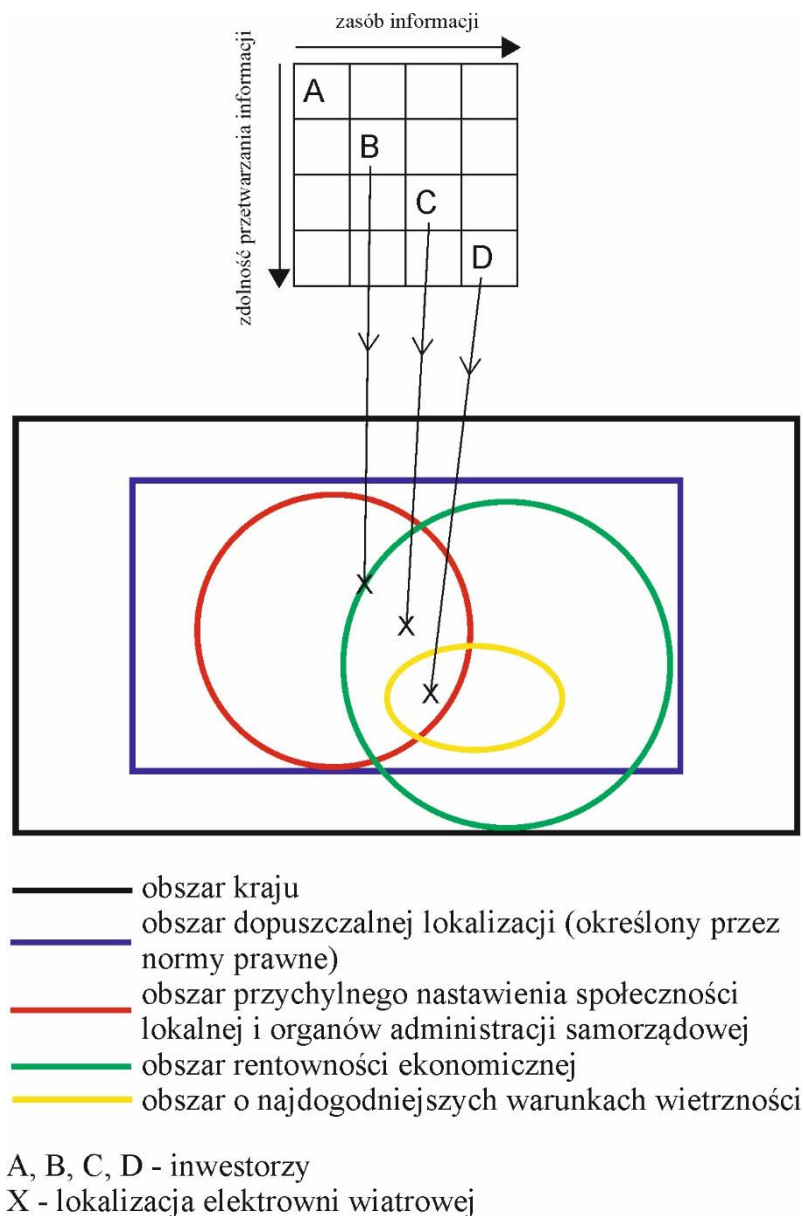
przeznaczona jest do analiz na poziomach niższych niż krajowy lub regionalny. Uogólniając, celem nowej geografii ekonomicznej jest wyjaśnienie regionalnych dysproporcji gospodarczych na podstawie efektów aglomeracji przestrzennej (Martin 2011 za: Hassink, Gong 2016). Pięta (2014) wskazuje na wspólną zasadę większości modeli nowej geografii ekonomicznej. Mianowicie, siły dośrodkowe (polaryzacyjne) przeważają w pierwszych etapach integracji regionalnej przemysłu, prowadząc do koncentracji przestrzennej. Natomiast siły odśrodkowe zyskują na znaczeniu z czasem, przenosząc przemysł w odleglejsze regiony w poszukiwaniu redukcji kosztów.

Sektor energetyki wiatrowej w teoriach lokalizacji

Na podstawie przywołanych teorii lokalizacji określono zależności, występujące pomiędzy lokalizacją elektrowni wiatrowych a wybranymi teoriami lokalizacji przedsiębiorstwa. Weber (1909) wyróżnił orientację surowcową (w miejscu występowania surowca) lub rynkową (w miejscu rynku zbytu) w zależności od wartości wskaźnika materiałowego. Należy uznać, iż elektrownie wiatrowe powinny być lokalizowane w miejscu o najdogodniejszych zasobach energetycznych wiatru. Tego surowca (zasobu energetycznego wiatru) nie da się transportować, zatem jego konwersja w energię elektryczną powinna odbywać się w miejscu jego występowania. Ponadto transport gotowego produktu (energii elektrycznej) nie niesie za sobą dużych kosztów (koszt przyłączenia do systemu elektroenergetycznego wynosi 8% - 20% nakładów inwestycyjnych). Należy również podkreślić, że następuje rozwój magazynów energii lokalizowanych w pobliżu farm wiatrowych. Zmagazynowana energia jest następnie przesyłana do systemu elektroenergetycznego. W związku z powyższym, lokalizując elektrownie wiatrową należy przyjąć orientację surowcową. Lokalizacja elektrowni wiatrowych ma również odzwierciedlenie w podejściu behawioralnym. Inwestor nie ma pełnej wiedzy o tym, czy inwestycja zostanie zrealizowana. Zależy to od decyzji odpowiednich organów administracyjnych oraz od nastawienia społeczności lokalnej. Ponadto niepełna informacja o rzeczywistości skłania decydentów do naśladowania konkurencji i lokalizowania działalności na obszarach przez nią poznanych i wybranych. Wynika to z niedostatecznego rozpoznania rozmieszczenia zasobów energetycznych wiatru. Ich miejscowy pomiar jest czasochłonny i kosztowny. Zatem opłacalne jest wybieranie lokalizacji na obszarach z funkcjonującymi już elektrowniami. Zgodnie z podejściem behawioralnym, decydent szuka lokalizacji zadowolających, a nie lokalizacji optymalnych. Zostaje wybrana taka lokalizacja, która będzie

możliwa i w której będą generowane zyski. Jednak w przeciwieństwie do założeń teorii behawioralnej, podczas lokalizacji elektrowni wiatrowej, inwestor podejmuje racjonalną decyzję. Lokalizacja elektrowni wiatrowych ma również dużo wspólnego z koncepcją usieciowienia. W tym sektorze występują różni uczestnicy gry ekonomicznej (w koncepcji usieciowienia nazywani przez Lambooya (1991) (za: Stryjakiewicz 2001) aktorami, natomiast w stosunku do sektora energetyki wiatrowej w niniejszej pracy nazywani podmiotami), są to: inwestor, organy administracji samorządowej, społeczność lokalna, rząd kraju. Relacje, jakie między nimi zachodzą, decydują, czy inwestycja powstanie w danym miejscu. Rząd danego kraju za pomocą wydawanych aktów prawnych określa ogólne warunki dla powstawania i funkcjonowania elektrowni wiatrowych. To, w jakim miejscu ona powstanie, zależy jest od konsensusu inwestora, organów administracji samorządowej oraz społeczności lokalnej. Relacja ta decyduje zarówno o rozmieszczeniu elektrowni w skali gminy, jak i w skali kraju.

Bazując na powyższych założeniach teoretycznych, w niniejszej pracy skonstruowano model lokalizacji elektrowni wiatrowych, opierając się na macierzy behawioralnej (macierzy zachowań) (Pred 1967, Bale 1981 za: Stryjakiewicz 1999) (ryc. 4). Na terytorium kraju występują obszary, na których lokalizacja elektrowni wiatrowych jest niemożliwa (m. in. obszary prawnie chronione, tereny zabudowane). Występują również obszary, na których lokalizacja jest niemożliwa ze względu na sprzeciw organów administracji samorządowej i/lub sprzeciw społeczności lokalnej. Ponadto istnieją tereny o dogodnych warunkach wietrzności, na których możliwe jest osiągnięcie progu rentowności, wśród których można wyróżnić takie, które odznaczają się najdogodniejszymi zasobami energetycznymi wiatru. Inwestorzy wybierają lokalizację elektrowni wiatrowej w zależności od zasobu oraz zdolności przetwarzania informacji. W przypadku, gdy zasób oraz zdolność przetwarzania informacji są niewystarczające, inwestor nie podejmuje inwestycji. Wybierane są lokalizacje znajdujące się jednocześnie na obszarze kraju, obszarze możliwej lokalizacji, obszarze przychylnego nastawienia społeczności lokalnej i organów administracji samorządowej oraz obszarze rentowności. Inwestor posiadający największy zasób informacji oraz zdolność jej przetworzenia, wybiera lokalizację optymalną, znajdującą się na terenach o najwyższych zasobach energetycznych wiatru. Inwestorzy posiadający mniejszy zasób informacji wybierają lokalizację zadowalającą, przynoszącą zyski.



Ryc. 4. Model lokalizacji elektrowni wiatrowych

Źródło: Opracowanie własne na podst. Pred (1967), Bale (1981) za: Stryjakiewicz (1999)

2.2. Pojęcie oraz rodzaje czynników lokalizacji

Pojęcie czynnika lokalizacji

Wybór miejsca lokalizacji elektrowni wiatrowej poprzedzony jest analizą tzw. czynników lokalizacji. W literaturze funkcjonuje wiele definicji tego pojęcia. Należy zwrócić uwagę, iż termin „czynniki lokalizacji” często używany jest zamiennie z terminami: „motywy lokalizacji”, „warunki lokalizacji”, czy też „uwarunkowania lokalizacji” (Tobolska 2011). Różnica między „czynnikami”, a „warunkami” została zdefiniowana przez Chojnickiego i Czyż

(2005): „warunki to te własności, które mają charakter zastany i słabo sterowalny w krótkich okresach, natomiast czynniki to te cechy, które mają charakter czynny i są bardziej sterowalne.” Również Godlewska-Majkowska (2013) zdefiniowała różnicę pomiędzy „uwarunkowaniami lokalizacji” a „czynnikami lokalizacji”. Według Godlewskiej-Majkowskiej (2013) „uwarunkowaniami lokalizacji należy nazwać zjawiska, które powodują zmianę walorów lokalizacyjnych w czynniki lokalizacyjne lub zmieniają w czasie lub przestrzeni rangę czynników lokalizacji.” Jednak według Budnera (2004) czynnikami lokalizacji są zarówno wymogi, jak i walory lokalizacyjne. Również wiele definicji „czynnika lokalizacji” nie rozróżnia pojęcia czynników i pojęcia warunków. Ponadto podział ten nie jest ostry, gdyż może zachodzić przekształcenia czynników w warunki i odwrotnie (Chojnicki, Czyż 2005). W związku z powyższym, rozróżnianie czynników i warunków w niniejszej pracy nie będzie stosowane. Jak już wspomniano, pojęcie „czynnik lokalizacji” wprowadził Weber (1909). Według niego jest to „jedna z wyraźnie zarysowujących się korzyści, która przejawia się w działalności gospodarczej wówczas, gdy działalność ta jest prowadzona w określonym punkcie lub obszarze. Przez korzyści należy rozumieć oszczędności w kosztach produkcji. Ich osiągnięcie łączy się z tym, że produkcja określonego wyrobu w danym punkcie lub obszarze odbywa się przy mniejszym nakładzie kosztów niż w każdym innym punkcie lub obszarze” (Budner 2000). Jak zauważa Stryjakiewicz (1988) definicja Webera miesza pojęcia czynnika lokalizacji i korzyści lokalizacji. Pojęcia te rozgraniczył Tarski (1963), który czynnik lokalizacyjny zdefiniował jako: „wszystkie okoliczności, wpływające bezpośrednio lub pośrednio na najkorzystniejszy wybór miejsca zakładu lub ośrodka produkcyjnego (...). Czynnik lokalizacyjny wpływa na wybór wariantu lokalizacyjnego i wpływa na to, że lokalizacja może w zależności od intensywności i sposobu działania czynnika lokalizacyjnego okazać się w określonym miejscu bardziej lub mniej korzystna. Natomiast korzyść lokalizacyjna wynika z właściwego wyboru wariantu lokalizacyjnego dokonanego na podstawie analizy szeregu czynników lokalizacyjnych.” Zgodnie z tą definicją, czynnik lokalizacyjny decyduje o lokalizacji, a jej właściwy wybór przekłada się na określone korzyści lokalizacyjne. Niemal tożsama definicja została przyjęta przez Zajdę (1972), według tego autora czynnik lokalizacji to „wszystkie okoliczności wpływające bezpośrednio lub pośrednio na najkorzystniejszy wybór miejsca lokalizacji działalności przemysłowej.” W podobnej, szerokiej perspektywie, pojęcie czynnika lokalizacji sformułowane zostało przez Kortusa (1986) jako: „warunki (np. koszty), wpływy, siły i inne motywy, które w sposób pozytywny lub negatywny oddziałują na funkcjonowanie przemysłu w danym miejscu.” Według Godlewskiej (2001), problematyczna w tej definicji jest kwantyfikacja zdefiniowanych warunków, wpływów, sił i motywów, które

nie mają wymiernego odzwierciedlenia w ekonomicznym charakterze działalności przedsiębiorstwa. Stryjakiewicz (1988) sformułował pojęcie czynnika lokalizacji, przyjmując za punkt wyjścia bardziej ogólne pojęcie czynnika ekonomicznego. „Czynnik ekonomiczny to obiekt oddziałujący lub klasa obiektów, których stan (tj. zestaw własności) jest korzystny z punktu widzenia realizacji określonych celów. Jeżeli natężenie własności określających stan jest funkcją różnowartościową dla różnych miejsc (tzn. cechuje się zróżnicowaniem przestrzennym), to czynnik taki nazywam czynnikiem lokalizacji” (Stryjakiewicz 1988). Według tej definicji, czynniki lokalizacji występują, gdy są zróżnicowane przestrzennie. Jeżeli zestaw własności korzystny z punktu widzenia realizacji określonych celów jest jednorodny na całym obszarze, wówczas jest to czynnik ekonomiczny. Ekonomiczny charakter pojęcia czynnika lokalizacji został również podkreślony w definicji Fierli i Kucińskiego (1996). Według tych autorów, czynniki lokalizacji to „specyficzne cechy poszczególnych miejsc, mające bezpośredni wpływ na kształtowanie się kosztów i cen produkcji realizowanej w tych miejscach.” Autorzy utożsamiają czynniki lokalizacji z występującymi w danym miejscu zasobami czynników produkcji podkreślając, że nie są to jedynie zidentyfikowane zasoby w danym miejscu, ale również te, które są tam dostępne. Ich przestrzenne zróżnicowanie stwarza miejsca mniej lub bardziej atrakcyjne dla lokalizacji przedsiębiorstwa. Godlewska (2001) zmodyfikowała definicję Fierli i Kucińskiego (1996) uzupełniając ją o występujące walory lokalizacyjne wpływające na nakłady inwestycyjne w fazie budowy obiektu oraz o występującą rentowność netto dla prowadzonej działalności gospodarczej. Według Godlewskiej (2001) „czynniki lokalizacji są to specyficzne cechy poszczególnych miejsc, mające bezpośredni wpływ na kształtowanie się nakładów inwestycyjnych w fazie budowy zakładu oraz rentowność netto działalności gospodarczej realizowanej w tych miejscach.” Taką definicję przyjęli również Wieloński (2005) i Kuciński (2009). Budner (2004) w autorskiej definicji czynników lokalizacji wprowadził dodatkowo pojęcie „walorów lokalizacji”, według tego autora czynniki lokalizacji są to „wymogi i walory lokalizacyjne, gdyż z jednej strony są to pewne wymagania (potrzeby) stawiane przez inwestora, które powinny spełniać określone miejsca dla zapewnienia odpowiednich korzyści. Z drugiej strony zaś są to walory użytkowe, czyli wszystkie wartości, które oferuje określone miejsce w celu najlepszego zaspokojenia potrzeb inwestora.” W definicji tej wprowadzono wymogi, czyli wymagania (potrzeby) stawiane przez inwestora. Rozróznilo w ten sposób wartości, które oferuje dane miejsce od wartości, które są istotne z punktu widzenia inwestora. Tobolska (2017) zauważyła, iż w nowszych definicjach pojęcia „czynnika lokalizacji” kluczowe są nie tylko korzyści ekonomiczne występujące w danym miejscu, ale także istotne jest oddziaływanie ogółu

czynników materialnych i niematerialnych związanych z tym miejscem. Są to szeroko pojęte egzogeniczne czynniki produkcji. Na tej podstawie Tobolska (2017) zdefiniowała czynniki lokalizacji jako „zlokalizowane w przestrzeni geograficznej egzogeniczne czynniki produkcji (*first and second nature*), które wpływają na decyzje o wyborze lokalizacji zakładu przemysłowego – lub krócej ujmując: są to warunki produkcji w danym miejscu, decydujące o wyborze lokalizacji przez inwestora.” Autorka podkreśla, że istotna jest relacja między czynnikami produkcji a czynnikami lokalizacji: „czynniki produkcji stają się czynnikami lokalizacji poprzez swój wpływ na decyzje o wyborze danej lokalizacji” (Tobolska 2017). Można uznać, iż przedstawione definicje „czynnika lokalizacji” nie w pełni wyjaśniają specyfikę lokalizacji elektrowni wiatrowych. Dlatego w niniejszej pracy zdecydowano się na własne sformułowanie tego pojęcia, bazując na definicji Tarskiego (1963): ***czynniki lokalizacji są to wszystkie okoliczności, wpływające bezpośrednio lub pośrednio na możliwość i rentowność produkcji w danym miejscu. Czynniki lokalizacji wpływają na wybór wariantu lokalizacyjnego i wpływają na to, że lokalizacja może w zależności od intensywności i sposobu działania czynnika lokalizacji okazać się w określonym miejscu niemożliwa bądź bardziej lub mniej korzystna.*** Celem elektrowni wiatrowych jest produkcja energii, zatem zgodnie z podaną definicją, poszukiwane jest miejsce, w którym produkcja będzie możliwa oraz rentowna. Możliwa ze względu na fakt, iż niektóre z czynników lokalizacji wykluczają taką inwestycję na danym terenie. Rentowna, gdyż zgodnie z podejściem behawioralnym, inwestor nie poszukuje optymalnej lokalizacji lecz zadowolającej, czyli takiej, dzięki której wygeneruje zysk. Ponadto niektóre z czynników mają bezpośredni wpływ na lokalizację elektrowni wiatrowych (m.in. warunki wietrzne), inne pośredni (m.in. wpływ elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka).

Rodzaje czynników lokalizacji

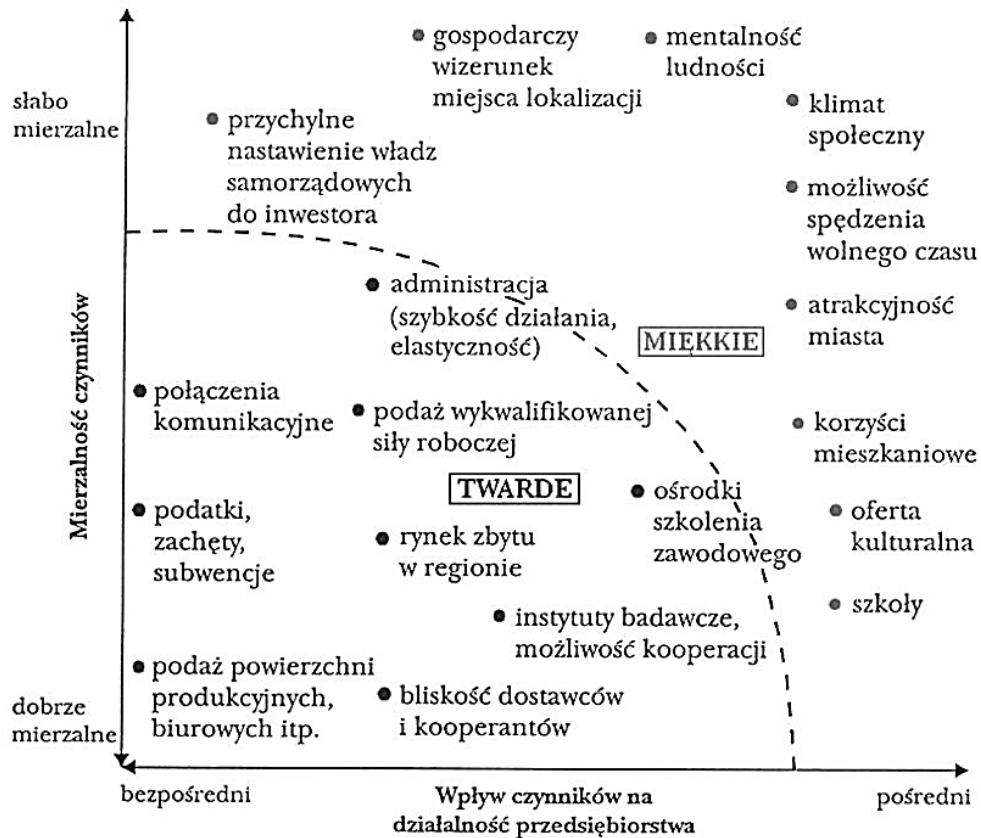
Poza definicjami pojęcia „czynnik lokalizacji”, istotnym zagadnieniem jest identyfikacja czynników wpływających na wybór miejsca lokalizacji. Mają one charakter dynamiczny, gdyż ich znaczenie zmienia się w czasie, niektóre stopniowo tracą, inne zyskują na ważności. Jak zauważa Dziemianowicz (1997), „czynniki lokalizacji nie są stałe i nie są zbiorem zamkniętym”. Większość tradycyjnych czynników lokalizacji (takich jak transport, korzyści aglomeracji, siła robocza) uległa zmianie w procesie transformacji (Stryjakiewicz 1999). Obecnie ich ważność jest dużo mniejsza, choć nadal nie są bez znaczenia. Stryjakiewicz (2009) zauważył, iż klasyczne czynniki lokalizacji zyskały nowy kontekst. Najważniejszy z

klasycznych czynników lokalizacji – koszty transportu – nie decyduje o lokalizacji inwestycji, ale ma wpływ na modyfikowanie przestrzeni gospodarczej po realizacji inwestycji. Przejawia się to w powstaniu nowych powiązań logistycznych, a więc formuje się nowy układ gospodarczy w postaci sieci lub koncentracji działalności gospodarczej różnego typu, np. klastrów. Również znaczenie klasycznego czynnika lokalizacji – siły roboczej – uległo zmianie. Pierwszorzędnej roli nie odgrywa jej koszt, lecz kwalifikacje pracowników. Wagę klasycznych czynników lokalizacji w podejmowaniu decyzji przez współczesnych przedsiębiorców w zakresie lokalizacji działalności gospodarczej określili Szymańska i Płazik (2014). Na podstawie badań marketingowych, w których uczestniczyło kilkanaście przedsiębiorstw z branży budowlanej stwierdzono, że klasyczne czynniki lokalizacji (takie jak koszty transportu, koszty zatrudnienia, dostępność surowców) nadal są aktualne i nie tracą na znaczeniu. W badaniu Szymańskiej i Płazik (2014) zostały one poddane ocenie przez przedsiębiorców na sześciostopniowej skali (gdzie 5 – oznaczało czynnik bardzo ważny, natomiast 0 – czynnik nieistotny). Najistotniejszymi klasycznymi czynnikami lokalizacji były: rynek zbytu (4,31 pkt), koszty prowadzenia działalności gospodarczej (4,08 pkt) oraz rynek pracy (3,77 pkt), natomiast najslabiej oceniono rynek zaopatrzenia (2,77 pkt). Wniosek o istotności i aktualności klasycznych czynników lokalizacji wyciągnięto na podstawie ich wysokich średnich ocen.

Jak stwierdził Hamilton (1975), już od 1950 r. rzeczywiste zmiany w organizacji i funkcjonowaniu świata przemysłowego wymagały ponownej radykalnej oceny tradycyjnego podejścia do czynników lokalizacji opartego na koncepcji Webera. Wynikało to z rozszerzenia analizy problemu lokalizacji nowego zakładu z mikroskali do skali makroekonomicznej i makrogeograficznej. W drugiej połowie XIX wieku, w krajach Europy zachodniej, głównym czynnikiem decydującym o lokalizacji zakładu przemysłowego była dostępna informacja. W związku z tym, zakłady lokalizowano blisko miejsca zamieszkania danych przedsiębiorców. Niwelowało to warunki niepewności, gdyż informacja będąca w dyspozycji przedsiębiorcy, dotycząca technologii, dostaw surowców, rynków, konkurencji w miejscu zamieszkania była największa (Hamilton 1975). Hoover (1962) wprowadził określenie lokalizacji producenta. Z punktu widzenia producentów najważniejsze było osiągnięcie maksymalnego zysku. Wybierając lokalizację dla przedsiębiorstwa, kierowali się oni wysokością dochodów (płace, zyski lub procent) możliwych do uzyskania w różnych miejscach. Kluczowa była pewność oraz regularność uzyskiwanych dochodów (Szymańska, Płazik 2014). Z kolei m.in. Pred (1967) i Hurst (1974) zwrócili uwagę na duże znaczenie przy wyborze lokalizacji czynników pozaekonomicznych, personalnych, behawioralnych. W związku z powyższym należy uznać, że w literaturze występuje stosunkowo wiele różnorodnych sposobów klasyfikacji czynników

lokalizacji. Ich zmienność w czasie przedstawił Dziemianowicz (1997). Autor zestawił wyniki badań czynników lokalizacji wykonanych w roku 1964 przez Bergina i Eagana oraz w 1996 przez Brenke. Na tej podstawie stwierdzono, że w ciągu 30 lat dzielących oba badania, czynniki lokalizacji znacznie się zmieniły, ich lista stała się dużo liczniejsza, a do najważniejszych zaliczono: bliskość rynku zbytu oraz instrumenty wspierające działalność gospodarczą. Bliskość rynku zbytu była kluczowa również w badaniu Gługiewicza (1997), dlatego autor stwierdził, że pod koniec XX w. ten czynnik lokalizacji był najważniejszy, zarówno przy wyborze kraju, jak i regionu (Gługiewicz 1997 za: Wieloński 2005).

Obecnie jednym z najczęściej przytaczanych w literaturze jest podział czynników lokalizacji zaproponowany przez Grabowa, Henckela, Hollbach-Grömiga (1995). Autorzy wyróżnili ponad 80 czynników i podzielili je na tzw. **czynniki twarde i czynniki miękkie** (ryc. 5). Czynniki twarde mają wymiar ekonomiczny, są obiektywne, mierzalne, wpływają bezpośrednio na działalność przedsiębiorstwa (m. in. rynek zbytu w regionie, bliskość dostawców i kooperantów). Natomiast czynniki miękkie są pozaekonomiczne, subiektywne, trudno je zmierzyć i nie są bezpośrednio związane z działalnością przedsiębiorstwa (m. in. klimat społeczny, oferta kulturalna). Granica pomiędzy tymi dwoma grupami czynników jest dość płynna (Dziemianowicz 1997). Stafford (1972) określił trzy fazy procesu decyzyjnego dotyczącego lokalizacji przedsiębiorstwa. Dwie pierwsze fazy dotyczą czynników twardech, związane są z wyborem regionu (inwestorzy kierują się maksymalizacją popytu) oraz wyborem skończonej liczby potencjalnych miejsc lokalizacji (inwestorzy kierują się minimalizacją kosztów). Trzecia faza dotyczy czynników miękkich. Na tym etapie dokonuje się wybór ostatecznego miejsca lokalizacji (inwestorzy kierują się maksymalizacją korzyści pozaekonomicznych).



Ryc. 5. Twarde i miękkie czynniki lokalizacji inwestycji

Źródło: Grabow, Henckel, Hollbach-Grömig 1995, za: Dziemianowicz 1998

Jak zauważył Stryjakiewicz (2010) na przełomie XX i XXI wieku pojawiły się trudności w określaniu podstawowego obiektu badań geografii przemysłu, jakim był zakład przemysłowy. W latach 70. XX w. było to już przedsiębiorstwo przemysłowe, w latach 80. system przemysłowy, w latach 90. łańcuch produkcji, a po 2000 r. globalne sieci produkcji. Ponadto zacierały się granice między działalnością przemysłową a usługową (Stryjakiewicz 2010). Również Rosińska (2007) zwróciła uwagę na występowanie nowych trendów, które polegają na wzroście znaczenia działań okołoproductowych (usług), a względny osłabieniu samego rdzenia produktu. Powyższe wpływa na występujące czynniki lokalizacji przedsiębiorstwa. Ważności nabierają czynniki instytucjonalne. Związane są one m. in. z otoczeniem regulacyjnym, polityką państwa czy kulturą organizacyjną (Stachowiak 2007). Jak zauważył Stryjakiewicz (2009) „obecnie decyzje lokalizacyjne są efektem negocjacji i umów między różnymi uczestnikami gry ekonomicznej. Decyzje te są uwarunkowane z jednej strony strategiami firm (często ponadnarodowych), z drugiej – instytucjonalnymi układami władzy na różnych poziomach.” Zwraca się również uwagę na czynniki strukturalne, „przy czym strukturę definiuje się jako stosunki zachodzące pomiędzy częściami zorganizowanej całości

przedsiębiorstwa” (Hatch 2002 za: Godlewska-Majkowska 2016). Decyzje lokalizacyjne przedsiębiorstwa wynikają z rosnącej sieci powiązań z innymi przedsiębiorstwami oraz innymi interesariuszami reprezentującymi sferę badawczo-rozwojową i (lub) jednostki samorządu terytorialnego (Godlewska-Majkowska 2016). Rolę współczesnych czynników wpływających na decyzję lokalizacyjną określili Płazik i Szymańska (2014). Na podstawie badań, autorki potwierdziły wiodącą rolę nowoczesnych czynników lokalizacyjnych, takich jak: jakość kapitału ludzkiego, kapitał społeczny, dostęp do informacji i możliwości jej wykorzystania, kapitał wiedzy i kreatywności, dostęp do usług biznesowych, a także poziom i jakość życia w regionie. Ponadto autorki stwierdziły, iż współcześnie dużą rolę w procesie decyzyjnym odgrywa czynnik ludzki, w związku z tym wybierana jest lokalizacja nie optymalna, lecz zadowalająca.

Należy również nadmienić, że postępujący proces globalizacji sprawia, iż obserwowany jest rosnący udział bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ). Globalizacja jest trendem, który kształtuje przedsiębiorstwa oraz ich otoczenie na wszystkich szczeblach taksonomicznych (Godlewska-Majkowska 2013). Wielkie firmy działają na terenie całego świata i traktują go jako jeden rynek (Dziemianowicz 1997). Kluczowym czynnikiem lokalizacji, decydującym o bezpośrednich inwestycjach zagranicznych, są lepsze niż w kraju macierzystym warunki inwestowania (Tobolska 2017). W odniesieniu do BIZ, zauważalny jest spadek inwestycji w pozyskiwanie zasobów naturalnych oraz ich wzrost w szeroko rozumianych usługach. W sektorze produkcji przemysłowej następuje wyraźne odchodzenie od inwestycji w miejscach występowania surowców do produkcji oraz dostępnej taniej siły roboczej do inwestycji opierających się na wyspecjalizowanym kapitale ludzkim i zaawansowanych technologiach. W związku z tym, następuje wzrost znaczenia tzw. czynników miękkich (Rosińska 2007). Jednak w literaturze występuje wiele zestawień czynników lokalizacji dotyczących korporacji, dokonujących bezpośrednich inwestycji zagranicznych. Za najbardziej użyteczną teorię objaśniającą międzynarodowe przepływy BIZ uznawana jest **elektryczna teoria produkcji międzynarodowej Dunninga** (1981) (Tobolska 2017). Teoria ta wyjaśnia podjęcie BIZ jako efekt działania trzech warunków: korzyści własności, korzyści lokalizacji, korzyści internalizacji (Lachota 2005). Na podstawie koncepcji Dunninga, Schiller i in. (2013) wskazali na dwie grupy czynników lokalizacji determinujących BIZ: czynniki ekonomiczne i instytucjonalne. Do **czynników ekonomicznych** zaliczono: poszukiwanie rynków, poszukiwanie zasobów, poszukiwanie wydajności oraz poszukiwanie strategicznych zasobów. **Czynniki instytucjonalne** rozpatrywane są pod kątem oceny jakości instytucji, szczególnie filarów: normatywnego, poznawczego i regulacyjnego (Godlewska-

Majkowska 2013). UNCAD¹⁷ w raporcie „World Investment Report ...” (2017) na podstawie wskazań inwestorów określiło czynniki wpływające na globalną działalność BIZ. Wśród czynników korporacyjnych wpływających najbardziej pozytywnie na BIZ wyróżniono: zmiany technologiczne (w tym gospodarkę cyfrową), globalną urbanizację, dostępność wykwalifikowanej siły roboczej, bezpieczeństwo energetyczne. Natomiast wśród czynników wpływających negatywnie na BIZ wyróżniono: terroryzm, klęski żywiołowe, niestabilność społeczną, cyberprzestępstwa i bezpieczeństwo danych. Można zatem uznać, iż bezpośrednio inwestycje zagraniczne determinowane są przede wszystkim czynnikami ekonomicznymi, technologicznymi oraz instytucjonalnymi.

W stosunku do lokalizacji elektrowni wiatrowych w niniejszej pracy wyróżniono następujące **dziedzinowe grupy czynników lokalizacji**: czynniki przyrodnicze, czynniki prawne, czynniki ekonomiczne, czynniki techniczne, czynniki społeczne (wszystkie zostały omówione w rozdziale 3). Czynniki te dzielą się na czynniki twarde (przyrodnicze - warunki wietrzne, czynniki prawne, ekonomiczne i techniczne) oraz czynniki miękkie (przyrodnicze – występowanie niektórych gatunków zwierząt, walory krajobrazowe oraz czynniki społeczne).

¹⁷ UNCAD – ang. United Nations Conference on Trade and Development

3. Identyfikacja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce według grup dziedzinowych

3.1. Czynniki przyrodnicze

3.1.1. Warunki wietrzne

Elektrownia wiatrowa działa na zasadzie zamiany energii kinetycznej wiatru na energię elektryczną o parametrach sieci, do której jest podłączona (Mironko, Piotrowska-Woroniak 2010). „Produkcja energii w turbozespołach wiatrowych zależy głównie od prędkości wiatru na terenie, na którym jest zlokalizowana elektrownia wiatrowa. Ocena potencjału energetycznego wiatru jest jednym z pierwszych, niezbędnych kroków w realizacji inwestycji elektrowni wiatrowych” (Paska, Surma 2015). Podstawę do wstępnego określenia lokalizacji farm wiatrowych stanowią dane zawarte w atlasach wiatrowych (Banak 2010). Przedstawiają one jednak jedynie informację orientacyjną, gdyż istniejące mapy warunków wiatrowych zwykle znacząco różnią się między sobą i niekiedy budzą kontrowersje (Wiśniewski (red.) 2011; Wiśniewski i in. 2012). Aby dokładniej oszacować wielkość zasobów energetycznych, pomiarów dokonuje się w miejscu planowanej elektrowni (Banak 2010). Głównymi parametrami są: prędkość wiatru i częstotliwość powtarzania się poszczególnych prędkości (Województwo kujawsko-pomorskie... 2012). Na tej podstawie wyznacza się procentowy czas występowania wiatru w określonych prędkościach w okresie roku, a w efekcie i potencjalną wielkość produkcji energii przez elektrownię wiatrową (Michalak 2009). Techniczne aspekty pomiarów oraz konwersji energii wiatru na energię obrotu wirnika elektrowni wiatrowej opisano w rozdziale 3.4. Wydajność siłowni wiatrowych w dużej mierze zależy od ich lokalizacji w terenie, tj. od ukształtowania terenu i jego pokrycia. Pokrycie terenu opisywane jest przez tzw. klasy szorstkości terenu (Lorenc 1992):

- klasa 0 – teren płaski, otwarty, na którym wysokość nierówności jest mniejsza niż 0,5 m;
- klasa 1 – teren płaski otwarty lub nieznacznie pofalowany. Mogą występować pojedyncze zabudowania lub drzewa w dużych odległościach od siebie;
- klasa 2 – teren płaski lub pofalowany z otwartymi dużymi przestrzeniami. Mogą występować grupy drzew lub niska zabudowa w znacznej odległości od siebie;
- klasa 3 – teren z przeszkodami, tj. tereny zalesione, przedmieścia większych miast oraz małe miasta, tereny przemysłowe luźno zabudowane;

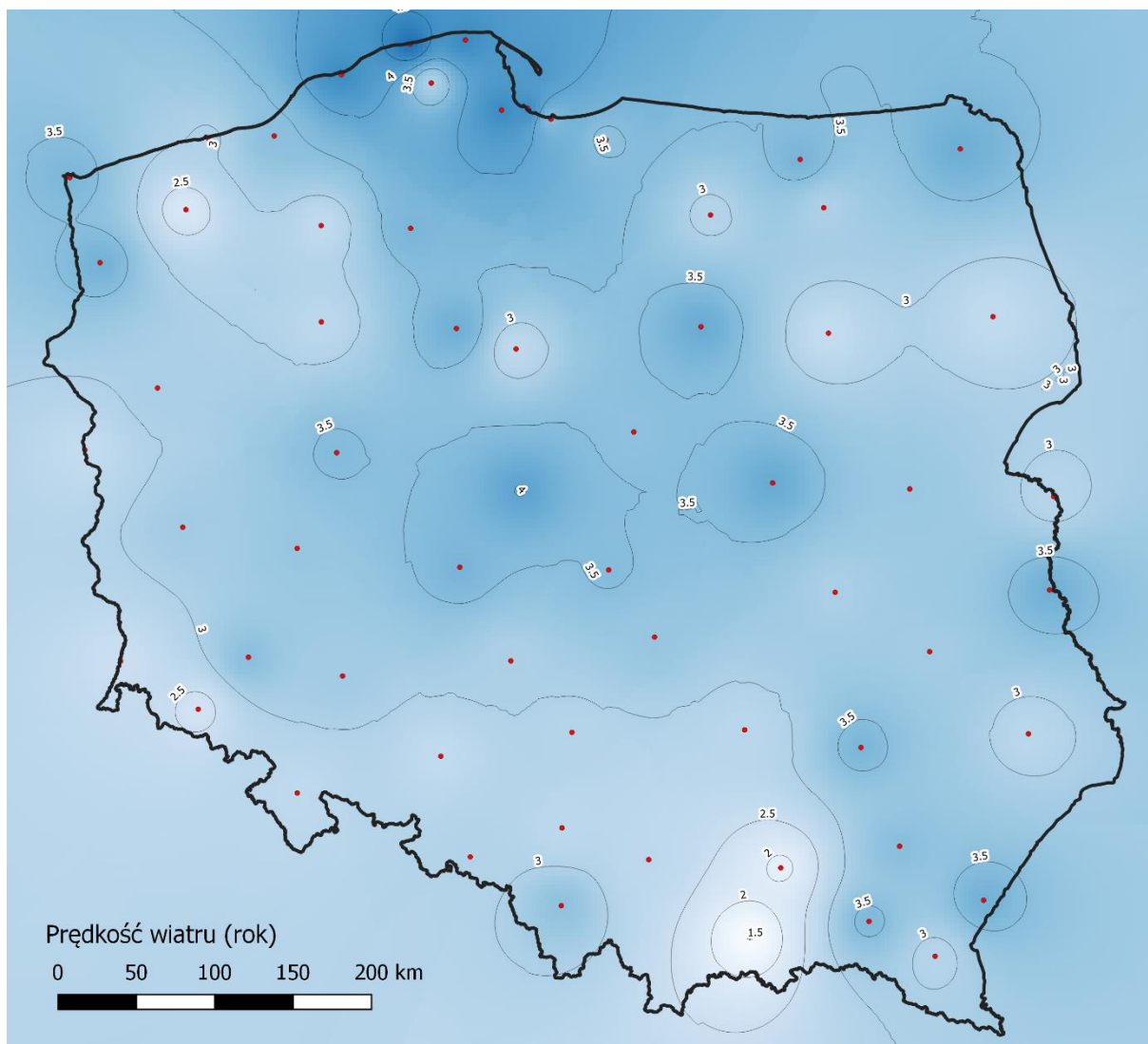
- klasa 4 – teren z licznymi przeszkodami w niedużej odległości od siebie, tj. skupiska drzew, budynków w odległości min. 300 m od miejsca obserwacji;
- klasa 5 – teren z licznymi dużymi przeszkodami położonymi blisko siebie, obszary leśne, centra dużych miast.

Na podstawie wieloletnich i znormalizowanych pomiarów określa się średnią roczną lub sezonową prędkość wiatru na terenie kraju. Pozwala to na wstępne ocenienie warunków wiatrowych na danym obszarze (Boczar 2008). Na terenie Polski zmienność sezonowa prędkości wiatru cechuje się tym, że w okresie letnim wynosi ona średnio około 50% do 70% średnich prędkości rocznych, natomiast w zimie odpowiednio około 150% do 170% (Lorenc 1996). W celu określenia zróżnicowania prędkości wiatrów w Polsce, w niniejszej pracy wykorzystano dane Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Wykonane mapy (tab. 3, ryc. 6) wietrzności nie uwzględniają ukształtowania terenu, zatem w skali lokalnej należało by określić występujące warunki topograficzne. Przybliżają natomiast możliwości oceny warunków lokalizacji elektrowni wiatrowych w skali regionalnej.

Analizując zróżnicowanie warunków wietrzności, należy zwrócić uwagę, że obecnie wykorzystywane prędkości wiatru, przy których turbina jest w stanie efektywnie pracować, zawierają się między ok. $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a ok. $34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, przy czym prędkość wiatru, dla której osiągalna jest moc nominalna, to powyżej ok. $13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rozwój technologii sprawia, że zakres ten ulega ciągłym zmianom. Na ryc. 6 pokazano regionalne zróżnicowanie średnich rocznych prędkości wiatru, natomiast w tab. 3 zróżnicowanie średnich prędkości wiatru według pór roku. Pomimo, iż występujące w Polsce warunki wietrzności dla celów energetycznych określane są jako średnie, to stanowią potencjalnie wydajne źródło energii odnawialnej (Dygulska i Perlańska 2015). Średnie roczne prędkości wiatru dla niemal całego kraju zawierały się pomiędzy $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a na zdecydowanej większości obszaru Polski przekraczały $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jest to prędkość, która umożliwia działanie elektrowniom wiatrowym. Najkorzystniejsze warunki wietrzne występowały na północy województwa pomorskiego. Prędkości wiatrów przekraczały tam $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a nad samym wybrzeżem $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Kolejnym obszarem, na którym wietrzność przekraczała $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, było Pojezierze Wschodniosuwalskie. Prędkości $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ przekraczane były również w centralnej części kraju. Ponadto wietrzność przekraczającą $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zanotowano na 8 stacjach synoptycznych. Najwyższe średnie roczne wartości prędkości wiatrów (przekraczające $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) zanotowano w stacjach synoptycznych: Łeba ($4,95 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Żarnowiec ($4,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Gdańsk – Rebiechowo ($4,49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Ustka ($4,46 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Gdańsk – Port Północny ($4,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Hel ($4,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Koło ($4,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Najgorsze warunki wietrzności (poniżej $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) występowały w centralnej części województwa zachodniopomorskiego,

południowej części województwa podlaskiego oraz na południu kraju za wyjątkiem województwa podkarpackiego. Najniższe średnie prędkości wiatru (nieprzekraczające $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) zanotowano w czterech stacjach synoptycznych: Nowy Sącz ($1,49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Tarnów ($1,92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Resko – Smolisko ($2,21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), Jelenia Góra ($2,38 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Wieloletnia średnia prędkość wiatru dla całego kraju wynosiła $3,30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a różnica pomiędzy maksymalną a minimalną wartością wynosiła $3,46 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. W związku z tym, różnica pomiędzy obszarem o najkorzystniejszych warunkach wietrzności dla lokalizacji elektrowni wiatrowych a najmniej korzystnych była wyraźna. Zmienność, zmierzona odchyleniem standardowym była równa $0,64$, zatem można uznać, iż obserwacje są skupione wokół średniej. Dla 83% stacji synoptycznych, średnie roczne prędkości wiatrów zawierały się w przedziale od $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ do $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Należy stwierdzić, że różnice w prędkościach wiatru na terenie kraju nie są duże, jednocześnie na przeważającym obszarze Polski występują dogodne warunki wietrzne dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Trzeba podkreślić, że lokalne warunki wietrzne, wynikające z ukształtowania terenu oraz jego pokrycia, mogą odbiegać od przyjętych wartości.

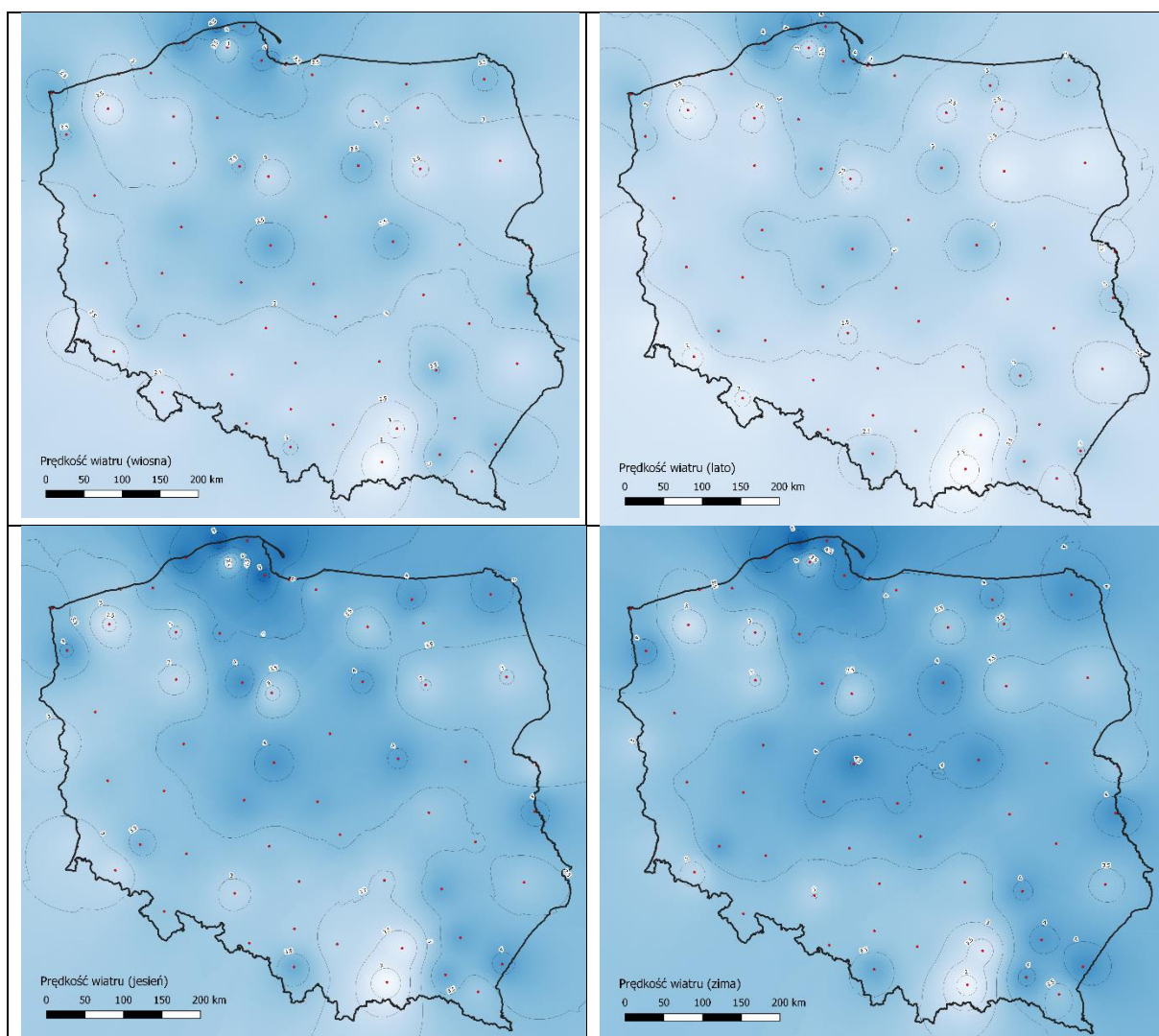
Regionalne zróżnicowanie warunków wietrzności dla każdej pory roku było zbliżone. Największe podobieństwa występowały pomiędzy wiosną i latem oraz jesienią i zimą. Podobieństwa wynikały zarówno ze średniej prędkości wiatru, jak i przestrzennego zróżnicowania wietrzności. Różnica pomiędzy średnią sezonową prędkością wiatru wiosną ($3,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) a latem ($2,77 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) wynosiła zaledwie $0,32 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, natomiast pomiędzy jesienią ($3,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) a zimą ($3,69 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) jedynie $0,14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Największe różnice w warunkach wietrzności występowały pomiędzy parami wiosna/lato a jesień/zima, głównie w związku z występowaniem większych prędkości wiatrów w drugiej z wymienionych par pór roku. Jesienią i zimą, niemal na całym obszarze kraju, prędkości wiatrów przekraczały $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ma to wpływ na działanie systemu elektroenergetycznego w Polsce, gdyż w miesiącach zimowych elektrownie wiatrowe pracują efektywniej, produkując i dostarczając do systemu większą ilość energii elektrycznej. Ponadto jesienią i zimą występowały znacznie wyższe różnice pomiędzy minimalną a maksymalną wartością prędkości wiatru. Nie zaobserwowano znaczących regionalnych różnic w warunkach wietrzności pomiędzy porami roku, gdyż występujące zmiany w wartościach prędkości wiatru zmieniały się równomiernie dla wszystkich stacji pomiarowych.



Ryc. 6. Średnie roczne prędkości wiatru w Polsce [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW dotyczących średnich dobowych prędkości wiatru z 63 stacji synoptycznych w okresie 1.01.1971 – 31.05.2018

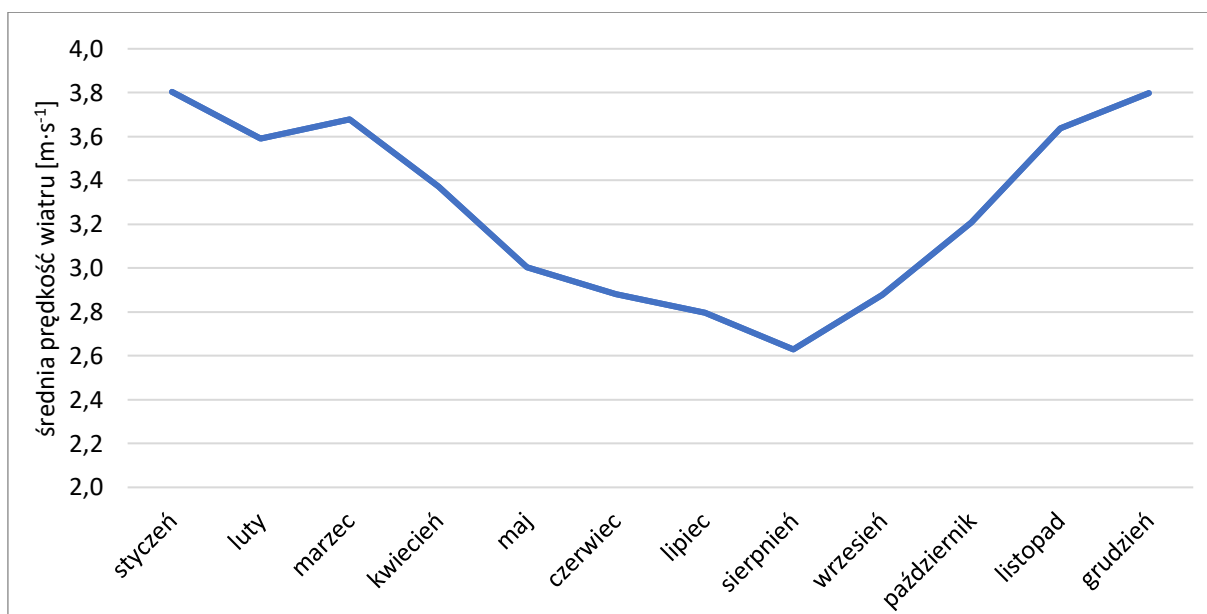
Tab. 3. Zróżnicowane średnich sezonowych prędkości wiatru w Polsce wg pór roku [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW dotyczących średnich dobowych prędkości wiatru z 63 stacji synoptycznych w okresie 1.01.1971 – 31.05.2018

Wartości średnich miesięcznych prędkości wiatru w Polsce w latach 1971 – 2018 pokazano na ryc. 7. Różnica pomiędzy najwyższą średnią prędkością wiatru (styczeń: $3,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, grudzień: $3,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), a najniższą (sierpień: $2,63 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) była znacząca i wynosiła $1,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Wyraźny był podział na miesiące zimowe, charakteryzujące się wyższymi wartościami prędkości wiatru oraz letnie, w których była ona niższa. Od stycznia do sierpnia (za wyjątkiem marca) obserwowane było obniżanie się średnich prędkości wiatru, a od sierpnia do grudnia następował ich stopniowy wzrost. Okres od listopada do marca odznaczał się korzystnymi, stabilnymi warunkami wietrzności dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Najmniej stabilnymi, charakteryzującymi się dużymi różnicami w średnich prędkościach wiatru pomiędzy kolejnymi miesiącami były okresy od marca do maja (średnia prędkość wiatru w maju była o $0,68 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

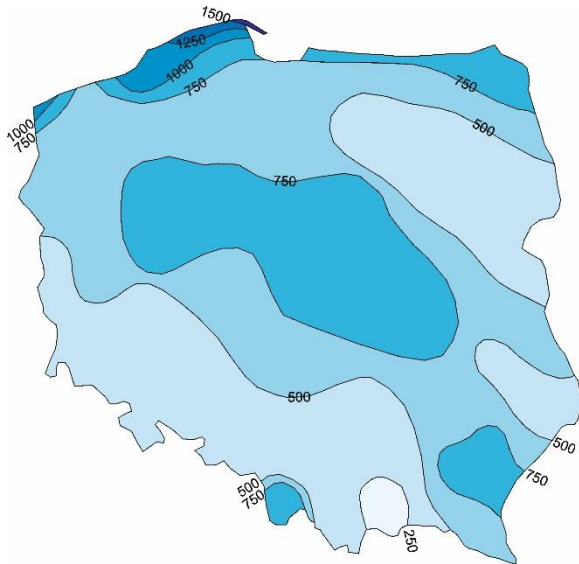
niższa niż w marcu) oraz od sierpnia do listopada (średnia prędkość wiatru w listopadzie była o $1,01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wyższa niż w sierpniu). Od czerwca do września występowały niekorzystne warunki wietrzne dla funkcjonowania elektrowni wiatrowych, gdyż w tych miesiącach średnie prędkości wiatru nie przekraczały $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



Ryc. 7. Wartości średnich miesięcznych prędkości wiatrów w Polsce

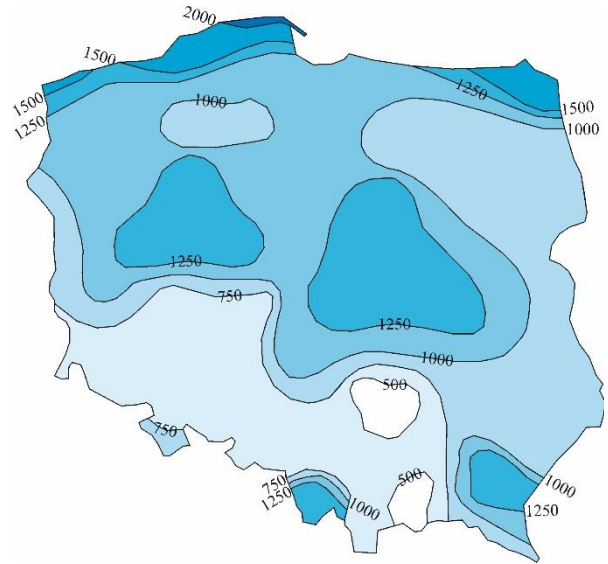
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW dotyczących średnich dobowych prędkości wiatru z 63 stacji synoptycznych w okresie 1.01.1971 – 31.05.2018

Zasoby energii wiatru w Polsce zostały określone przez Lorenc (IMGW) (1992, 1996, 2002, 2004, 2005) (ryc. 8-15). Autorka, na podstawie przeprowadzonych obliczeń, wykonała mapy, które były aktualizowane poprzez uzupełnianie ich o nowe rozwiązania metodyczne. Pomimo występujących różnic, można wyróżnić podobieństwa dla prezentowanych map. Największe zasoby energetyczne wiatru występują na wybrzeżu oraz na Pojezierzu Wschodniosuwalskim. Wysokie zasoby występują w centralnej części kraju (centralna część województwa wielkopolskiego i mazowieckiego) natomiast najmniejsze w województwie dolnośląskim, opolskim, śląskim, małopolskim, południowej części województwa podlaskiego oraz w centralnej części województwa warmińsko – mazurskiego. W dalszej analizie empirycznej, w niniejszej pracy wykorzystywano ryc. 13.



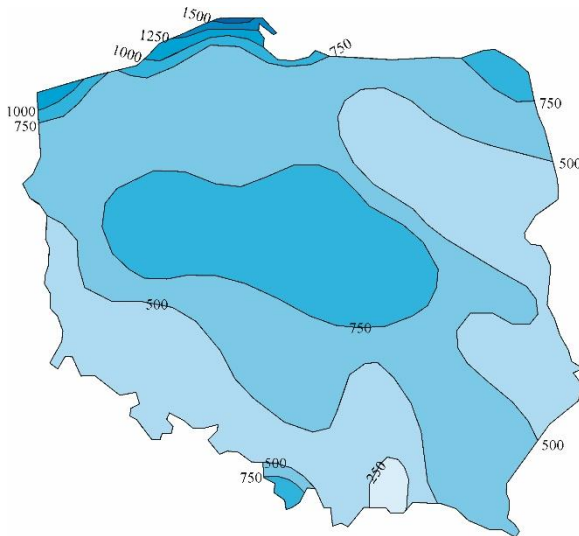
Ryc. 8. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$ na wysokości 10 m dla terenu o klasie szorstkości „0”

Źródło: Oprac. na podst. Lorenc 1992



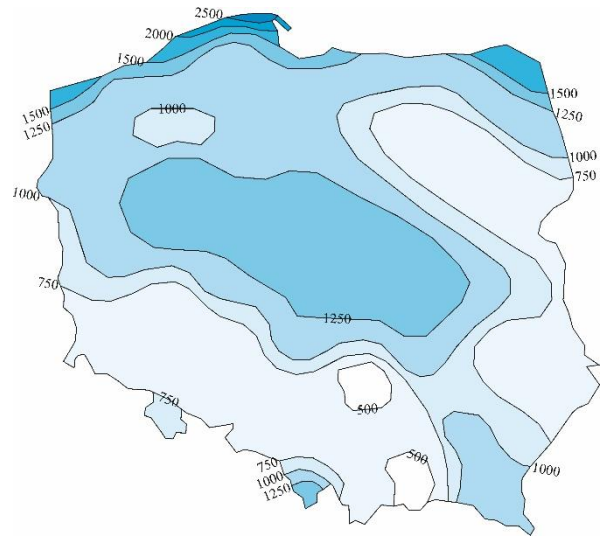
Ryc. 9. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$ na wysokości 30 m dla terenu o klasie szorstkości „0”

Źródło: Oprac. na podst. Lorenc 1992



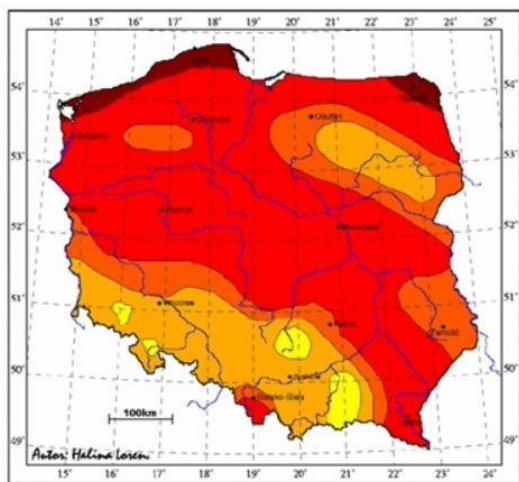
Ryc. 10. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ na wysokości 10 m n.p.g dla terenu o klasie szorstkości „0” (bez szczytowych partii gór)

Źródło: Oprac. na podst. Lorenc 1996



Ryc. 11. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ na wysokości 30 m n.p.g dla terenu o klasie szorstkości „0” (bez szczytowych partii gór)

Źródło: Oprac. na podst. Lorenc 1996

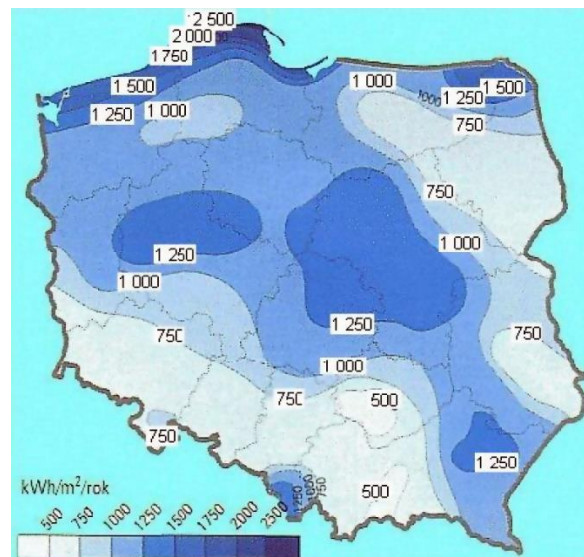


STREFY:

- I - wybitnie korzystna
- II - korzystna
- III - dość korzystna
- IV - niekorzystna
- V - wybitnie niekorzystna
- VI - tereny wyłączone - wysokie partie gór

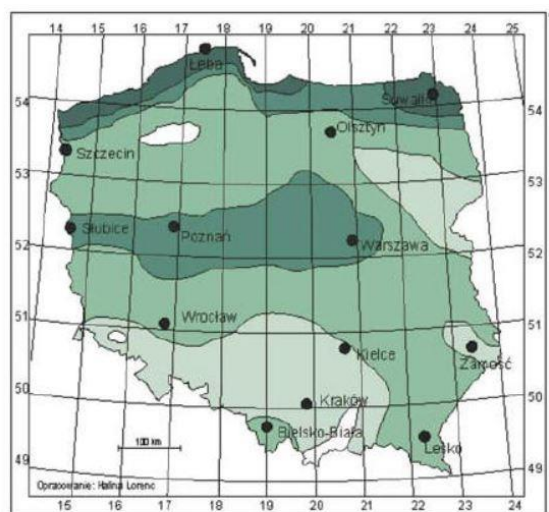
Ryc. 12. Mezoskalowa rejonizacja Polski pod względem zasobów energii wiatru

Źródło: Lorenc 1996



Ryc. 13. Energia wiatru w $\text{kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$ na wysokości 30 m n.p.g. (bez szczytowych partii gór)

Źródło: Lorenc 2002 cyt. za: Lewandowski 2014



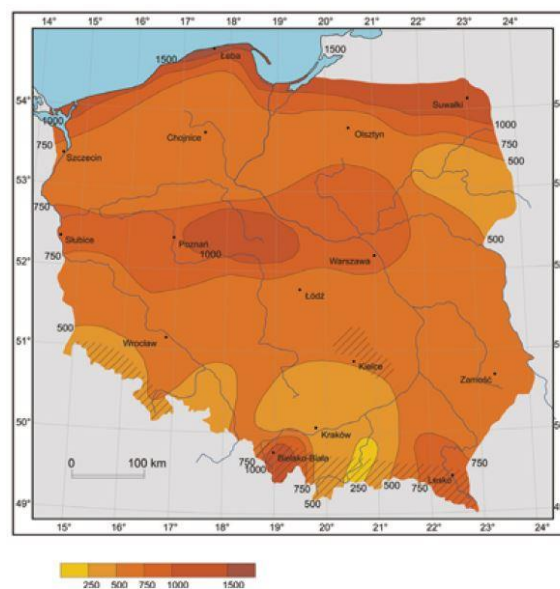
- Strefy:
- I - Wybitnie korzystna
 - II - Bardzo korzystna
 - III - Korzystna
 - IV - Miało korzystna
 - V - Niekorzystna

Ośrodek Meteorologii



Ryc. 14. Mezoskalowa rejonizacja Polski pod względem zasobów energii wiatru

Źródło: Lorenc 2004, cyt. za: Przygodzki i in. 2015

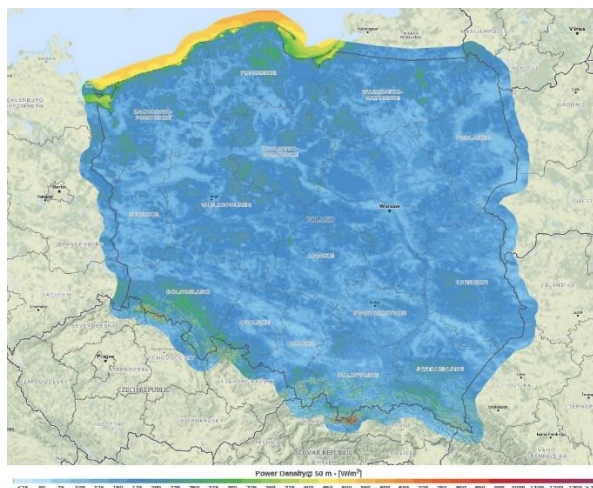


Ryc. 15. Energia użyteczna wiatru [$\text{kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$] na wysokości 10 m n.p.g. w terenie otwartym i klasie szorstkości 0-1

Źródło: Lorenc 2005

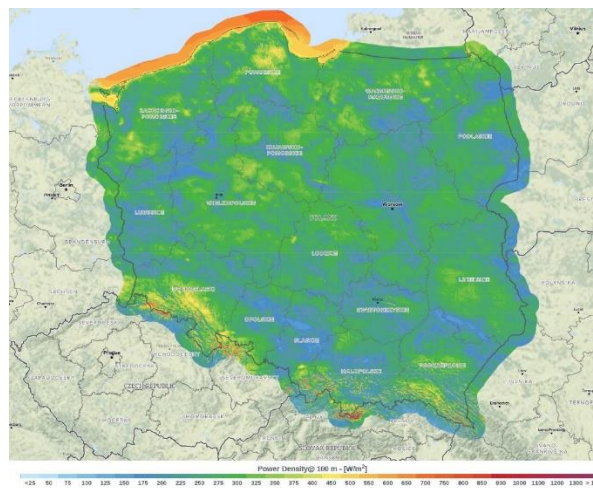
Na ryc. 16-18 pokazano zasoby energetyczne wiatru w Polsce na wysokości 50 m, 100 m i 200 m n.p.g. wg Global Wind Atlas¹⁸. Dla każdej z wymienionych wysokości rozmieszczenie obszarów o największych oraz najmniejszych zasobach energetycznych wiatru jest zbliżone, zróżnicowane są one głównie wielkością występującej mocy wiatru. Im wyższa wysokość nad poziomem gruntu, tym zasoby energetyczne wiatru dla danego obszaru są większe. Należy podkreślić, że na Morzu Bałtyckim moc wiatru również zwiększa się wraz z wysokością nad poziomem morza. Najlepsze warunki dla lokalizacji elektrowni wiatrowych występują na Morzu Bałtyckim, na wybrzeżu kraju, w południowej części województwa dolnośląskiego, w centralnej części województwa pomorskiego oraz na zboczach wyżyn i gór w południowej Polsce. Najmniejsze zasoby energetyczne wiatru występują w centralnej części województwa małopolskiego, w województwie śląskim oraz na terenach, gdzie występują duże kompleksy leśne. Na wysokości 50 m n.p.g., nad 80% powierzchni kraju, moc wiatru znajduje się w przedziale $141 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - $200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Nad pozostałymi 20% powierzchni wartość ta wynosi pomiędzy $200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - $315 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Na wysokości 100 m n.p.g., nad 80% powierzchni kraju, moc wiatru znajduje się w przedziale $250 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - $323 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Nad pozostałymi 20% powierzchni wartość ta wynosi pomiędzy $323 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - $458 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Na wysokości 200 m n.p.g., nad 80% powierzchni kraju moc wiatru znajduje się w przedziale $443 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - $544 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Nad pozostałymi 20% powierzchni wartość ta wynosi pomiędzy $544 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - $691 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Należy zatem uznać, iż różnice mocy wiatru wynikające z wysokości są duże, natomiast zróżnicowanie regionalne zasobów energetycznych wiatru, wyłączając obszar 20% kraju o najlepszych warunkach pod tym względem, jest niewielkie.

¹⁸ www.globalwindatlas.info



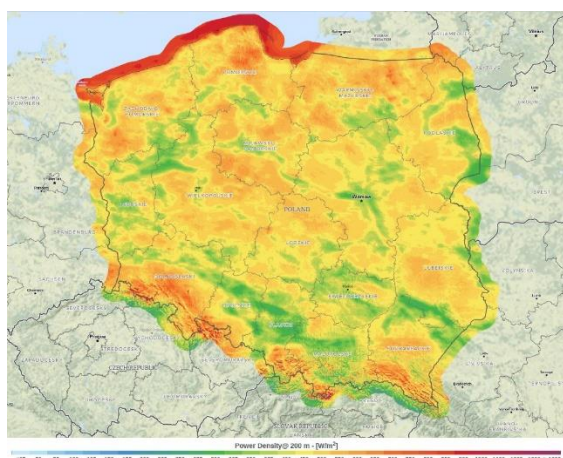
Ryc. 16. Moc wiatru na wysokości 50 m n.p.g. [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]

Źródło: globalwindatlas.info



Ryc. 17. Moc wiatru na wysokości 100 m n.p.g. [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]

Źródło: globalwindatlas.info



Ryc. 18. Moc wiatru na wysokości 200 m n.p.g. [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]

Źródło: globalwindatlas.info

Jak wynika z przeprowadzonych analiz, określenie zasobów energetycznych wiatru zależy jest od wykorzystywanych danych oraz użytej metodologii. Niemniej, dla większości obszaru kraju, warunki wietrzne można uznać za dobre, a ich regionalne zróżnicowanie za niewielkie. Ponadto, rozwój technologii sprawia, że wykorzystywany zakres prędkości wiatru przez elektrownie wiatrowe ulega zwiększeniu, a turbiny stają się coraz wyższe i mają większą moc oraz wydajność. W związku z tym, podczas wyboru lokalizacji elektrowni należy zwracać również uwagę na pozostałe czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych.

3.1.2. Występowanie niektórych gatunków zwierząt

Elektrownie wiatrowe oddziałują przede wszystkim na zwierzęta wykorzystujące przestrzeń powietrzną (Wulczyński 2009). Przyjmuje się, że wpływ farm wiatrowych na ptaki dotyczy czterech aspektów (Drewitt, Langston 2006):

- zabijanie – śmiertelność bezpośrednia wskutek zderzeń ptaków z obiektami farm (collision mortality),
- odstraszenie – efektywna utrata lęgówisk lub żerowisk wywołana wypieraniem ptaków (displacement due to disturbance),
- efekt bariery – zmiany tras przelotów wymuszone unikaniem siłowni (barrier effect),
- utrata siedlisk – bezpośrednia utrata lęgówisk lub żerowisk wskutek przekształceń terenu wywołanych budową farmy (habitat change & loss).

Ponadto oddziaływanie farm wiatrowych na ptaki może odbywać się w okresie ich budowy oraz w okresie funkcjonowania. Pearce-Higgins i in. (2012) wykazali, iż budowa farmy wiatrowej może mieć większy negatywny wpływ na ptaki niż jej działanie. Stwierdzono również, że wpływ farm wiatrowych na śmiertelność bezpośrednią był w dużej mierze niezależny od specyfikacji technicznych (wysokość turbin, liczba turbin lub całkowita moc). Thaxter i in. (2017) na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzili, że w przypadku ptaków i nietoperzy, zwiększone wskaźniki kolizji występowały w przypadku większych turbin. Jednak większa liczba małych turbin skutkowała wyższymi współczynnikami umieralności, niż mniejsza liczba dużych turbin w przeliczeniu na jednostkę produkcji energii. Również wg Everaert'a i Kuijken'a (2007) typ turbiny wiatrowej jest mało ważnym czynnikiem wpływającym na liczbę uśmiercanych zwierząt, jednak szansa na kolizję na wysokości rotora może być nieco wyższa w przypadku większych turbin wiatrowych. Potencjalne zderzenia ptaków z turbinami wiatrowymi bada się często przy użyciu radaru, ponieważ jest to bardziej precyzyjna metoda, niż poszukiwanie martwych zwierząt w otoczeniu turbin. Fijn i in. (2015) przeprowadzili badanie, w którym śledzili ptaki przelatujące przez morską farmę wiatrową. Zarejestrowano ok. 1,6 miliona ech radarowych reprezentujących ptaki lub stada przelatujące rocznie przez farmę wiatrową na wysokości od 25 m do 115 m (sfera obrotu rotora). Większość tych ech były to gatunki mew w ciągu dnia i migrujące wróblowe (*Passeriformes*) w ciągu nocy. Villegas-Patracca i in. (2014) wykorzystali radar do przeanalizowania trajektorii lotów ptaków przelatujących przez lądową farmę wiatrową, w celu określenia schematów unikania bądź kolizji ze zdefiniowanymi wielobokami wyznaczonymi przez rzędy turbin wiatrowych. Podczas sezonu jesiennego zarejestrowano 193 trajektorie

lotów o łącznej długości 1447,68 km. Wielokąt zdefiniowany przez rzędy turbin wiatrowych został przecięty przez trajektorie lotów 90 razy, co daje łącznie 0,0621 skrzyżowań/km. W sezonie wiosennym zarejestrowano 87 trajektorii lotów o łącznej długości 257,47 km. Wielokąt reprezentujący turbiny wiatrowe został przecięty przez trajektorie lotów 28 razy, co daje łącznie 0,1087 skrzyżowań/km. Thaxter i in. (2017) na podstawie przeglądu literatury określili współczynnik kolizji ptaków z turbinami wiatrowymi. Dla 936 gatunków był on większy niż 0,046 kolizji/turbine/rok, z czego 147 to gatunki Accipitriformes (dzienne ptaki drapieżne). Wartość ta odbiega od innych opublikowanych badań. Wg Hötcker i in. (2006) śmiertelność wynosi 8,1 ofiar/turbine/rok. W tab. 4 przedstawiono liczbę śmiertelności ptaków w wyniku kolizji z turbiną wiatrową na przykładzie wybranych farm wiatrowych. Należy uznać, iż wartości te znacznie różnią się od siebie. Chociaż zsyntezowane dane sugerują znaczny negatywny wpływ farm wiatrowych na liczebność ptaków, istnieją duże różnice we wpływie poszczególnych farm wiatrowych na poszczególne gatunki i nie jest jasne, jakie czynniki na to wpływają (Stewart i in. 2007).

Tab. 4. Śmiertelność ptaków w wyniku kolizji z turbiną wiatrową

Lokalizacja miejscowości	Liczba turbin	Moc turbin [kW]	Śmiertelność [ofiara/turbina/rok]	Długość obserwacji [lata]
Schelle (Belgia)	3	1500	7-18	3
Brugge (Belgia)	14	600	21-35	5
Gent (Belgia)	11	2000	6-8	2
Alaiz (Hiszpania)	75	660	4	1
Blyth (Anglia)	9	300	1	2
Zeeland (Holandia)	5	250	2-7	1
Almere (Holandia)	10	1650	34	1

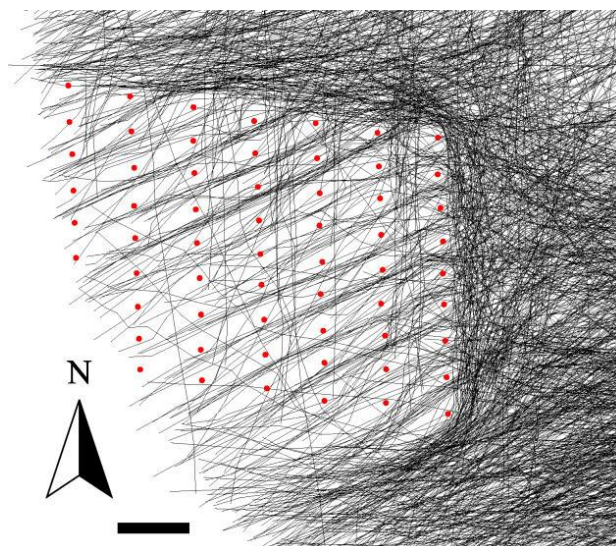
Źródło: Opracowanie na podst. Everaert, Kuijken (2007)

Użycie radaru może zmniejszać bezpośrednią śmiertelność ptaków w przypadku kolizji z turbiną wiatrową. W farmie wiatrowej w Portugalii leżącej na szlaku migracyjnym ptaków, przez którą przelatuje 500 osobników i 30 gatunków, wprowadzono Radar Assisted Shutdown

on Demand (RASOD). Jest to system radarowy wykrywający ptaki zbliżające się do farmy wiatrowej. W przypadku obecności ptaków turbiny wiatrowe zostają wyłączone. Dzięki zastosowaniu RASOD żadne ptaki nie padły w wyniku kolizji, a okres wyłączenia odpowiadał jedynie 0,2% - 1,2% godzin rocznego funkcjonowania elektrowni (Köppel 2017).

Oprócz śmiertelności bezpośredniej, farmy wiatrowe oddziałują pośrednio na ptaki poprzez odstraszenie. Pojawienie się farmy wiatrowej zmniejsza atrakcyjność i dostępność danego miejsca dla zdecydowanej większości gatunków ptaków, niezależnie od okresu fenologicznego czy typu środowiska (Wulczyński 2009). Odstraszanie ptaków może następować zarówno podczas budowy, jak i w okresie funkcjonowania farmy wiatrowej. Spowodowane może być to wizualną obecnością samych turbin, hałasem i wibracjami lub obecnością personelu serwisującego (Drewitt, Langston 2006). Odległości, w których obserwuje się zmniejszające się liczebności populacji, zależne są od wielu czynników, m.in. lokalizacji farmy wiatrowej, jej specyfikacji czy gatunków ptaków. Obserwuje się ponadto różne reakcje behawioralne wśród osobników tego samego gatunku (Drewitt, Langston 2006). Wśród niektórych ptaków, takich jak np. wróblowe, efekt odstraszenia jest minimalny (Desholm 2006). Jest on natomiast wyraźny wśród ptaków drapieżnych, gdyż wśród niektórych gatunków lokalne zmiany rozmieszczenia rewirów gniazdowych mogą sięgać 200 m – 300 m wokół turbin (Whitfield, Madders 2006). Grupą szczególnie podatną na wypłaszające oddziaływanie elektrowni są ptaki wodne, w przypadku których dystans odstraszenia sięga kilkuset metrów (Wulczyński 2009). W przypadku zimujących ptaków lęgowych wynosi on 800 m (Percival 2003).

Farma wiatrowa może wywoływać również efekt bariery, gdyż stanowi przeszkodę, przez którą ptactwo może modyfikować trasy i sposób lotu, od nieznacznej zmiany kierunku lotu, szybkości czy pułapu, aż do szerokiego omijania farmy (Wulczyński 2009). Efekt ten może negatywnie oddziaływać na ptactwo ze względu na możliwość zwiększenia wydatku energetycznego, poprzez wydłużenie trajektorii lotu (Drewitt, Langston 2006). Szczegółową analizę przelotów ptaków w okolicy farmy wiatrowej wykonali Desholm i Kahlert (2005) (ryc. 19). „Zapisane trajektorie lotu kilku tysięcy osobników, głównie kaczek morskich i gęsi, świadczyły o masowym omijaniu ok. 60 km² farmy” (Wulczyński 2009). W wyniku dalszych badań okazało się, że nakładany przez ptactwo dystans był zaskakująco niski i wynosił 500 m (Masden i in. 2009). Na tej podstawie można wnioskować, że dodatkowy wysiłek energetyczny wywołany omijaniem farmy wiatrowej jest niski, zatem negatywny efekt bariery jest znikomy.



Ryc. 19. Trajektorie jesiennego przelotu ptaków wodnych, głównie edredonów *Somateria mollissima* i gęsi *Anser*, zarejestrowane przez radar monitorujący po uruchomieniu morskiej farmy wiatrowej Nysted u wybrzeży Danii (czerwone punkty wskazują lokalizacje turbin, belka oznacza odcinek 1 km)

Źródło: Desholm, Kahlert 2005

Farmy wiatrowe mogą ponadto wpływać na utratę siedlisk ptaków w wyniku przekształceń gruntu. Faktyczna utrata siedlisk obejmuje 2 - 5% całkowitej powierzchni inwestycji w elektrownię wiatrową (Fox i in. 2006). W związku z tym, iż podana wartość procentowa jest niska, utratę siedlisk w wyniku przekształceń gruntu uznaje się za najmniej znaczący rodzaj oddziaływania farm wiatrowych na ptaki (Wulczyński 2009). Niemniej, oddziaływanie to może być większe, jeżeli inwestycja zakłóca układy hydrologiczne lub przepływy na terenach podmokłych i torfowiskach (Drewitt, Langston 2006). Ponadto znaczna utrata siedlisk może dotyczyć „miejsce o wysokiej wartości przyrodniczej, obejmujących zwarte obszary cennych środowisk skupiających trwałe populacje niektórych gatunków” (Wulczyński 2009).

Poza ptactwem, farmy wiatrowe oddziałują również na nietoperze. Są one szczególnie podatne na zmiany antropogeniczne ze względu na ich niski współczynnik reprodukcji oraz długowieczność (Voigt, Kingston 2016). Śmiertelność nietoperzy z powodu turbin wiatrowych może wpływać na całą populację, z tego względu oddziaływanie turbin wiatrowych na nietoperze budzi obawy (Barclay, Harder 2003, Frick i in. 2017). Najczęściej, liczbę ofiar przelicza się na turbinę lub moc (MW). Aby przeciwdziałać depopulacji nietoperzy, można określać dopuszczalne limity śmiertelności. W niektórych stanach lub prowincjach w USA i Kanadzie zostały one określone następująco: w Ontario (Kanada) jest to 10 zgonów

nietoperzy/turbinę/rok, w Pensylwanii (USA) jest to 28 zgonów nietoperzy/turbinę/rok (MacEwan i in. 2017). MacEwan i in. (2017), ustalili próg śmiertelności, który nie zagraża całej populacji, na poziomie 2%. Arnet i in. (2016) przeanalizowali na podstawie literatury występującą śmiertelność nietoperzy wywołaną turbinami wiatrowymi na wszystkich kontynentach. Ustalono, że nietoperze giną przez turbiny wiatrowe na całym świecie, a ofiary śmiertelne nie są ograniczone do gatunków wędrownych jak sugerowano wcześniej (Kunz i in. 2007, Arnett i in. 2008). Arnet i in. (2016) stwierdzili, że gatunki żyjące na otwartej przestrzeni są najbardziej narażone na kolizje z turbinami wiatrowymi, niezależnie od kontynentu, siedlisk, wzorców wędrówek i preferencji żywieniowych. Gatunkami nietoperzy najczęściej spotykanymi w elektrowniach wiatrowych w północnej Europie były: *Pipistrellus pipistrellus* (karlik malutki), *Nyctalus noctula* (borowiec wielki), *Pipistrellus nathusii* (karlik większy) i *Nyctalus leisleri* (borowiec leśny) (Arnet i in. 2016). W tym regionie, najwięcej badań dotyczących kolizji nietoperzy z turbinami wiatrowymi wykonano w Niemczech (m.in. Rydell i in. 2010, Korner – Nievergelt i in. 2013, Lenhert i in. 2014). Wg Rydell i in. (2010) najwyższy wskaźnik śmiertelności nietoperzy w Niemczech występował w regionie Schwarzwald i wynosił on 10,5 ofiar/MW/rok. Natomiast niektóre regiony w tym kraju miały względnie niskie szacunkowe wskaźniki śmiertelności (1,1 - 1,2 ofiar/MW/rok). Według badania Korner – Nievergelt i in. (2013) wskaźniki śmiertelności w Niemczech wynosiły 10 - 12 ofiar/turbinę/rok, czyli ok. 6-8 ofiar/MW/rok. Określono, że 72% ofiar to gatunki lokalne, a 28% to gatunki migrujące dalekosiężne (Lenhert i in. 2014). Podejmowano próby zmniejszenia lub zapobiegania śmiertelności nietoperzy w wyniku kolizji z turbiną wiatrową. Nicholls i Racey (2009) testowali hipotezę, że sygnał elektromagnetyczny z małego przenośnego radaru może działać jako środek odstraszający dla żerujących nietoperzy. Wykazano, że sygnał elektromagnetyczny z małej jednostki radarowej ze stałą anteną naziemną zmniejszał aktywność żerowania nietoperzy w odległości 30 m od jednostki. Welling i in. (2018) badali aktywność nietoperzy na wysokości rotora (50 – 150 m) dużych turbin wiatrowych. Zauważono, że wśród gatunków latających na tej wysokości, ogólna aktywność nietoperzy w strefie wirnika została zmniejszona wraz ze wzrostem prędkości wiatru, spadając poniżej 5% powyżej prędkości wiatru równej $5,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Na tej podstawie stwierdzono, że ryzyko zderzenia może zostać drastycznie zmniejszone, jeżeli nocne działanie wysokich turbin wiatrowych będzie ograniczone przy prędkości wiatru poniżej $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Na pozostałe zwierzęta lądowe farmy wiatrowe oddziałują w niewielkim stopniu. Dużo uwagi poświęca się badaniu wpływu morskich farm wiatrowych na morswiny (m.in. Scheidat i in. 2011, Teilmann, Carstensen 2012, Dähne i in. 2013). Scheidat i in. (2011) zbadali, czy

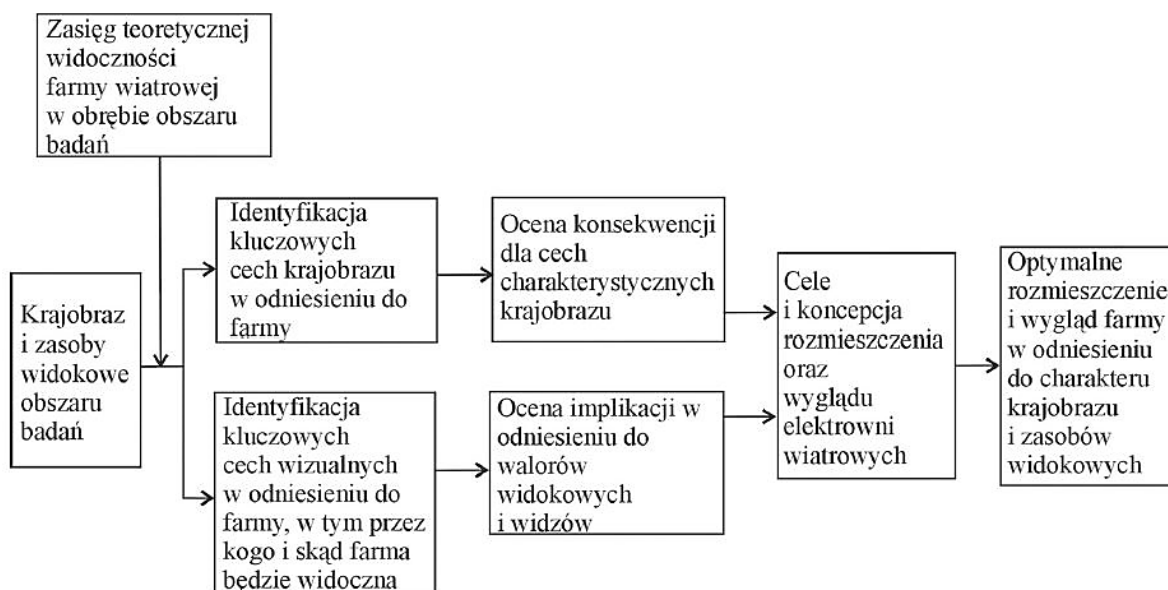
obecność holenderskiej morskiej farmy wiatrowej Egmond aan Zee miała wpływ na występowanie morświna (*Phocoena phocoena*). Stwierdzono wzrost występowania morświnów na tym obszarze. Według autorów przyczyny takiego stanu rzeczy nie są jasne. Określono dwie możliwości: zwiększona dostępność żywności w obrębie farmy wiatrowej (efekt rafy) i/lub brak przepływających statków w obrębie takiej farmy (efekt schronienia). Teilmann i Carstensen (2012) zbadali występowanie morświna przed, podczas budowy i w trakcie funkcjonowania morskiej farmy wiatrowej Nysted Offshore na duńskim zachodnim Bałtyku. W trakcie jej budowy populacja morświna znacznie zmniejszyła się na tym obszarze. Jednak w trakcie funkcjonowania farmy stopniowo wzrastała (od 11% do 29% poziomu bazowego). Według autorów przyczyną tego wzrostu mogło być przyzwyczajenie morświnów do farmy wiatrowej lub wzbogacenie środowiska w wyniku obniżenia połowów i powstania sztucznych raf. Negatywny wpływ morskich farm wiatrowych na występowanie morświnów podczas budowy potwierdziły także badania Dähne i in. (2013). Autorzy wykazali, iż silna reakcja unikania występuje w odległości 20 km od źródła hałasu, spowodowanego palowaniem turbin wiatrowych. Wpływ palowania turbin wiatrowych na delfina butlonosego (*Tursiops truncatus*) zbadali Bailei i in. (2010). Określono, że uraz słuchu u tych zwierząt mógłby wystąpić w odległości 100 m od źródła hałasu, a wpływ na ich zachowanie - w odległości do 50 km. Wpływ morskiej farmy wiatrowej Horns Reef na fokę (*Phoca vitulina*) zbadali Tougaard i in. (2003). W tym celu schwytano 10 fok i wyposażono je w satelitarne rejestratory. Stwierdzono, że obszar farmy wiatrowej stanowił znikomy odsetek całkowitej powierzchni odwiedzanej przez oznaczone fokę. Uznano jednak, że farma wiatrowa jako całość jest ważna dla fok zarówno dla żerowania, jak i jako obszar tranzytowy do innych żerowisk znajdujących się dalej od brzegu. Thomsen i in. (2006) stwierdzili, że strefa słyszalności wbijania pali dla fok i morświnów daleko wykracza poza 80 km, a reakcje behawioralne są możliwe na odległość do 20 km. Utrata słuchu może nastąpić w odległości 1,8 km u morświna i 400 m u fok. Hałas pracujących turbin powinien mieć jedynie niewielki wpływ na te gatunki. Dorsz i śledź są w stanie usłyszeć hałas podczas palowania na dużych odległościach, nawet do 80 km od źródła dźwięku, natomiast hałas operacyjny będzie dla tych gatunków wykrywalny w odległości 4 km. W bliskiej odległości możliwe jest występowanie efektów behawioralnych lub fizjologicznych (stresowych). Można jednak uznać, że samo funkcjonowanie morskiej farmy wiatrowej pozytywnie wpływa na zwierzęta morskie. Stenberg i in. (2011) wykazali, że w pobliżu turbin farmy wiatrowej Horns Rev 1 występowała większa różnorodność gatunkowa. Ponadto, zaobserwowano gatunki występujące na rafach, które nie były obserwowane wcześniej na tym obszarze.

3.1.3. Walory krajobrazowe

Farmy wiatrowe w znacznym stopniu wpływają na wizualną percepcję krajobrazu. Ocena stopnia jego przekształcenia ma charakter subiektywny, dlatego określenie, w jakim stopniu elektrownie wiatrowe wpływają na walory fizjonomiczne krajobrazu jest trudne do zmierzenia (Niecikowski, Kistowski 2008). Na ekspozycję elektrowni wiatrowych wpływa ukształtowanie terenu oraz jego pokrycie. Ponadto na ich postrzeganie w terenie znaczny wpływ ma sposób rozmieszczenia oraz liczba turbin (Niecikowski, Kistowski 2008). Urozmaicona rzeźba terenu sprzyja zmniejszaniu zasięgu widoczności elektrowni, jednak często ich wartość wizualno-estetyczna jest wyższa od obszarów płaskich. Pokrycie terenu również może zmniejszać zasięg widoczności elektrowni, przede wszystkim za sprawą obszarów leśnych. Jednak im wyższa i bardziej skupiona roślinność, tym zasoby energetyczne wiatru są mniejsze. W związku z tym, większość elektrowni wiatrowych lokalizowana jest na terenach otwartych. Również rozmieszczenie turbin ma związek z zasobami energetycznymi wiatru. Lokalizowanie ich na zboczach wzniesień jest mniej efektywne niż lokalizowanie ich na szczytach. Ponadto większą dysharmonię w krajobrazie powodują symetryczne układy turbin w jednej linii niż niesymetryczne układy skupione (Niecikowski, Kistowski 2008). Ważne jest, aby lokalizować turbiny względem siebie w taki sposób, aby wzajemnie nie zakłócały zasobów energetycznych wiatru. Na percepcję elektrowni wiatrowych wpływa również ich kolorystyka. Większość turbin malowana jest na biało. Kolor ten z bliska jest estetyczny, jednak z daleka zwiększa kontrast z otoczeniem. Niektóre z turbin malowane są na szaro, przez co z dalszej odległości są mniej kontrastowe. Dolną część niektórych turbin maluje się na zielono, przez co zlewa się ona z otoczeniem. Ze względów prawnych końce śmigieł malowane są na czerwono, aby były bardziej widoczne przez pilotów (Niecikowski, Kistowski 2008).

W Polsce problem oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz nie został unormowany prawnie, jednak sporządzane są ekspertyzy na poziomie regionalnym, zawierające wytyczne dotyczące ochrony krajobrazu przy wyborze lokalizacji elektrowni wiatrowych (Fiutowska, Dąbrowski 2013). Na zachodzie Europy i w USA koncepcja identyfikowania krajobrazu jako przedmiotu oddziaływania i jego oceny jest przyjętym standardem postępowania w procesach ocen oddziaływania na środowisko farm wiatrowych (Badora 2011). Na Wyspach Brytyjskich ocenę wpływu na krajobraz elektrowni wiatrowych realizuje się poprzez Landscape and Visual Impact Assessment (LVIA) (ryc. 20) (Guidelines for landscape ... 2002). Wg LVIA w pierwszej kolejności określany jest zasięg teoretycznej

widoczności farmy wiatrowej na przyjętym obszarze. Następnie analizuje się dwa elementy. Pierwszy z nich to ocena oddziaływania na krajobraz (LIA), analizująca zmiany strukturalno-funkcjonalne. Drugi to wizualna ocena oddziaływania – VIA, analizująca przeobrażenia kompozycji krajobrazu. Na podstawie obu elementów dokonuje się optymalnego rozmieszczenia i wyglądu farmy wiatrowej w odniesieniu do charakteru krajobrazu i zasobów widokowych (Badora 2011).



Ryc. 20. Zakres badań podczas oceny wpływu farm wiatrowych na krajobraz oraz walory widokowe krajobrazu

Źródło: Badora 2011

W Polsce również dokonuje się analiz i zaleceń dotyczących wpływu farm wiatrowych na krajobraz. Jednak, jak uważa Badora (2011), analizy te są obarczone dużym uproszczeniem oraz wypaczają istotę krajobrazu, jak i ocenę zagrożenia dla krajobrazu ze względu na fakt, iż oddziaływanie elektrowni wiatrowych na krajobraz utożsamiane jest najczęściej z oddziaływaniem na fizjonomię krajobrazu. W związku z tym decyzje ustalające lokalizację są poprzedzone uproszczonym i niedostatecznym rozpoznaniem.

Według Gromadzkiego i Przewoźniaka (2002) najważniejsze czynniki wpływające na ekspozycję elektrowni wiatrowych w krajobrazie to:

- ukształtowanie terenu;
- formy użytkowania terenu;

- geometria rozmieszczenia elektrowni wiatrowych oraz ich odległość od jednostek osadniczych;
- typ masztu elektrowni (lity lub kratownicowy) oraz rodzaj turbiny;
- wysokość konstrukcji elektrowni wiatrowej;
- kolorystyka konstrukcji.

Prawidłowa ocena wpływu na krajobraz powinna uwzględniać możliwie szerokie spektrum zagadnień, a zwłaszcza:

- lokalne zróżnicowanie krajobrazu, w tym planów, osi widokowych, otwarć krajobrazowych, ekspozycji czynnej i biernej,
- lokalne i ponadlokalne (regionalne) zróżnicowanie krajobrazu – poprzez wyróżnienie typologicznych jednostek krajobrazu i ich waloryzację,
- przewidywany skumulowany wpływ na walory krajobrazowe (Staszek, Niecikowski 2010).

Według Badory (2011) ocena wpływu farm wiatrowych na krajobraz powinna przebiegać w następujących etapach:

1. inwentaryzacja – obejmująca strukturę i funkcjonowanie,
2. diagnoza stanu struktury i funkcjonowania,
3. waloryzacja z identyfikacją krajobrazów wrażliwych, a także identyfikacja wrażliwych cech struktury i funkcjonowania,
4. ocena wpływu farm wiatrowych na krajobraz i jego walory widokowe,
5. optymalizacja przedsięwzięcia.

Występują trzy zasadnicze metody dotyczące oceny oddziaływania wizualnego farm wiatrowych na krajobraz:

- metody opisowe – opierające się na indywidualnej charakterystyce krajobrazów podlegających wpływowi, opisie przedsięwzięcia i analizie opisowej interakcji: elektrownie wiatrowe – krajobraz,
- metody wskaźnikowe – metody te opierają się na matematycznych wskaźnikach wyrażających liczbowo wizualny wpływ elektrowni wiatrowych i bazują na modelach krajobrazu oraz technikach GIS,
- metody pośrednie – obejmują zarówno charakterystykę opisową, jak i w różnym zakresie stosowane wskaźniki matematyczne (Badora 2016).

Jedną z najczęściej przytaczanych w literaturze metod wizualnej oceny wpływu farm wiatrowych na krajobraz jest metoda zaproponowana przez Hurtado i in. (2004). Jej pierwszym

etapem jest przygotowanie trójwymiarowych map obszaru farmy wiatrowej. Następnie należy przystąpić do obliczenia czterech współczynników. Pierwszy to współczynnik widoczności farmy wiatrowej z miejscowości [a]:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n X_i / WM}{n} \quad (11)$$

gdzie n to liczba obszarów w miejscowości z różnymi widokami farmy wiatrowej, X_i to liczba wiatraków widocznych z obszaru i, a WM to całkowita liczba wiatraków w farmie wiatrowej. Drugi to współczynnik widoczności miejscowości z farmy wiatrowej [b], gdzie b = liczba domów widocznych z farmy wiatrowej / całkowita liczba domów we wsi. Trzeci to współczynnik widoczności farmy wiatrowej jako prostopadłościanu [c]. Farmę wiatrową można wpisać w prostopadłościan o regularnym kształcie, w ten sposób można określić kąt z jakiego jest widziana (od frontu, wzdłuż lub diagonalnie):

$$c = v * n \quad (12)$$

gdzie v to kąt widzenia, przyjmujący wartości: od frontu – 1, diagonalnie – 0,5, wzdłuż – 0,2; n – liczba turbin. Kolejnym współczynnikiem jest współczynnik odległości między farmą wiatrową a miejscowością [d], gdzie d przyjmuje wartości: 1 dla $x < 500$ m; $1,05 - 0,0002 * x$ dla $500 \text{ m} < x < 6000 \text{ m}$; 0,1 dla $6000 \text{ m} < x$. Kolejnym jest współczynnik zaludnienia miejscowości [e], gdzie e przyjmuje wartości: 1 dla >300 osób; 0,9 dla 100-300 osób, 0,6 dla 50-100 osób; 0,45 dla 20-50 osób; 0,35 dla 5-20 osób; 0,2 dla 1-5 osób; 0 dla 0 osób. Poziom wpływ wizualnego farmy wiatrowej [PA] oblicza się następująco:

$$PA1 = a * b * c * d \quad (13)$$

lub

$$PA2 = a * b * c * d * e \quad (14)$$

Przyjmując, iż mała miejscowość i duże miasto nie mają takiego samego znaczenia, należy uwzględnić współczynnik e. Wartość PA zawiera się pomiędzy 0 a 1, gdzie wartości: 0 – 0,1 oznaczają minimalny wpływ wizualny; 0,1 – 0,3 – lekki wpływ; 0,3 – 0,5 – średni wpływ; 0,5 – 0,7 – duży wpływ; 0,7 – 0,9 – bardzo duży wpływ; 0,9 – 1 – wyjątkowo duży wpływ. Całkowita ocena wpływu wizualnego farmy wiatrowej to współczynnik populacji, na który

trwale wpływałby widok farmy wiatrowej, podzielony przez całkowitą liczbę osób w analizowanym obszarze [C]:

$$C = \sum_{i=1}^m \frac{a * b * (NH_m)}{(NTHE)} \quad (15)$$

gdzie C to współczynnik osób, na które wizualnie oddziałuje farma wiatrowa, NH_m to populacja miejscowości m, NTHE to całkowita liczba osób w analizowanym obszarze, a - to współczynnik widoczności farmy wiatrowej od miejscowości, b - to współczynnik widoczności miejscowości z farmy wiatrowej. Zaletą metody zaproponowanej przez Hurtado i in. (2004) jest przejrzystość i prostota obliczeń oraz wysoka obiektywizacja. Jednak jak uważa Badora (2016) wskaźnik ten nie uwzględnia specyfiki polskich krajobrazów wiejskich, charakteryzujących się odmiennymi formami osadnictwa, bardziej zróżnicowanymi formami pokrycia terenu niż górsko – wyżynne krajobrazy Hiszpanii, dla których został on opracowany.

Kistowski (2012) przedstawił propozycję metodycznej oceny środowiskowych uwarunkowań lokalizacji farm wiatrowych w skali regionalnej. Zalecono, aby wstępny etap przygotowania strategii lokalizacji energetyki wiatrowej w Polsce składał się z analizy obejmującej uwarunkowania związane z możliwościami wprowadzenia energii wytworzonej przez elektrownie wiatrowe do krajowej sieci elektroenergetycznej oraz szerokiej oceny uwarunkowań związanych z rozmieszczeniem zasobów i walorów środowiska przyrodniczego oraz kulturowego, stopniem ich przekształcenia, jak również form ich ochrony (Kistowski 2012). Zaproponowano ramowy układ treści dokumentacji zawierającej ocenę uwarunkowań lokalizacyjnych farm wiatrowych. Jednym z elementów była „szczegółowa charakterystyka uwarunkowań lokalizacji farm wiatrowych w regionie z ogólnym podziałem na uwarunkowania: środowiskowe, antropogeniczne (społeczno-kulturowe, infrastrukturalne i przestrzenno-funkcjonalne) oraz krajobrazowe” (Kistowski 2012). Zaleca się, aby identyfikować i prezentować lokalizację uwarunkowań w przestrzeni w formie kartograficznej. Jedną z map powinna obejmować tematyką obszary i obiekty o najwyższych wartościach wizualno-estetycznych krajobrazu. Kistowski (2012) podkreśla, że jej wykonanie może być trudne, ponieważ w Polsce nie rozpoznano w skali regionalnej wizualno-estetycznych wartości krajobrazu, a ich identyfikacja charakteryzuje się zróżnicowaną metodyką. Zidentyfikowano kilkadziesiąt kryteriów indywidualnych, które zaliczono do trzech głównych grup uwarunkowań: przyrodniczych (ekofizjograficznych), antropogenicznych oraz krajobrazowych (wizualno-estetycznych). Na uwarunkowania krajobrazowe wpływają czynniki naturalne oraz

antropogeniczne dotyczące potencjalnych przekształceń walorów krajobrazowych przestrzeni, spowodowanych lokalizacją farm wiatrowych. Na obszarach o najwyższych i wysokich walorach wizualno-estetycznych krajobrazu należy wykluczyć lub ograniczyć lokalizację farm (Kistowski 2012).

Badora (2014) przeprowadził badanie społecznej percepcji krajobrazu w kontekście predyspozycji przestrzeni geograficznej do lokalizacji farm wiatrowych. Badanie obejmowało obszar centralnej i południowej części województwa opolskiego. Przygotowano 18 fotografii, które poddano ocenie walorów fizjonomicznych krajobrazów. Były one reprezentatywne pod względem zróżnicowania typologicznego. Posiadały różną głębokość i liczbę planów w panoramach oraz charakteryzowały się zróżnicowaniem i odmienną ilością elementów ukształtowania i pokrycia terenu (Badora 2014). Fotografie przedstawiono 57 osobom, które były po kursach z zakresu ochrony i kształtowania krajobrazu oraz planowania i zagospodarowania przestrzennego. W wyniku oceny jakości wizualnej krajobrazu, cztery krajobrazy zostały ocenione negatywnie. Były to obszary płaskie lub o nieznacznym zróżnicowaniu rzeźby terenu oraz z dominantami w postaci zabudowy produkcyjnej i industrialnej. Natomiast najcenniejszymi krajobrazami były krajobrazy otwarte, ze znacznym zróżnicowaniem struktury panoram, nie zawierające elementów antropogenicznych. Uznano, iż pokrycie terenu ma większy wpływ na jakość krajobrazu niż forma jego ukształtowania. Wśród form pokrycia terenu, najwyżej oceniono formy naturalne, przede wszystkim lasy (2,9 pkt), aleje drzew (2,8 pkt) oraz zbiorniki wodne (2,7 pkt). Wśród elementów antropogenicznych, najwyżej oceniono starą, zabytkową zabudowę (2,4 pkt), kościoły (2,1 pkt) oraz drogi polne (2,1 pkt). Najniższą wartość form pokrycia terenu otrzymały hale przemysłowe (1,1 pkt), drogi asfaltowe (1,3 pkt) oraz cmentarze (1,4 pkt). Wśród form ukształtowania terenu wyżej oceniano obszary o urozmaiconej formie niż obszary płaskie. Na podstawie przeprowadzonego badania należy uznać, że najcenniejsze krajobrazy to takie, które posiadają zróżnicowaną rzeźbę terenu, dużą lesistość i jeziorność. Zatem w celu ich ochrony, należało by je wykluczyć spod lokalizacji elektrowni wiatrowych.

Wróżyński i in. (2016) przedstawili propozycję metody oceny wizualnego oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz. Pozwala ona na określenie zakresu i zasięgu widoczności elektrowni wiatrowej oraz przedstawia pięciostopniową ocenę jej oddziaływania na krajobraz. „Zasięg widoczności oznacza obszar, z którego elektrownia wiatrowa jest widoczna, natomiast zakres widoczności oznacza, jaka część elektrowni wiatrowej jest widziana przez obserwatora” (Wróżyński i in. 2016). Zaproponowana pięciostopniowa skala oceny odnosi się do analizy pól powierzchni zajmowanych przez

elektrownię na renderach¹⁹ oraz wizualizacji przeprowadzonych w programie Blender (tab. 5). Na podstawie renderów określono procentowo powierzchnię zajmowaną przez elektrownię wiatrową w odniesieniu do całkowitego pola widoku. Stwierdzono, że gdy procentowy udział elektrowni wiatrowej w odniesieniu do pola widoku jest mniejszy niż 0,02%, widoczność turbiny jest mocno ograniczona. W tym przypadku odległość elektrowni wiatrowej od obserwatora wynosi 12 km. Zatem analiza zasięgu oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz powinna zostać ograniczona do tej odległości.

Tab. 5. Skala oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz

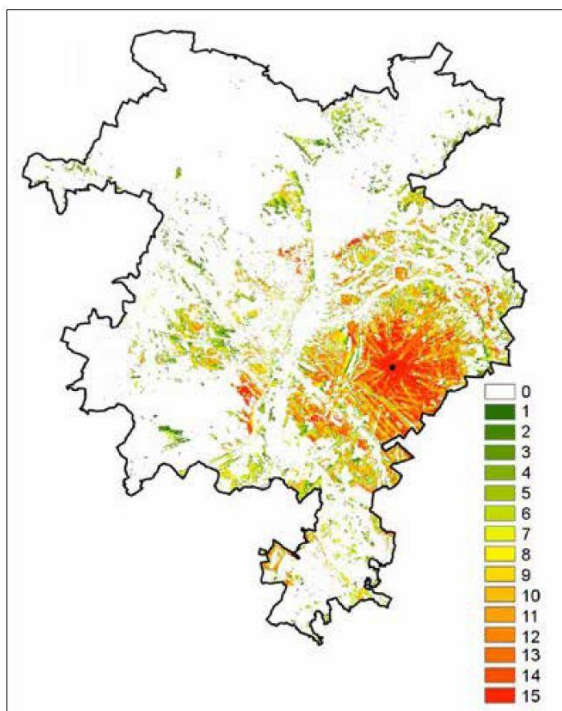
Procentowy udział elektrowni wiatrowej w odniesieniu do pola widoku (%)	Skala oceny	Oddziaływanie
> 1,02	5	bardzo silne
0,27 – 1,01	4	silne
0,07 – 0,26	3	znaczące
0,04 – 0,06	2	umiarkowane
0,02 – 0,03	1	słabe

Źródło: Wróżyński i in. 2016

Obszar badań dotyczył Metropolii Poznań, która obejmuje miasto Poznań oraz 21 gmin. Przyjęto, że w wyznaczonej lokalizacji (gmina Kleszczewo) powstanie elektrownia wiatrowa o wysokości wieży równej 105 m oraz rozpiętości wirnika równej 90 m. Po wykonaniu obliczeń oraz opracowaniu numerycznego modelu pokrycia terenu dla całej Metropolii wykazano, że zasięg widoczności elektrowni wiatrowej przekracza 30 km, a obszar objęty oddziaływaniem elektrowni wiatrowej na krajobraz ma powierzchnię 675 km² (22% powierzchni całej Metropolii) (ryc. 21). Obliczono również procentowy udział elektrowni wiatrowej w całkowitym polu widoku (ryc. 22). Zasięg analizy ograniczono do 12 km, przez co obszar objęty jej oddziaływaniem na krajobraz został zmniejszony do 240,91 km². Uznano, że poza tym zakresem elektrownia wiatrowa może być widoczna, ale jej oddziaływanie jest nieznaczące. Najsilniejsze oddziaływanie występuje w zakresie do 1 km od wieży elektrowni wiatrowej i obejmuje ono obszar 3,13 km². Silne oddziaływanie występuje w zakresie do 3 km i obejmuje teren o powierzchni 20,42 km². W strefie istotnego oddziaływania znajduje się 68,78

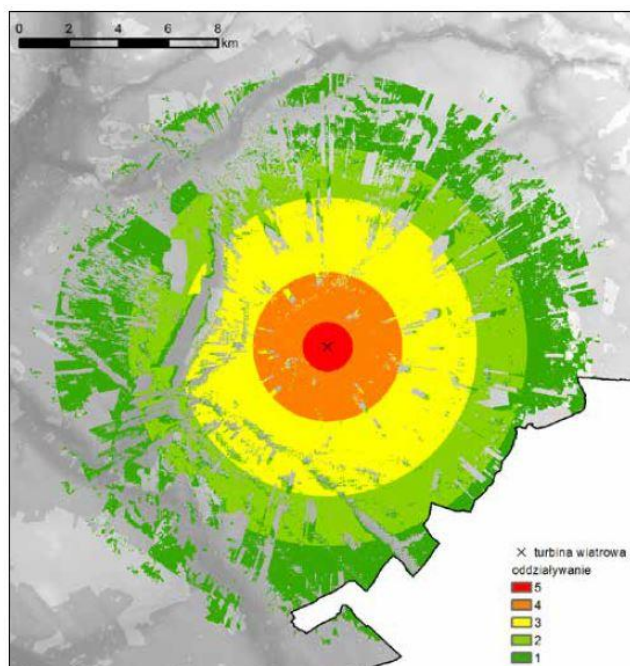
¹⁹ Render - zdjęcie wykonane w programie Blender

km², natomiast w strefie umiarkowanego i słabego oddziaływania znajduje się obszar o powierzchni 145,45 km².



Ryc. 21. Zasięg i zakres widoczności elektrowni wiatrowej na obszarze Metropolii Poznań

Źródło: Wróżyński i in. 2016



Ryc. 22. Ocena oddziaływania elektrowni wiatrowej na krajobraz

Źródło: Wróżyński i in. 2016

Badora (2016) przedstawił propozycję wskaźnika oceny siły wizualnego oddziaływania farm wiatrowych. Zaproponowane postępowanie metodyczne składa się z czterech etapów. W pierwszym etapie określa się ciągi widokowe w określonej strefie potencjalnego znaczącego oddziaływania, z których będą widoczne elektrownie wiatrowe wraz z towarzyszącą infrastrukturą. W kolejnym etapie oblicza się siłę oddziaływania wizualnego według wzoru:

$$S_w = \frac{\sum(L * L_w^{-1} * E * W_k * W_o)}{P} \quad (16)$$

„gdzie:

- S_w - siła oddziaływania wizualnego,
- L - długość ciągu widokowego, z którego występuje wizualne oddziaływanie farmy wiatrowej w km,
- L_w - średnia odległość z punktu widokowego o najsilniejszym oddziaływananiu, wyznaczonego dla ciągu widokowego, do wszystkich planowanych elektrowni wiatrowych w km,
- E - liczba istniejących i planowanych elektrowni wiatrowych występująca w panoramie z punktu widokowego o najsilniejszym oddziaływananiu wizualnym wyznaczonym dla ciągu widokowego,
- W_k - współczynnik kierunkowy oddziaływania, przyjmujący wartość 1 – dla oddziaływania bocznego, 2 – dla oddziaływania na wprost,
- W_o - współczynnik ludnościowy oddziaływania, związany z liczbą osób przemieszczających się określonym ciągiem widokowym w ciągu doby, przyjmujący wartości: 1 - <1000 osób, 2 – 1000-5000 osób, 3 - >5000 osób,
- P - powierzchnia strefy potencjalnego znaczącego oddziaływania wizualnego w km²” (Badora 2016).

Wskaźnik wylicza się także dla każdego ciągu widokowego według wzoru:

$$S_{wI} = L * L_w^{-1} * E * W_k * W_o \quad (17)$$

Dzięki temu możliwe jest określenie ciągów i punktów widokowych, z których będzie występować najsilniejsze oddziaływanie (Badora 2016). Im wartość wskaźnika S_w jest mniejsza, tym lokalizacja elektrowni wiatrowej pod względem wizualnym jest lepsza. Kolejnym etapem jest określenie jakości wizualnej krajobrazu, w którym planowane są elektrownie wiatrowe. W tym celu należy wykonać fotografie lub szkice panoram, które

powinno się zwaloryzować. Ocenę wartości wizualnej form pokrycia i ukształtowania terenu można przeprowadzić według wcześniejszych badań autora (Badora 2015) (tab. 6). Przyporządkowanie form pokrycia i ukształtowania terenu do określonych kategorii można przeprowadzić według wcześniej opisanego badania (Badora 2014).

Tab. 6. Klasyfikacja jakości wizualnej krajobrazów na podstawie analizy panoram

Wartość wizualna form ukształtowania	Wartość wizualna form pokrycia		
	Niska	Średnia	Wysoka
Niska	I	II	III
Średnia	II	III	IV
Wysoka	III	IV	V

Źródło: Badora 2015

Ostatnim etapem jest ocena oddziaływania elektrowni wiatrowych na jakość wizualną krajobrazu i interpretacja wyników oceny. Określa się ją zestawiając ocenę wskaźnika siły oddziaływania dla każdego ciągu widokowego oraz wyznaczone wartości wizualne panoram planowanych do zmiany po realizacji przedsięwzięcia (Badora 2016). W tab. 7 przedstawiono schemat klasyfikacyjny oddziaływania, w którym I oznacza bardzo mało znaczące oddziaływanie wizualne, V – bardzo znaczące oddziaływanie wizualne. Każdy z ciągów widokowych zostaje zaklasyfikowany do jednej z pięciu grup. Na tym etapie należy wyliczyć średnią wartości skali oddziaływania dla wszystkich ciągów widokowych. Jeżeli średnia jest większa niż 2,5, konieczne jest przeprowadzenie korekty lokalizacji elektrowni wiatrowej. Optymalizację dokonuje się do momentu uzyskania średniej skali oddziaływania do wartości mniejszej niż 2. Następnie wyniki badań dla poszczególnych ciągów widokowych należy poddać analizie indywidualnej. Dla obszarów o wyjątkowych wartościach krajobrazowych, o charakterze co najmniej regionalnym, nawet przy uzyskanej średniej wartości dla całej strefy poniżej 2, należy eliminować elektrownie. Podobnie należy postąpić w przypadku obszarów chronionych.

Tab. 7. Schemat klasyfikacyjny skali oddziaływania elektrowni wiatrowych na fizjonomię krajobrazu, uwzględniający siłę oddziaływania oraz jakość wizualną krajobrazu

Klasa jakości wizualnej krajobrazu	Słabe oddziaływanie wizualne I	Średnie oddziaływanie wizualne II	Silne oddziaływanie wizualne III
I	I	II	II
II	II	II	III
III	III	III	IV
IV	III	IV	V
V	IV	V	V

Objaśnienia: I – bardzo mało znaczące oddziaływanie wizualne, II – mało znaczące oddziaływanie wizualne, III – średnio znaczące oddziaływanie wizualne, IV – znaczące oddziaływanie wizualne, V – bardzo znaczące oddziaływanie wizualne

Źródło: Badora 2016

Każda z omówionych metod oceny wizualnego wpływu farm wiatrowych na krajobraz charakteryzuje się różnym podejściem metodologicznym: od metod opisowych do metod wskaźnikowych. Wspólną cechą każdej z nich jest minimalizowanie uciążliwości estetycznej poprzez ograniczenie widoczności elektrowni wiatrowych, bądź wystawienie na ich ekspozycję jak najmniejszej liczby osób. Usystematyzowanie poruszanego zagadnienia jest trudne, ze względu na subiektywny sposób postrzegania krajobrazu przez społeczeństwo. Niewątpliwie, obszary o wysokich walorach krajobrazowych należałoby chronić. Wydaje się więc koniecznym zaimplementowanie metod jego ochrony do systemu prawnego. Lokalizowanie elektrowni wiatrowych bez uwzględnienia walorów krajobrazowych może trwale wpłynąć na percepcję przyrodniczo cennych obszarów.

3.2. Czynniki prawne

3.2.1. Prawo unijne

Unia Europejska (UE) określa zakres wykorzystywania energii ze źródeł odnawialnych w krajach członkowskich poprzez odpowiednie dokumenty i akty normatywne. Za ich pomocą formułowane są cele ogólne i szczegółowe dotyczące obowiązku osiągnięcia ustalonych wskaźników udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto (Energia ze źródeł... 2017).

Jednym z takich dokumentów jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. U. L 140 z 5.6.2009). Określa ona wspólne ramy dla promowania energii ze źródeł odnawialnych (art. 1 Dyrektywy). Promocja ta realizowana jest przede wszystkim poprzez określenie dla poszczególnych krajów obowiązkowego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto oraz udziału energii ze źródeł odnawialnych w transporcie (art. 1 Dyrektywy). „Udział energii ze źródeł odnawialnych oblicza się jako wartość końcowego zużycia energii brutto ze źródeł odnawialnych podzieloną przez wartość końcowego zużycia energii brutto ze wszystkich źródeł i wyraża się w procentach” (art. 5 Dyrektywy). Aby osiągnąć postawione cele, państwa członkowskie Unii mogą stosować systemy wsparcia oraz środki współpracy między poszczególnymi państwami członkowskimi a państwami trzecimi (art. 3 Dyrektywy). Ponadto każde państwo członkowskie przyjmuje krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (art. 4 Dyrektywy). Na podstawie krajowego planu działania, każde z państw członkowskich przekazuje Komisji prognozę, która zawiera szacowaną nadwyżkę energii ze źródeł odnawialnych oraz szacowane zapotrzebowanie na energię ze źródeł odnawialnych, które do roku 2020 ma być pokrywane inaczej niż z produkcji krajowej (art. 4 Dyrektywy). Oceny krajowych planów działania dokonuje Komisja (art. 4 Dyrektywy). W przypadku, gdy Komisja uzna, iż ze względu na wystąpienie siły wyższej dany kraj nie jest w stanie osiągnąć wyznaczonych celów do roku 2020, podejmuje decyzję dotyczącą zakresu dostosowania końcowego zużycia energii brutto ze źródeł odnawialnych (art. 5 Dyrektywy). Współpraca państw członkowskich z państwami trzecimi w zakresie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych spełnia wymogi osiągniętych celów, gdy spełnione są postawione warunki: energia elektryczna zużywana jest we Wspólnocie; energia elektryczna jest produkowana w nowo wybudowanej instalacji; ilość produkowanej i eksportowanej energii elektrycznej nie uzyskała innego wsparcia w ramach systemu wsparcia państwa trzeciego niż pomoc inwestycyjna przyznana tej instalacji (art. 9 Dyrektywy). „Każde państwo członkowskie składa Komisji sprawozdanie dotyczące postępu w promowaniu i wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych do dnia 31 grudnia 2011 r. oraz co dwa lata po tej dacie. Ostatnim wymaganym sprawozdaniem będzie sprawozdanie szóste, które należy przedłożyć do dnia 31 grudnia 2021 roku” (art. 22 Dyrektywy). Zgodnie z załącznikiem I Dyrektywy, docelowy udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 roku dla Polski ma wynieść 15%.

Kolejnym dokumentem unijnym dotyczącym energii ze źródeł odnawialnych, w tym energetyki wiatrowej, jest Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1099/2008 z dnia 22 października 2008 r. w sprawie statystyki energii (Dz. U. L 304 z 14.11.2008, z późn. zm.). Rozporządzenie „ustanawia wspólne ramy dla tworzenia, przekazywania, oceny i rozpowszechniania porównywalnej statystyki energii we Wspólnocie” (art. 1 Rozporządzenia). Kraje członkowskie zbierają dane dotyczące nośników energii oraz zestawiają dane zagregowane, sporządzone na ich podstawie we Wspólnocie, ponadto ustalają szczegółowe zasady przedstawiania danych potrzebnych dla statystyki krajowej (art. 3 Rozporządzenia). Szczegółowe dane krajowe dotyczące energetyki wiatrowej należy przekazywać do Komisji (Eurostat) raz w roku (art. 4 i 5 Rozporządzenia). „Komisja (Eurostat) rozpowszechnia roczne statystyki dotyczące energii do dnia 31 stycznia drugiego roku po okresie sprawozdawczym” (art. 5 Rozporządzenia). W celu poprawy jakości statystyk, Komisja (Eurostat) we współpracy z państwami członkowskimi, zapewnia porównywalność, przejrzystość, szczegółowość i elastyczność tych statystyk, poprzez przegląd metod wykorzystywanych do corocznego i efektywnego pod względem kosztów opracowywania statystyk dotyczących energii ze źródeł odnawialnych (art. 9 Rozporządzenia). „Zbiór statystyk dotyczących energii ze źródeł odnawialnych może być modyfikowany zgodnie z procedurą regulacyjną połączoną z kontrolą” (art. 7 Rozporządzenia).

Dokumentem unijnym dotyczącym pośrednio energetyki wiatrowej jest „Europa 2020 Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu” (KOM(2010) 2020), określanej potocznie „3 · 20”. Jednym z najważniejszych celów wymienionych w Strategii jest „ograniczenie emisji dwutlenku węgla co najmniej o 20% w porównaniu z poziomem z 1990 r. lub, jeśli pozwolą na to warunki, o 30%; zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii do 20% oraz zwiększenie efektywności wykorzystania energii o 20%”.

Kolejnym dokumentem unijnym dotyczącym m. in. energetyki wiatrowej jest „Mapa drogowa na rzecz energii odnawialnej, Energie odnawialne w XXI wieku: budowa bardziej zrównoważonej przyszłości” (KOM (2006) 848). Według tego komunikatu „produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych mogłaby wzrosnąć w 2020 r. z obecnego poziomu 15% do 34% łącznego zużycia energii elektrycznej. Do 2020 r. energia wiatru mogłaby zapewniać 12% energii elektrycznej w UE. Jedna trzecia tej energii będzie najprawdopodobniej pochodzić z morskich elektrowni wiatrowych” (Mapa drogowa... 2007).

3.2.2. Prawo krajowe

3.2.2.1. Dokumenty strategiczne

Najważniejszymi dokumentami strategicznymi, mającymi znaczenie dla rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce, są: Polityka energetyczna Polski do 2030 roku (2009), Polityka klimatyczna Polski - Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020 (2003), Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (2010), Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (2011).

„Polityka energetyczna państwa jest opracowywana zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju kraju i zawiera:

- 1) ocenę realizacji polityki energetycznej państwa za poprzedni okres;
- 2) część prognostyczną obejmującą okres nie krótszy niż 20 lat;
- 3) program działań wykonawczych na okres 4 lat zawierający instrumenty jego realizacji”
(art. 15 Ustawy Prawo Energetyczne).

Obecnie obowiązującym dokumentem dotyczącym polityki energetycznej Polski jest Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, która została przyjęta przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 roku. Dokument „Polityka energetyczna Polski do 2030” roku liczy 29 stron, ponadto składa się z 4 załączników zatytułowanych:

- 1) Ocena realizacji polityki energetycznej od 2005 roku;
- 2) Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku;
- 3) Program działań wykonawczych na lata 2009 – 2012;
- 4) Wnioski ze strategicznej oceny oddziaływania polityki energetycznej na środowisko.

Podstawowymi kierunkami polskiej polityki energetycznej są: „poprawa efektywności energetycznej, wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii, dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej, rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw, rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii, ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko” (Polityka energetyczna Polski... 2009). Kierunki te pośrednio lub bezpośrednio związane są z rozwojem energetyki wiatrowej, która ma wpływ na poprawę efektywności energetycznej poprzez produkcję energii elektrycznej w pobliżu miejsca jej odbioru, dzięki czemu ogranicza straty w przesyłce i dystrybucji energii. Dodatkowe źródło energii zwiększa bezpieczeństwo jej dostaw oraz zapewnia dywersyfikację dostaw. Rozwój energetyki wiatrowej związany jest ponadto z rozwojem konkurencji na rynku energii oraz ograniczeniami oddziaływania energetyki na

środowisko poprzez m.in. brak emisji szkodliwych gazów i pyłów przez elektrownie wiatrowe. Bezpośrednio z energetyką wiatrową wiąże się kierunek Polityki energetycznej Polski do 2030 roku, związany z wykorzystywaniem odnawialnych źródeł energii (Zajdler 2012). Zakłada się dalszy rozwój energetyki wiatrowej, zarówno na lądzie jak i na morzu (pkt 5. Polityki...). Ponadto wskazuje się na działania mające na celu stworzenie warunków ułatwiających podejmowanie decyzji inwestycyjnych dotyczących budowy farm wiatrowych na morzu (pkt 5.2. Polityki...).

W Ocenie realizacji polityki energetycznej od 2005 roku (2009), stanowiącej załącznik do Polityki energetycznej Polski do 2030 roku, stwierdza się że „konieczny jest zrównoważony rozwój źródeł o trudno przewidywalnej charakterystyce pracy (przede wszystkim źródeł wiatrowych i solarnych), tak aby uzyskane możliwości produkcji energii elektrycznej przez te źródła (wraz z możliwościami produkcji energii elektrycznej przez elektrownię jądrową), nie prowadziły do powstawania nieuzasadnionych kosztów”.

W Prognozie zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku (2009), będącej kolejnym załącznikiem do Polityki energetycznej Polski do 2030 roku, określa się energetykę wiatrową jako kluczową do spełnienia celów polityki energetycznej, w zakresie 15% udziału energii odnawialnej w strukturze energii brutto (pkt 3.1. Prognozy...). Zakłada się, że w 2030 roku energia z elektrowni wiatrowych będzie wynosić około 18 TWh, co będzie stanowić ok. 8,2% przewidywanej produkcji całkowitej brutto (pkt 3.3. Prognozy...).

W Programie działań wykonawczych na lata 2009 – 2012 (2009), będącej trzecim załącznikiem do Polityki energetycznej Polski do 2030 roku, określono konieczność podjęcia działań mających na celu rozwój sieci przesyłowych i dystrybucyjnych na potrzeby rozwoju energetyki wiatrowej (Działanie 2.11.), oraz rewizję otoczenia prawnego w celu umożliwienia rozwoju morskich farm wiatrowych (Działanie 4.6.).

We Wnioskach ze strategicznej oceny oddziaływania polityki energetycznej na środowisko (2009), będących czwartym załącznikiem, określa się, iż ocena środowiskowych postanowień Polityki... (2009) będzie prowadzona z wykorzystaniem istniejących narzędzi statystycznych oraz danych i informacji gromadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska i Krajowego Systemu Inwentaryzacji Emisji. Analizy dotyczące dynamiki wzrostu podaży energii z energetyki wiatrowej będą sporządzane w systemie uproszczonych sprawozdań przedkładanych Radzie Ministrów corocznie, a w postaci pogłębionej analizy raz na cztery lata (pkt 6 Wniosków...).

Należy nadmienić, iż w listopadzie 2018 roku Ministerstwo Energii przedłożyło do konsultacji projekt dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2040 roku”.

Kolejnym dokumentem strategicznym nawiązującym do energetyki wiatrowej jest Polityka klimatyczna Polski - Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020 (2003). Dokument ten został przyjęty przez Radę Ministrów dnia 04.11.2003 roku. Zawiera on kierunki i strategie działań zmierzających do przeciwdziałania zmianom klimatu. W dokumencie tym elektrownie wiatrowe, obok elektrociepłowni spalających biomasę oraz elektrowni wodnych, zostały uznane za najbardziej perspektywiczne technologie w Polsce z punktu widzenia osiągnięcia celów w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu (s. 40 Polityki...). Ponadto stwierdza się, że „Racjonalne wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych tj. energii rzek, wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalnej lub biomasy, jest jednym z istotnych komponentów zrównoważonego rozwoju przynoszącym wymierne efekty ekologiczno-energetyczne (s. 39 Polityki...).

W dniu 7 grudnia 2010 r. Rada Ministrów przyjęła dokument pt.: Krajowy Plan Działania (KPD) w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (2010). „Określa on krajowe cele w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych zużyte w sektorze transportowym, sektorze energii elektrycznej, sektorze ogrzewania i chłodzenia w 2020 r., uwzględniając wpływ innych środków polityki efektywności energetycznej na końcowe zużycie energii oraz odpowiednie środki, które należy podjąć dla osiągnięcia krajowych celów ogólnych w zakresie udziału OZE w wykorzystaniu energii finalnej” (me.gov.pl²⁰). W dokumencie tym, w zakresie rozwoju OZE w obszarze elektroenergetyki, przewiduje się przede wszystkim rozwój źródeł opartych na energii wiatru oraz biomasie. Ponadto określa on, iż relatywnie największą dynamikę wzrostu w latach 2006-2020 zanotuje energetyka wiatrowa (pięćdziesięciokrotny wzrost) (s. 5-6 KPD). Podkreśla on również fakt, iż energetyka wiatrowa jest kluczowa z punktu widzenia osiągnięcia postawionego celu 15% udziału energii ze źródeł odnawialnych w strukturze energii finalnej brutto w 2020 (s.139 KPD). W Krajowym Planie Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych dokonano przeglądu wszystkich polityk i środków służących rozwojowi OZE. „Z punktu widzenia energetyki wiatrowej, poza ogólnymi mechanizmami wsparcia dla wszystkich odnawialnych źródeł energii, za zasadnicze wsparcie uznano specjalne zasady bilansowania handlowego dla farm wiatrowych, dzięki którym farmy te mogą zgłaszać do operatora systemu przesyłowego programy produkcji swojej energii na godzinę przed godziną rozpoczęcia produkcji” (Zajdler 2012). Środek ten wszedł w życie w 2007 roku. Ponadto w latach 2007-2013 w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko Rozwój Przemysłu OZE funkcjonowały instrumenty finansowe wspierające budowę zakładów

²⁰ Dostęp on-line: 15.04.2018

produkujących urządzenia do wytwarzania energii elektrycznej z wiatru (s.25 KPD). Określono również działania odnoszące się do załącznika nr 3 Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku zmierzające do stworzenia warunków ułatwiających podejmowanie decyzji inwestycyjnych dotyczących budowy farm wiatrowych na morzu. Obejmują one:

- 1) „identyfikację barier prawnych uniemożliwiających lub utrudniających budowę farm wiatrowych na morzu – 2010 r.,
- 2) przygotowanie projektów zmian prawnych usuwających zidentyfikowane bariery, w szczególności zmian w ustawie o obszarach morskich RP i administracji morskiej – 2010 r.,
- 3) dokonanie rozstrzygnięć odnośnie zaangażowania Polski w budowę międzynarodowej morskiej kablowej linii energetycznej (Supergrid), kluczowej dla rozwoju morskich farm wiatrowych – 2010 r.,
- 4) wskazanie potencjalnych lokalizacji farm wiatrowych na obszarach morskich RP – 2010 r.” (s. 73-74 KPD).

Według raportu Najwyższej Izby Kontroli (NIK) (2011) powyższe działania zostały wykonane. Zidentyfikowano bariery prawne uniemożliwiające lub utrudniające budowę farm wiatrowych na morzu, na podstawie których przeprowadzono zmiany legislacyjne. Dokonano rozstrzygnięć odnośnie zaangażowania Polski w budowę międzynarodowej morskiej linii energetycznej (Supergrid). Wskazano również potencjalne lokalizacje dla budowy farm wiatrowych na obszarach morskich RP (Rozwój i wykorzystanie odnawialnych... 2011). Zwrócono również uwagę, iż energia produkowana przez farmy wiatrowe charakteryzuje się niepełną przewidywalnością. Fakt ten sprawia, że dla odbiorców rynkowa wartość energii produkowanej przez farmy wiatrowe jest niższa, niż energii z elektrowni konwencjonalnych. Jednak ograniczenie wynikające z trudności w prognozowaniu produkcji energii zostało bardzo istotnie złagodzone poprzez wprowadzenie przez Operatora Systemu Przesyłowego nowych zasad zgłaszania do realizacji umów handlowych tych wytwórców. Mogą oni zgłaszać Operatorowi planowaną produkcję energii z godzinnym wyprzedzeniem (s. 75 – 76 KPD).

Kolejnym dokumentem strategicznym odnoszącym się do energetyki wiatrowej jest Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK, 2011). W dokumencie stwierdzono, że podstawowymi źródłami energii odnawialnej w Polsce są wiatr i biomasa. Określono ponadto bariery dla rozwoju energii wiatrowej, którymi są: „konieczność rozbudowy infrastruktury na poziomie sieci przesyłowej, ciągłe zmiany pogody, nagłe zmiany siły wiatru, konieczność uwzględniania korytarzy powietrznych migracji ptaków i ochrony krajobrazu” (s. 25 KPZK). Zwrócono uwagę, iż największe elektrownie wiatrowe zlokalizowane są na północy

kraju, co przyczyniło się do rozwiązania problemu niedoinwestowania w zakresie infrastruktury energetycznej oraz poprawy bezpieczeństwa energetycznego na tym terenie (s. 53 – 55 KPZK). W Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (2011) zwrócono uwagę na konieczność przystosowania sieci krajowej do odbioru energii ze źródeł rozproszonych. W związku z tym sieć przesyłowa wysokiego napięcia zostanie rozbudowana, aby umożliwić przejęcie mocy z planowanych lądowych i morskich farm wiatrowych. Ponadto zadaniem planowania przestrzennego będzie wyznaczenie stref dla rozwoju energetyki wiatrowej (na poziomie krajowym i wojewódzkim) (s. 133 KPZK).

3.2.2.2. Akty normatywne

Akty normatywne obowiązujące w Polsce dotyczące energetyki wiatrowej można podzielić na cztery grupy: regulacje w zakresie energetyki, regulacje w zakresie ochrony środowiska, regulacje w zakresie podatkowym, regulacje w zakresie planowania i infrastruktury (Zajdler 2012).

Regulacje w zakresie energetyki

Ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (zwana dalej UEW)

Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961 t. j.) „określa warunki i tryb lokalizacji i budowy elektrowni wiatrowych oraz warunki lokalizacji elektrowni wiatrowych w sąsiedztwie istniejącej albo planowanej zabudowy mieszkaniowej” (art. 1 UEW). Zgodnie z artykułem 3 UEW lokalizacja elektrowni wiatrowej następuje wyłącznie na podstawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. W ustawie określono wymaganą odległość elektrowni wiatrowej od budynku mieszkalnego albo budynku o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa, która „jest równa lub większa od dziesięciokrotności wysokości elektrowni wiatrowej mierzonej od poziomu gruntu do najwyższego punktu budowli, wliczając elementy techniczne, w szczególności wirnik wraz z łopatomy (całkowita wysokość elektrowni wiatrowej)” (art. 4 UEW). Ponadto odległość ta wymagana jest również przy lokalizacji i budowie elektrowni wiatrowej od określonych form ochrony przyrody oraz od leśnych kompleksów promocyjnych, natomiast ustanawianie tych form ochrony przyrody oraz leśnych kompleksów promocyjnych nie wymaga zachowania tej odległości (art. 4 ust. 2 UEW). Nie jest ona również wymagana „przy przebudowie, nadbudowie, rozbudowie, remoncie, montażu lub

odbudowie budynku mieszkalnego albo budynku o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa” (art. 4 ust. 3 UEW). Plany miejscowe określają maksymalną całkowitą wysokość elektrowni wiatrowej oraz obejmują co najmniej obszar wyznaczony przez dziesięciokrotność wysokości planowanej elektrowni wiatrowej (art. 7 UEW). W przypadku elektrowni wiatrowych funkcjonujących w dniu wejścia ustawy, a nie spełniających określonych przez ustawę warunków prawnych, „dopuszcza się jedynie przeprowadzenie remontu oraz wykonywanie innych czynności niezbędnych do prawidłowego użytkowania elektrowni, z wyłączeniem działań prowadzących do zwiększenia parametrów użytkowych elektrowni lub zwiększenia jej oddziaływań na środowisko” (art. 12 UEW). Ponadto „pozwolenia na budowę dotyczące elektrowni wiatrowych, wydane przed dniem wejścia w życie ustawy (...) zachowują moc, o ile w ciągu 3 lat od dnia wejścia w życie ustawy wydana zostanie decyzja o pozwoleniu na użytkowanie” (art. 13 ust. 2 UEW). Decyzje o warunkach zabudowy dotyczące elektrowni wiatrowych wydane przed dniem wejścia w życie ustawy tracą moc, chyba że przed dniem wejścia w życie ustawy wobec inwestycji nimi objętych wszczęto postępowanie o wydanie pozwolenia na budowę (art. 14 ust. 6 UEW). Natomiast studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego w dniu wejścia w życie ustawy zachowują moc (art. 15 UEW). Jeżeli w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, planowana elektrownia wiatrowa nie spełnia wymogów w/w ustawy, organ administracji architektoniczno-budowlanej odmawia wydania pozwolenia na budowę, a organ prowadzący postępowanie w sprawie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach odmawia zgody na realizację przedsięwzięcia (art. 15 ust. 3 UEW).

Ustawa o odnawialnych źródłach energii (zwana dalej UOZE)

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.) definiuje szereg pojęć z zakresu energetyki odnawialnej. Jednym z nich są odnawialne źródła energii, za które uznano „odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów” (art. 2 UOZE).

Ustawa określa m.in. zasady i warunki wykonywania działalności oraz mechanizmy i instrumenty wspierające wytwarzanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (art. 1 UOZE). Ponadto określa „zasady wydawania gwarancji pochodzenia energii elektrycznej

wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii w instalacjach odnawialnego źródła energii” (art. 1 UOZE). Ustawa zawiera również zasady realizacji krajowego planu działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych oraz warunki i tryb certyfikowania instalatorów mikroinstalacji, małych instalacji i instalacji odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej cieplnej nie większej niż 600 kW (art. 1 UOZE). Zgodnie z w/w ustawą, prosument, wytwarzający energię elektryczną ze źródeł odnawialnych w mikroinstalacjach, może oddać do sieci nadwyżkę wytworzonej energii, mogąc pobrać energię elektryczną według potrzeb z tej sieci w innym terminie w stosunku 1 do 0,7. Wyjątkiem są mikroinstalacje o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 10 kW, dla których ten stosunek ilościowy wynosi 1 do 0,8 (art. 4 UOZE). Rozliczenia dokonuje się na podstawie wskazań urządzenia pomiarowo-rozliczeniowego dla danej mikroinstalacji (art. 4 UOZE). „Rozliczeniu podlega energia elektryczna wprowadzona do sieci nie wcześniej niż na 365 dni przed dniem dokonania odczytu rozliczeniowego w bieżącym okresie rozliczeniowym” (art. ust. 5 UOZE).

Ustawa reguluje również mechanizmy i instrumenty wspierające wytwarzanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Jednym z nich jest możliwość utworzenia klastra energii. Jest to cywilnoprawne porozumienie, reprezentowane przez koordynatora, dotyczące wytwarzania i równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji lub obrotu energią z odnawialnych źródeł energii lub z innych źródeł lub paliw, w ramach sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV. Ponadto klastery energii muszą znajdować się na obszarze jednego powiatu lub 5 gmin (art. 2 UOZE). „Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, z którym zamierza współpracować klastery energii, jest obowiązany do zawarcia z koordynatorem klastra energii umowy o świadczenie usług dystrybucji (art. 38a ust. 3 UOZE). Ustawa wprowadza również pojęcie spółdzielni energetycznej, której celem jest produkcja energii (art. 2 UOZE). Z punktu widzenia elektrowni wiatrowej jest to produkcja energii elektrycznej w instalacjach o mocy nie większej niż 10 MW (art. 2 UOZE). Spółdzielnia energetyczna będąca zamkniętym systemem dystrybucyjnym jest zwolniona z szeregu obowiązków wymienionych w art. 38b ust. 2 UOZE. Uznaje się ją za system zamknięty, jeżeli produkuje energię na własne potrzeby, liczba użytkowników nie przekracza 1000 oraz są zaopatrywani wyłącznie odbiorcy, którzy zawarli umowy kompleksowe (art. 38b ust. 1). „Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, z którym zamierza współpracować spółdzielnia energetyczna, jest obowiązany do zawarcia umowy o świadczenie usług dystrybucji” (art. 38b ust. 4 UOZE). Ustawa reguluje również kwestie związane z wydawanymi świadectwami pochodzenia. Świadectwo pochodzenia jest dokumentem potwierdzającym wytworzenie tej energii z odnawialnych źródeł energii. Przysługuje ono wytwórcom energii z

odnawialnych źródeł, w których wytworzono energię elektryczną przed dniem wejścia w życie ustawy (art. 44 UOZE). Świadcstwo pochodzenia przysługuje przez okres 15 lat, jednak nie dłużej niż do dnia 31 grudnia 2035 r. (art. 44 ust. 5 UOZE). „Prezes URE informuje wytwórców o ilości energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, dla których przysługuje świadectwo pochodzenia” (art. 44 ust. 9). Ustawa wprowadza również system aukcyjny będący systemem wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z odnawialnych źródeł. Wytwórca energii chcąc przystąpić do aukcji składa deklarację do Prezesa URE (art. 71 UOZE). „Rada Ministrów określa, w drodze rozporządzenia, w terminie do dnia 31 października każdego roku, maksymalną ilość i wartość energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii wytworzonej oddzielnie w instalacjach odnawialnego źródła energii (...) która może zostać sprzedana w drodze aukcji w następnym roku kalendarzowym” (art. 72 UOZE). Prezes URE ogłasza, organizuje i przeprowadza aukcje nie rzadziej niż raz w roku, przedmiotem aukcji jest wytwarzanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (art. 73 UOZE). Aukcje przeprowadza się odrębnie dla instalacji odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej nie większej niż 1 MW oraz większej niż 1 MW (art. 73 ust. 4 UOZE). W przypadku, gdy ilość i wartość energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii elektrycznej nie zostanie sprzedana, Prezes URE może przeprowadzić w danym roku kolejne aukcje (art. 73 ust. 5 UOZE). Wydaje on również zaświadczenie o dopuszczeniu do aukcji lub odmawia jego wydania, w terminie 30 dni od dnia złożenia wniosku o wydanie tego zaświadczenia (art. 76 UOZE). Natomiast Minister właściwy do spraw energii, w drodze rozporządzenia określa maksymalną cenę w złotych za 1 MWh, za jaką może zostać w danym roku kalendarzowym sprzedana przez wytwórców w drodze aukcji energia elektryczna z odnawialnych źródeł energii, zwaną ceną referencyjną (art. 77 UOZE). Określa on również okres obowiązku zakupu energii elektrycznej oraz okres prawa do pokrycia ujemnego salda (art. 77 UOZE). „Prezes URE zamieszcza ogłoszenie o aukcji w Biuletynie Informacji Publicznej URE nie później niż 30 dni przed dniem jej rozpoczęcia, ogłoszenie o aukcji zawiera:

- 1) termin przeprowadzenia sesji aukcji,
- 2) godziny otwarcia i zamknięcia sesji aukcji,
- 3) wskazanie maksymalnej ilości i wartości energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, jaka może zostać sprzedana w drodze aukcji” (art. 78 UOZE).

Aukcję przeprowadza się, jeżeli zostały zgłoszone nie mniej niż trzy ważne oferty spełniające wymagania określone w ustawie, a prowadzi się ją w postaci elektronicznej za pośrednictwem internetowej platformy aukcyjnej, na której wytwórcy będący uczestnikami aukcji przekazują ofertę za pomocą formularza zamieszczonego na internetowej platformie aukcyjnej (art. 78 i 79

UOZE). „Aukcję wygrywają uczestnicy aukcji, którzy zaoferowali najniższą cenę sprzedaży energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii – aż do wyczerpania ilości lub wartości energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii określonej w ogłoszeniu o aukcji” (art. 80). Aukcję zamyka Prezes URE, podając niezwłocznie na swojej stronie internetowej informacje o wynikach aukcji (art. 81 UOZE). Kolejną kwestią mającą związek z energetyką wiatrową, którą reguluje ustawa, są zasady wydawania gwarancji pochodzenia energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii w instalacjach odnawialnego źródła energii. Jest to „dokument poświadczający odbiorcy końcowemu, że określona w tym dokumencie ilość energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej lub sieci przesyłowej została wytworzona z odnawialnych źródeł energii w instalacjach odnawialnego źródła energii” (art. 120 UOZE). Wydaje się go na pisemny wniosek wytwórcy energii elektrycznej (art.121 UOZE).

Ustawa Prawo energetyczne (zwana dalej PE)

Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku (Dz.U. 2017 poz. 220) „określa zasady kształtowania polityki energetycznej państwa, zasady i warunki zaopatrzenia i użytkowania paliw i energii, w tym ciepła, oraz działalności przedsiębiorstw energetycznych, a także określa organy właściwe w sprawach gospodarki paliwami i energią” (art. 1. PE). W art. 7 w/w ustawy określa się zasady przyłączenia do sieci elektroenergetycznej podmiotu produkującego energię. Określa się pierwszeństwo przyłączenia dla instalacji odnawialnych źródeł energii. Ponadto w art. 7 ust. 2 i 3 określa się warunki umowy oraz warunki przyłączenia do sieci. Zadaniem przedsiębiorstwa energetycznego zajmującego się przesyłem i dystrybucją energii jest zapewnienie realizacji i finansowania budowy i rozbudowy sieci na potrzeby podmiotu ubiegającego się o takie przyłączenie (art. 7 ust. 5 PE). Natomiast budowa i rozbudowa odcinków sieci służących do przyłączenia instalacji należy do podmiotów ubiegających się o przyłączenie (art. 7 ust. 6 PE). Przyłączanie do sieci farm wiatrowych jest dodatkowo uregulowane w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRiESP), w której zgodnie z punktem II.B.1.2.1.5 „wniosek o określenie warunków przyłączenia dla farm wiatrowych w zakresie charakterystyki ruchowej i eksploatacyjnej powinien zawierać:

- a) specyfikację techniczną turbin wiatrowych,
- b) sporządzony w języku polskim wyciąg ze sprawozdania z badań jakości energii elektrycznej dostarczanej przez turbiny wiatrowe,
- c) charakterystykę mocy turbiny wiatrowej w funkcji prędkości wiatru” (IRiESP 2007).

W Ustawie Prawo energetyczne sformułowano także zasady pobierania opłat za przyłączenie do sieci (art. 7 ust. 8 PE). Warunkiem przyłączenia do sieci podmiotu, w tym elektrowni wiatrowej, o napięciu znamionowym wyższym niż 1kV jest przedłożenie wypisu i wrysu z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, a w przypadku jego braku, decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu (art. 7 ust. 8d PE). W ustawie Prawo energetyczne określono wymagania techniczne urządzeń przyłączonych do sieci oraz instalacji i sieci podmiotów ubiegających się o przyłączenie (art. 7a PE). Zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 256/2014 z dnia 26 lutego 2014 r (Dz. U. UE L 84/61) przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się wytwarzaniem energii elektrycznej, w tym w instalacjach odnawialnego źródła energii, ma obowiązek zgłaszania Komisji projektów inwestycyjnych dotyczących infrastruktury energetycznej w Unii Europejskiej (art. 9t PE). Regulacje z zakresu działalności przedsiębiorstw energetycznych, w tym elektrowni wiatrowych, należą do zadań Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (art. 23 PE). Do wytwarzania energii elektrycznej przez elektrownie wiatrowe, z wyłączeniem energii elektrycznej w mikroinstalacjach lub małej instalacji, konieczne jest uzyskanie koncesji (art. 32 PE). Przedsiębiorstwa energetyczne posiadające koncesję, ustalają taryfy z własnej inicjatywy lub na wniosek Prezesa URE (art. 47 PE), który może również zwolnić z obowiązku przedkładania taryf (art. 49 PE). W ustawie Prawo energetyczne zwrócono uwagę, iż projektowanie, produkcja, import, budowa oraz eksploatacja urządzeń, instalacji i sieci powinny zapewniać racjonalne i oszczędne zużycie paliw lub energii (art. 51 PE). W związku z tym sformułowano pojęcie „efektywność energetyczna”, które rozumiane jest jako: „wielkość zużycia paliw i energii, odniesiona do uzyskiwanej wielkości efektu użytkowego urządzenia w typowych warunkach użytkowania” (art. 52 PE). Wymagania w zakresie efektywności energetycznej określa w drodze rozporządzenia minister właściwy do spraw energii (art. 52 ust. 4 PE). Obecnie obowiązuje Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz. 1912). Rozporządzenie nie określa sprawności przemiany energetycznej dla urządzeń energetyki wiatrowej.

Regulacje w zakresie ochrony środowiska

Ustawa prawo ochrony środowiska (zwana dalej POŚ)

Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. 2001 Nr 62 poz. 627 ze zm.) „określa zasady ochrony środowiska oraz warunki korzystania z jego zasobów, z

uwzględnieniem wymagań zrównoważonego rozwoju” (art. 1 POŚ). Według artykułu 4 POŚ każdemu przysługuje powszechne korzystanie ze środowiska. Korzystanie wykraczające poza ramy korzystania powszechnego może być ograniczone koniecznością uzyskania pozwolenia (art. 1 POŚ). Kto podejmuje działalność mogącą negatywnie oddziaływać na środowisko oraz gdy takie oddziaływanie nie jest jeszcze w pełni rozpoznane, jest obowiązany podjąć wszelkie możliwe środki zapobiegawcze (art. 6 POŚ). Ponadto polityki, strategie, plany lub programy dotyczące energetyki powinny uwzględniać zasady ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju (art. 8 POŚ). „Z punktu widzenia inwestycji w farmy wiatrowe znaczenie mają szczegółowe regulacje ustawy POŚ, dotyczące m.in.:

- 1) ochrony powierzchni ziemi (dział IV ustawy POŚ);
- 2) ochrony przed hałasem (dział V ustawy POŚ);
- 3) ochrony przed polami elektromagnetycznymi (dział VI ustawy POŚ);
- 4) ochrony roślin i zwierząt (dział VIII ustawy POŚ)” (Zajdler 2012).

W artykule 101 POŚ określono, na czym polega ochrona powierzchni ziemi. W przypadku elektrowni wiatrowych szczególną uwagę należy zwrócić na: racjonalne gospodarowanie, zachowanie funkcji środowiskowych, gospodarczych, społecznych i kulturowych, minimalizację stopnia i łagodzenie skutków zasklepienia gleby, przeciwdziałanie niekorzystnym zmianom naturalnego ukształtowania powierzchni ziemi (art. 101 POŚ). Trzeba nadmienić, że elektrownie wiatrowe nie wpływają lub w minimalny sposób wpływają na zanieczyszczenia powierzchni ziemi. Natomiast w znacznym stopniu wpływają na hałas, który generowany jest głównie poprzez obracające się łopaty wirnika. Według artykułu 112 POŚ „ochrona przed hałasem polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu akustycznego środowiska”. W Ustawie definiuje się wskaźnik hałasu jako „parametry hałasu określone poziomem dźwięku A wyrażonym w decybelach (dB), w tym:

- a) L_{DWN} – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia (rozumianej jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 18.00), pory wieczoru (rozumianej jako przedział czasu od godz. 18.00 do godz. 22.00) oraz pory nocy (rozumianej jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00),
- b) L_N – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00)” (art. 112a POŚ).

Dopuszczalne normy hałasu określa w drodze rozporządzenia Minister właściwy do spraw środowiska (art. 112b, art. 113 POŚ). W obwieszczeniu z dnia 15 października 2013 r. (Dz. U.

z 2014 r. poz. 112) Minister Środowiska ogłosił jednolity tekst rozporządzenia z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826 z późn. zm.). Według rozporządzenia (Dz. U. z 2014 r. poz. 112) dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku A (w tym dla elektrowni wiatrowych) wynosi (tab. 8):

Tab. 8. Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku A w dB	
		L _{DNW} Przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom roku	L _N Przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	55	45

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz. U. z 2014 r. poz. 112)

W ramach długofalowej ochrony przed hałasem podstawowym instrumentem oceny stanu akustycznego środowiska są mapy akustyczne. Oceny stanu akustycznego środowiska dokonuje się na podstawie wyników pomiarów poziomu hałasu określonych wskaźnikami hałasu L_{DNW} i L_N (art. 117 POŚ). Mapę akustyczną sporządza starosta co 5 lat (art. 118 POŚ). Stanowi ona źródło danych wykorzystywanych do informowania społeczeństwa o zagrożeniach środowiska hałasem (art. 118a POŚ). „Dla terenów, na których poziom hałasu przekracza poziom dopuszczalny, tworzy się programy ochrony środowiska przed hałasem, których celem jest dostosowanie poziomu hałasu do dopuszczalnego” (art. 119 POŚ). Programy ochrony środowiska przed hałasem są aktami prawa miejscowego (Zajdler 2012). Program aktualizuje

się co najmniej raz na pięć lat (art. 119 POŚ). Powyższe zapisy mają wpływ na przestrzenne możliwości powstawania elektrowni wiatrowych. Kluczowym ograniczeniem jest przede wszystkim wymóg zachowania odpowiedniej odległości od zabudowy mieszkaniowej, która często ma charakter rozproszony.

Ochrona przed polami elektromagnetycznymi polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu środowiska poprzez utrzymanie lub zmniejszenie poziomów pól elektromagnetycznych poniżej dopuszczalnych lub co najmniej na tych poziomach (art. 121 POŚ). Poziomy te określa Minister właściwy do spraw środowiska (art. 122 POŚ). W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. z 2003 r. Nr 192, poz. 1883) określono zakres częstotliwości pól elektromagnetycznych, dla których określa się parametry fizyczne charakteryzujące oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową oraz dla miejsc dostępnych dla ludzi. „Głównymi źródłami pola elektromagnetycznego związanymi bezpośrednio z farmą wiatrową, są generator turbiny wiatrowej oraz transformator wyjściowy. Dodatkowymi źródłami takiego pola mogą być: linia kablowa łącząca generator i transformator, kablowe linie elektroenergetyczne dostarczające wyprodukowaną energię elektryczną do stacji elektroenergetycznej oraz teletransmisyjne anteny nadawcze, służące do sterowania i kontroli pracy elektrowni” (Zajdler 2012). „Oceny poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku i obserwacji zmian dokonuje się w ramach państwowego monitoringu środowiska” (art.123) POŚ). W artykule 127 POŚ określono szczegółowo, na czym polega ochrona zwierząt i roślin oraz w jaki sposób jest ona realizowana. Elektrownie wiatrowe mają przede wszystkim wpływ na ptactwo, gdyż obracające się turbiny wirnika mogą powodować kolizję z przelatującymi ptakami. Zapewnienie ochrony roślin i zwierząt jest również realizowane przez inne ustawy, przede wszystkim przez Ustawę z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880 ze zm.).

Ustawa o ochronie przyrody (zwana dalej UOP)

Ustawa o ochronie przyrody „określa cele, zasady i formy ochrony przyrody żywej i nieożywionej oraz krajobrazu” (art. 1 UOP). „Cele w zakresie ochrony przyrody objęte powyższą regulacją, a mające znaczenie dla inwestycji w farmy wiatrowe dotyczą m.in: utrzymania procesów ekologicznych i stabilności ekosystemów, zapewnienia ciągłości istnienia gatunków zwierząt wraz z ich siedliskami czy też ochrony walorów krajobrazowych

(art. 2 ust. 2 UOP)” (Zajdler 2012). Zasady ochrony przyrody zostały określone w artykule 3. Najważniejsze z punktu widzenia lokalizacji elektrowni wiatrowych jest m.in: uwzględnianie wymagań ochrony przyrody w strategiach, programach i dokumentach programowych; obejmowanie zasobów, tworów i składników przyrody formami ochrony przyrody; opracowywanie i realizacja ustaleń planów ochrony dla obszarów podlegających ochronie prawnej, programów ochrony gatunków, siedlisk i szlaków migracji gatunków chronionych (art. 3 UOP). Formy ochrony przyrody zostały wymienione w artykule 6, są to: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000, pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe oraz ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów. Ustawa definiuje pojęcie parku narodowego (art. 8, ust 1 UOP), określa jego zadania (art. 8b, ust 1 UOP), a także organ kierujący (art. 8c i 8d UOP) i sprawujący nadzór (art. 9 UOP). Kolejną formą ochrony przyrody wymienioną w ustawie o ochronie przyrody są rezerваты przyrody które zdefiniowano w art. 11, ust 1 UOP. Zarówno w parkach narodowych, jak i rezerwatach przyrody zabrania się lokalizacji elektrowni wiatrowych, gdyż zgodnie z artykułem 15 ust. 1 zabrania się „budowy lub przebudowy obiektów budowlanych i urządzeń technicznych, z wyjątkiem obiektów i urządzeń służących celom parku narodowego albo rezerwatu przyrody”. Jednak możliwe są odstępstwa, jeżeli Minister właściwy do spraw środowiska - w przypadku parku narodowego, oraz Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska – w przypadku parku krajobrazowego, uzna to działanie za uzasadnione potrzebą ochrony przyrody lub realizacją inwestycji liniowych celu publicznego (art. 13 ust. 3 i 4 UOP). Odstępstwa te mogą mieć znaczenie przy wyznaczeniu przebiegu przez te obszary linii przesyłowej z farmy wiatrowej. Jednak działanie takie możliwe jest wyłącznie w przypadku braku rozwiązań alternatywnych i po zagwarantowaniu kompensacji przyrodniczej (art. 13 ust 3 i 4 UOP). Kolejnymi formami ochrony przyrody wymienionymi w ustawie o ochronie przyrody są parki krajobrazowe oraz obszary chronionego krajobrazu. Park krajobrazowy zdefiniowano w art. 16, ust. 1 UOP, a obszar chronionego krajobrazu w art. 23 UOP. Projekty studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, w których można uwzględnić elektrownie wiatrowe, wymagają uzgodnienia z właściwym miejscowo regionalnym dyrektorem ochrony środowiska w zakresie ustaleń tych planów (art. 16, ust. 7, art. 23 ust. 5 UOP). Ponadto na obszarze parku krajobrazowego oraz obszarze chronionego krajobrazu może być wprowadzony zakaz „realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale

społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko” (art. 17, ust. 1, art. 24, ust. 1 UOP). Zgodnie z ustawą o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko z 3 października 2008 r. (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1227 t. j.) w przypadku elektrowni wiatrowych konieczne jest wykonanie oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko (art. 46, art. 59 OOS). Lokalizacja elektrowni wiatrowych na tych obszarach jest zatem niemożliwa w przypadku negatywnej oceny oddziaływania na środowisko. Ponadto zabrania się „budowania nowych obiektów budowlanych w pasie szerokości 100 m od: linii brzegów rzek, jezior i innych naturalnych zbiorników wodnych; zasięgu lustra wody w sztucznych zbiornikach wodnych usytuowanych na wodach płynących przy normalnym poziomie piętrzenia określonym w pozwoleniu wodnoprawnym, o którym mowa w art. 389 pkt 1 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne” oraz „lokalizowania obiektów budowlanych w pasie szerokości 200 m od krawędzi brzegów klifowych oraz w pasie technicznym brzegu morskiego” (art. 17 i 24 UOP). Kolejną formą ochrony przyrody wymienioną w ustawie o ochronie przyrody są obszary Natura 2000, które obejmują: „obszary specjalnej ochrony ptaków, specjalne obszary ochrony siedlisk, obszary mające znaczenie dla wspólnoty” (art. 25 UOP). W przypadku obszarów Natura 2000 również wymagane jest uzgodnienie z regionalnym dyrektorem ochrony środowiska projektów studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego w zakresie ustaleń tych planów (art. 30, ust. 3 UOP). Ponadto, również konieczne jest przeprowadzenie odpowiedniej oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko (art. 33 ust. 3 UOP). Na obszarach Natura 2000 zabrania się także podejmowania działań mogących, osobno lub w połączeniu z innymi działaniami, znacząco negatywnie oddziaływać na cele ochrony obszaru Natura 2000 (art. 33, ust. 1 UOP). Odstępstwo od zakazów jest możliwe w przypadku nadrzędnego interesu publicznego oraz wobec braku rozwiązań alternatywnych przy zapewnieniu wykonania kompensacji przyrodniczej niezbędnej do zapewnienia spójności i właściwego funkcjonowania sieci obszarów Natura 2000 (art. 34, ust. 1 UOP). Umiejscawianie projektów farm wiatrowych w sąsiedztwie tych obszarów uzależnione jest od indywidualnej oceny wpływu danej inwestycji na obszar chroniony. Ustanowienie pomnika przyrody, stanowiska dokumentacyjnego, użytku ekologicznego lub zespołu przyrodniczo-krajobrazowego następuje w drodze uchwały rady gminy (art. 44 UOP). Istotnymi zakazami dla tych form ochrony przyrody, które mogą dotyczyć elektrowni wiatrowych, są m.in. zakaz niszczenia, uszkodzania lub przekształcania obiektu lub obszaru; zakaz zmiany sposobu użytkowania ziemi (art. 45 UOP). Ostatnią formą ochrony przyrody

wymienioną w ustawie o ochronie przyrody jest ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów. Ma ona na celu „zapewnienie przetrwania i właściwego stanu ochrony dziko występujących na terenie kraju lub innych państw członkowskich Unii Europejskiej (...) gatunków roślin, zwierząt i grzybów oraz ich siedlisk i ostoi, a także zachowanie różnorodności gatunkowej i genetycznej” (art. 46, ust. 2 UOP). Elektrownie wiatrowe w minimalny sposób wpływają na gatunki roślin oraz grzybów, natomiast w większym stopniu na zwierzęta, w szczególności ptactwo (por. Erickson i in. 2001, Hötker i in. 2006, Stewart i in. 2007). Szczegółowe wytyczne w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt znajdują się w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt z dnia 16 grudnia 2016 r. (Dz.U. 2016 poz. 2183). Rozporządzenie określa gatunki zwierząt objętych ścisłą lub częściową ochroną oraz strefy ochrony ostoi, miejsc rozrodu lub regularnego występowania (§1 rozporządzenia). Z punktu widzenia lokalizacji elektrowni wiatrowych kluczowe jest rozpoznanie występujących zwierząt podlegających ochronie na danym obszarze oraz wyznaczenie ich strefy ochronnej. Strefy te wynoszą od 50 m do 500 m.

Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (zwana dalej OOS)

Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko z 3 października 2008 r. (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1227 t. j.) określa zasady i tryb przeprowadzania oceny oddziaływania na środowisko. „Ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko jest częścią postępowania w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na przedsięwzięcie” (www.paih.gov.pl²¹). Takim przedsięwzięciem może być budowa elektrowni wiatrowej, z tego względu inwestor w pierwszej kolejności musi przeanalizować, czy konieczne jest przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko i wydania decyzji po dokonaniu tej oceny. „Z praktycznego punktu widzenia proces oceny oddziaływania na środowisko danego przedsięwzięcia można podzielić na sześć najważniejszych etapów:

- 1) kwalifikacji przedsięwzięcia do postępowania oceny oddziaływania na środowisko,
- 2) określenia zakresu analiz oceny oddziaływania na środowisko,
- 3) przedstawienia, w formie Raportu, informacji o środowisku właściwym organom,
- 4) weryfikacja Raportu,
- 5) konsultacje z właściwymi organami ochrony środowiska oraz ze społeczeństwem,

²¹ Dostęp on-line 24.04.2018

6) wydanie Decyzji oraz jej upublicznienie” (Ocena oddziaływania przedsięwzięcia...²²).

Szczegółowe wytyczne w sprawie zakwalifikowania przedsięwzięcia do przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko zostały zamieszczone w rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko z dnia 18 stycznia 2016 r. (Dz.U. 2016 poz. 71, t. j.). Zarówno w ustawie (art. 59 OoŚ), jak i w rozporządzeniu (§ 1) przedsięwzięcia podzielono na te, które mogą zawsze znacznie oddziaływać na środowisko (grupa I) oraz te, które mogą potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko (grupa II). Kwalifikacja inwestycji do I lub II grupy dokonywana jest w oparciu o parametry zawarte w rozporządzeniu. W przypadku elektrowni wiatrowych, do I grupy zaliczono instalacje wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru o łącznej mocy nominalnej elektrowni nie mniejszej niż 100 MW oraz lokalizowane na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej; stacje elektroenergetyczne lub napowietrzne linie elektroenergetyczne, o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 220 kV, o długości nie mniejszej niż 15 km; (§ 2, pkt 1 ust. 5 i 6 rozporządzenia). Do drugiej grupy zaliczono instalacje wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru nie należące do I grupy:

- 1) lokalizowane na obszarach objętych formami ochrony przyrody tj. parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000, użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe;
- 2) o całkowitej wysokości nie niższej niż 30 m (§ 3 ust. 1 pkt 6 rozporządzenia).

Ponadto do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zaliczono stacje elektroenergetyczne lub napowietrzne linie elektroenergetyczne, o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 110 kV, inne niż zaliczone do I grupy (§ 3 ust. 1 pkt 7 rozporządzenia). Oznacza to, że farmy wiatrowe:

- 1) „lokalizowane na obszarach morskich RP oraz o mocy zainstalowanej powyżej 100 MW zlokalizowane na lądzie zawsze będą podlegały obowiązkowi dokonania ocen oddziaływania na środowisko;
- 2) posadowione w granicach obszarów chronionych oraz takie, których całkowita wysokość wyniesie przynajmniej 30 m – będą podlegały takiemu obowiązkowi w drodze decyzji właściwego organu” (Zajdler 2012).

Turbiny wiatrowe niższe niż 30 m mogą zostać poddane obowiązkowi dokonania ocen oddziaływania na środowiska, jeżeli właściwy organ na podstawie kryteriów określonych w art. 63 ust. 1 ustawy OoŚ uzna, że cechy przedsięwzięcia rodzą obowiązek przeprowadzenia

²² Dostęp on-line 24.04.2018

takiej oceny oddziaływania na środowisko danej inwestycji (Zajdler 2012). Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1227 t. j.) odrębnie reguluje kwestię oceny oddziaływania planowanych inwestycji na obszary chronione Natura 2000. Przeprowadzenie oceny oddziaływania przedsięwzięcia na obszar Natura 2000 jest konieczne, jeżeli: „przedsięwzięcie to może znacząco oddziaływać na obszar Natura 2000, a nie jest bezpośrednio związane z ochroną tego obszaru lub nie wynika z tej ochrony; obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na obszar Natura 2000 został stwierdzony na podstawie art. 97 ust. 1” (art. 59, ust. 2 OOS). Według artykułu 97 ustawy OOS obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko stwierdza, w drodze postanowienia, regionalny dyrektor ochrony środowiska.

Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych (zwana dalej UOG)

Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. 1995 nr 16 poz. 78 t. j.) reguluje zasady ochrony gruntów rolnych i leśnych oraz rekultywacji i poprawiania wartości użytkowej gruntów (art. 1 UOG). Budowa elektrowni wiatrowych wymaga przekształcenia gruntów rolnych lub leśnych na cele nierolnicze lub nieleśne. Zmiana przeznaczenia tych gruntów podlega ograniczeniom (art. 3 UOG). Szczegółowe ograniczenia zostały wymienione w rozdziale 2 UOG. „Na cele nierolnicze i nieleśne można przeznaczać przede wszystkim grunty oznaczone w ewidencji gruntów jako nieużytki, a w razie ich braku – inne grunty o najniższej przydatności produkcyjnej” (art. 6. UOG). Ponadto, w przypadku elektrowni wiatrowych, należy stosować takie rozwiązania, które ograniczają skutki ujemnego oddziaływania na grunty (art. 6 UOG). Przeznaczenie gruntów rolnych i leśnych na cele nierolnicze i nieleśne dokonuje się w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (art. 7 UOG). Wymaga to zgody właściwego organu, w przypadku gruntów rolnych stanowiących użytki rolne klas I-III jest to minister właściwy do spraw rozwoju wsi (art. 7 UOG).

Regulacje w zakresie podatkowym

Ustawa o podatkach i opłatach lokalnych (zwana dalej UPOL)

Na przedsiębiorstwach z branży wiatrowej spoczywa obowiązek płacenia podatków zgodnie z zapisami ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (Dz.U. 2017 poz.

2077 t. j.), która reguluje zasady płacenia danin publicznych. Najistotniejszym z nich jest podatek od nieruchomości. Szczegółowe zasady płacenia podatku od nieruchomości normuje ustawa z dnia 12 stycznia 1991 o podatkach i opłatach lokalnych (Dz.U. 2018 poz. 1445 t. j.). Opodatkowaniu podatkiem od nieruchomości podlegają grunty, budynki lub ich części oraz budowle lub ich części związane z prowadzeniem działalności gospodarczej (art. 2 UPOL). Podstawę opodatkowania stanowi: dla gruntów – powierzchnia, dla budynków lub ich części – powierzchnia użytkowa, dla budowli – wartość (art. 4 UPOL). „Ten ostatni z przedmiotów opodatkowania jest szczególnie istotny w przypadku farm wiatrowych, gdyż może stanowić znaczące obciążenia dla inwestora (Energetyka wiatrowa w Polsce 2013). Zgodnie z ustawą z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961 t. j.) pojęcie budowli w ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r. poz. 290) otrzymało nowe brzmienie. Zgodnie z w/w ustawą przez budowlę należy rozumieć każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury, jak m.in.: obiekty liniowe, sieci techniczne, wolno stojące instalacje przemysłowe lub urządzenia techniczne, a także części budowlane urządzeń technicznych oraz fundamenty pod maszyny i urządzenia, jako odrębne pod względem technicznym części przedmiotów składających się na całość użytkową (art. 9 UEW). Zgodnie z ustawą z dnia 7 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2018 r., poz. 1276) podatek od nieruchomości od elektrowni wiatrowych dotyczy wyłącznie masztu i fundamentu, wyłączając elementy techniczne. Wysokość stawek podatku od nieruchomości, w drodze uchwały, określa rada gminy (art. 5 UPOL). Podatek od nieruchomości stanowi dochód własny gminy, który jest jednym z najważniejszych źródeł dochodów podatkowych gmin w Polsce.

Regulacje w zakresie planowania i infrastruktury

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (zwana dalej UPZP)

Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2017 poz. 1073 t. j.) określa: „zasady kształtowania polityki przestrzennej przez jednostki samorządu terytorialnego i organy administracji rządowej; zakres i sposoby postępowania w sprawach przeznaczania terenów na określone cele oraz ustalania zasad ich zagospodarowania i zabudowy” (art. 1 UPZP). Ustawa określa zasady planowania przestrzennego na trzech głównych szczeblach: gminnym, wojewódzkim oraz krajowym. Najważniejszym w punktu widzenia lokalizacji elektrowni wiatrowych jest poziom gminny. Głównym dokumentem określającym politykę przestrzenną w gminie jest Studium

Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego (SUiKZP). Dokument ten musi być zgodny z planem zagospodarowania województwa oraz koncepcją przestrzennego zagospodarowania kraju. SUiKZP podejmuje w drodze uchwały rada gminy (art. 9 UPZP). Zgodnie z artykułem 10 ust. 2a lokalizacja elektrowni wiatrowej o mocy powyżej 100 kW wraz ze strefą ochronną związaną z ograniczeniami w zabudowie oraz zagospodarowaniu i użytkowaniu terenu musi być ujęta w SUiKZP. Podstawowymi aktami prawa miejscowego określającymi przeznaczenie terenów w gminie są miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (mpzp). Uchwałę o przystąpieniu do sporządzenia mpzp podejmuje rada gminy (art. 14 UPZP). Treść mpzp musi być zgodna ze SUiKZP (art. 15 UPZP). Elektrownie wiatrowe o mocy powyżej 100 kW wraz ze strefą ochronną związaną z ograniczeniami w zabudowie oraz zagospodarowaniu i użytkowaniu terenu muszą być ujęte w mpzp (art. 15 ust. 3 pkt 3a UPZP). Zarówno SUiKZP, jak i mpzp podlegają społecznym konsultacjom. Z tego względu wójt, burmistrz albo prezydent miasta informuje o podjęciu uchwały o przystąpieniu do sporządzenia w/w dokumentów określając warunki składania wniosków (art. 11 i 17 UPZP). Wnioski społeczne zgłoszone podczas konsultacji podlegają rozpatrzeniu we właściwej procedurze. Uwagi do projektu planu miejscowego może wnieść każdy, kto kwestionuje ustalenia przyjęte w projekcie planu (art. 18 UPZP). Gmina może również ustalać przeznaczenie terenów, w przypadku braku mpzp, na podstawie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania przestrzennego (art. 59 UPZP). Decyzję o warunkach zabudowy wydaje wójt, burmistrz albo prezydent miasta po uzgodnieniu z właściwymi organami (art. 60 UPZP). Wydanie decyzji o warunkach zabudowy jest możliwe jedynie w przypadku łącznego spełnienia następujących warunków: co najmniej jedna działka sąsiednia, dostępna z tej samej drogi publicznej, jest zabudowana, w sposób który pozwala określić parametry nowej inwestycji; teren ma dostęp do drogi publicznej; istnieje odpowiednie uzbrojenie terenu, teren nie wymaga uzyskania zgody na zmianę przeznaczenia gruntów rolnych i leśnych na cele nierolnicze i nieleśne, decyzja jest zgodna z przepisami odrębnymi (art. 61 UPZP).

Ustawa o gospodarce nieruchomościami (zwana dalej UGN)

Z punktu widzenia inwestycji w elektrownię wiatrową, najważniejszą kwestią, którą reguluje ustawa z dnia 14 grudnia 2017 r. o gospodarce nieruchomościami (Dz.U. 2018 poz. 121 t. j.) jest określenie inwestycji celu publicznego. Lista tego rodzaju inwestycji została przedstawiona w artykule 6 w/w ustawy. Nie wymieniono w nim elektrowni wiatrowych. Zatem zgodnie z ustawą o gospodarce nieruchomościami, energetyka wiatrowa nie należy do

inwestycji celu publicznego. Jednak artykuł 6 UGN umożliwia nadawanie statusu inwestycji celu publicznego inwestycjom również w odrębnych ustawach (art. 6 pkt 10 UGN). Czynności jakie uznaje się za działania celu publicznego reguluje artykuł 2 ust. 5 UPZP. Zgodnie z tym artykułem, inwestycja celu publicznego jest to działanie o znaczeniu lokalnym, ponadlokalnym, a także krajowym oraz metropolitalnym bez względu na status podmiotu podejmującego te działania oraz źródła ich finansowania, stanowiące realizację celów, o których mowa w artykule 6 UGN. Rozdział 5 ustawy UPZP przewiduje odrębne zasady lokalizacji inwestycji celu publicznego. Są one mniej rygorystyczne, niż w przypadku decyzji o warunkach zabudowy.

Ustawa prawo budowlane (zwana dalej UPB)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. prawo budowlane (Dz.U. 2017 poz. 1332 t. j.) „normuje działalność obejmującą sprawy projektowania, budowy, utrzymania i rozbiórki obiektów budowlanych oraz określa zasady działania organów administracji publicznej w tych dziedzinach” (art. 1 UPB). Elektrownię wiatrową należy uznać za obiekt budowlany, gdyż zgodnie z artykułem 3 pkt 1 ustawy obiekt budowlany to „budynek, budowla bądź obiekt małej architektury, wraz z instalacjami zapewniającymi możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, wzniesiony z użyciem wyrobów budowlanych”. W związku z tym budowa elektrowni wiatrowej wymaga pozwolenia na budowę, którą należy rozumieć jako „decyzję administracyjną zezwalającą na rozpoczęcie i prowadzenie budowy lub wykonywanie robót budowlanych innych niż budowa obiektu budowlanego” (art. 3 pkt 12 UPB).

Ustawa o drogach publicznych (zwana dalej UDP)

Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. 2017 poz. 2222 t. j.) określa minimalną odległość, jaka może dzielić obiekt budowlany, jakim jest elektrownia wiatrowa, od drogi. Artykuł 43 określa tę odległość, w zależności od rodzaju drogi oraz występowania terenu zabudowanego, bądź niezabudowanego (tab. 9):

Tab. 9. Odległość obiektów budowlanych od dróg

Lp.	Rodzaj drogi	W terenie zabudowy [m]	Poza terenem zabudowy [m]
1	Autostrada	30	50
2	Droga ekspresowa	20	40

3	Droga ogólnodostępna		
	a) krajowa	10	25
	b) wojewódzka, powiatowa	8	20
	c) gminna	6	15

Źródło: Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. 2017 poz. 2222 t. j.)

W szczególnie uzasadnionych przypadkach usytuowanie obiektu przy drodze w odległości mniejszej niż wymieniona w tabeli 2 może nastąpić wyłącznie za zgodą zarządcy drogi, wydaną przed uzyskaniem przez inwestora obiektu pozwolenia na budowę lub zgłoszeniem budowy albo wykonywania robót budowlanych (art. 43 UDP).

Ustawa prawo lotnicze (zwana dalej UPL)

Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze (Dz.U. 2017 poz. 959 t. j.) reguluje stosunki prawne z zakresu lotnictwa cywilnego (art. 1 UPL). Zgodnie z artykułem 87 UPL obiekty budowlane, jakimi są elektrownie wiatrowe, nie mogą stanowić zagrożenia dla startujących i lądujących statków powietrznych. Obiekty te muszą być zgłoszone Prezesowi Urzędu Lotnictwa Cywilnego i oznakowane (art. 87 UPL). Ponadto „Prezes Urzędu uzgadnia decyzje o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu dotyczące obiektów na lotniskach i w ich otoczeniu” (art. 87 UPL). Kwestie związane ze zgłaszaniem przeszkód lotniczych reguluje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie sposobu zgłaszania oraz oznakowania przeszkód lotniczych z dnia 25 czerwca 2003 (Dz.U. Nr 130, poz. 1193 z późn. zm.). Zgodnie z §2 tego rozporządzenia zgłoszeniu do Prezesa Lotnictwa Cywilnego oraz oznakowaniu podlegają przeszkody lotnicze, w szczególności:

1. „stałe lub tymczasowe obiekty budowlane oraz obiekty naturalne lub ich części, o wysokościach przekraczających powierzchnie ograniczające, określone w przepisach w sprawie warunków, jakie powinny spełniać obiekty budowlane oraz naturalne w otoczeniu lotniska,
2. obiekty budowlane o wysokości 100 m i więcej powyżej poziomu otaczającego terenu lub wody, zlokalizowane na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w tym na polskich wodach terytorialnych Morza Bałtyckiego,
3. obiekty budowlane oraz obiekty naturalne lub ich części trudno dostrzegalne z powietrza na tle otoczenia z powodu ich barwy, położenia lub konstrukcji oraz inne naziemne obiekty budowlane oraz obiekty naturalne lub ich części, zlokalizowane w strefach dolotu do lotniska i odlotu, szczególnie w terenie pagórkowatym i górskim, uznane przez Prezesa

lub przez właściwy organ nadzoru nad lotnictwem wojskowym za przeszkody lotnicze”
(Dz.U. Nr 130, poz. 1193 z późn. zm.).

W przypadku lotnictwa wojskowego, zgłoszeniu do właściwego organu podlegają wszystkie stałe lub tymczasowe obiekty budowlane o wysokości 50 m i więcej (§ 2 rozporządzenia).

Zgłoszenie przeszkody lotniczej należy do obowiązków posiadacza nieruchomości, na której znajduje się przeszkoda lotnicza (§ 10 rozporządzenia). „Oznakowanie przeszkód lotniczych znakami przeszkodowymi powinno być widoczne z każdej strony, z której może zbliżać się statek powietrzny oraz powinno wskazywać położenie, ogólny kształt i rozmiary przeszkody lotniczej” (§ 3 rozporządzenia). Ponadto rozporządzenie określa różne szczegółowe parametry dla sposobów oznakowania dziennego (rozdział 3) oraz nocnego (rozdział 4).

Ustawa o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (zwana dalej UOM)

Ustawa o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (Dz.U. 2017 poz. 2205 t. j.) „określa położenie prawne obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej, pasa nadbrzeżnego, portów i przystani morskich oraz zasady korzystania z tych obszarów, a także organy administracji morskiej i ich kompetencje oraz zadania Państwowej Morskiej Służby Hydrograficznej” (art. 1 UOM). Artykuł 14 UOM ustanawia wyłączną strefę ekonomiczną Rzeczypospolitej Polskiej. „Jest ona położona na zewnątrz morza terytorialnego i przylega do tego morza. Obejmuje ona wody, dno morza i znajdujące się pod nim wnętrze ziemi” (art. 15 UOM). Jej granice określają umowy międzynarodowe, a w przypadku ich braku granice wyznacza Rada Ministrów w drodze rozporządzenia (art. 16 UOM). Rzeczpospolita Polska ma wyłączne prawo eksploatacji wyznaczonej strefy ekonomicznej, w tym w szczególności wykorzystywania w celach energetycznych wody, prądów morskich i wiatru (art. 22 UOM). Natomiast, zgodnie z artykułem 23 UOM zakazuje się wznoszenia i wykorzystywania elektrowni wiatrowych na morskich wodach wewnętrznych i morzu terytorialnym. Sposób organizacji i wykorzystywania obszarów morskich określają plany zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej (art. 37 UOM). Rozstrzygają one m.in. o obszarach i warunkach pozyskiwania energii odnawialnej, a także mogą zawierać ustalenia informacyjne w zakresie przewidywanego rozmieszczenia inwestycji celu publicznego (art. 37a UOM). Projekt planu sporządza właściwy terytorialnie dyrektor urzędu morskiego, do projektu ponadto należy dołączyć prognozę oddziaływania na środowisko (art. 37b UOM). Koszty sporządzenia planu

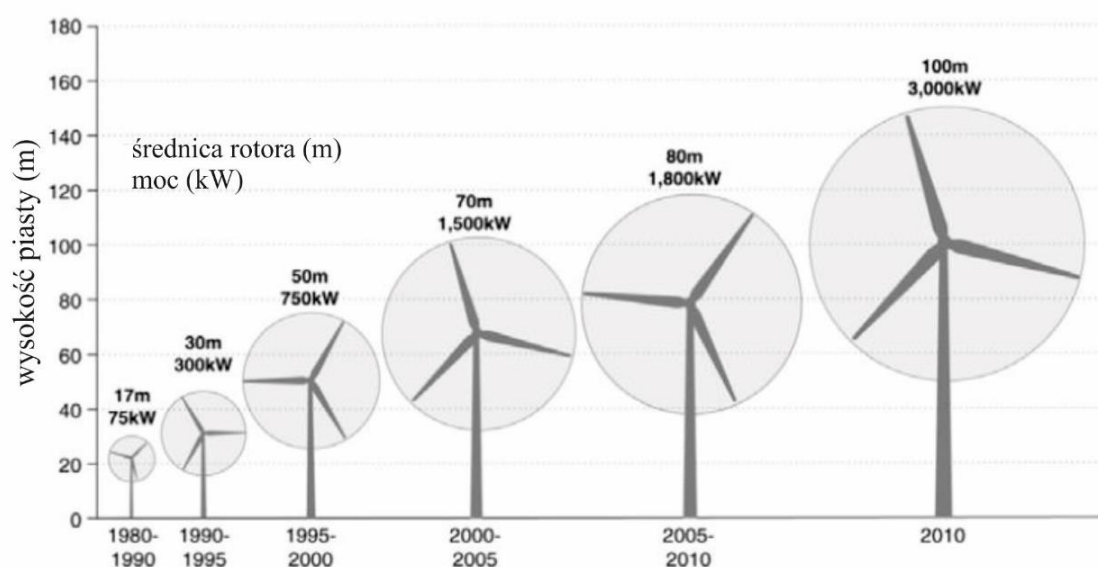
zagospodarowania przestrzennego obciążają budżet państwa albo inwestora realizującego inwestycję (art. 37 UOM). Wymagany zakres planów określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej oraz Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 maja 2017 r. w sprawie wymaganego zakresu planów zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej (Dz.U. 2017 poz. 1025). W rozporządzeniu określono m.in. zawartość tekstową oraz graficzną planu. W przypadku braku planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej pozwolenie na wznoszenie i wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w polskich obszarach morskich wydaje minister właściwy do spraw gospodarki morskiej (art. 23 UOM). Pozwolenie wydawane jest na okres nie dłuższy niż 35 lat, ponadto jeżeli w okresie 8 lat od dnia wydania pozwolenia, podmiot nie uzyska pozwolenia na budowę, stwierdza się w drodze decyzji o jego wygaśnięciu (art. 23 UOM). „Wokół sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń dyrektor właściwego urzędu morskiego może ustanowić strefy bezpieczeństwa, sięgające nie dalej niż 500 metrów od każdego punktu ich zewnętrznej krawędzi” (art. 24 UOM). Układanie i utrzymywanie podmorskich kabli na morskich wodach wewnętrznych i morzu terytorialnym wymaga pozwolenia właściwego terytorialnie dyrektora urzędu morskiego po zaopiniowaniu wniosku o wydanie tego pozwolenia przez ministra właściwego do spraw rozwoju regionalnego (art. 26 UOM), natomiast w wyłącznej strefie ekonomicznej jest dozwolone, jeśli nie utrudnia to wykonywania praw Rzeczypospolitej Polskiej i pod warunkiem uzgodnienia ich lokalizacji oraz sposobów utrzymywania z ministrem właściwym do spraw gospodarki morskiej (art. 27 UOM).

3.3. Czynniki ekonomiczne

3.3.1. *Globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej*

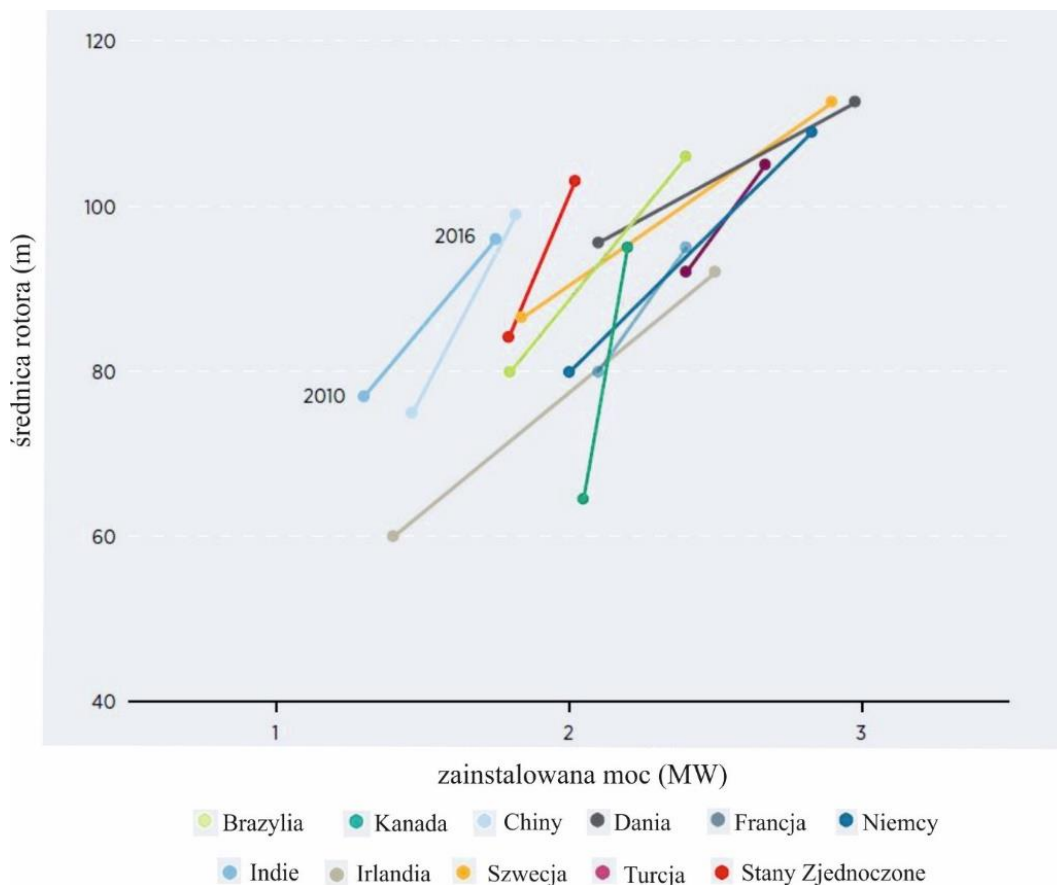
Na ekonomiczne czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce duży wpływ mają globalne trendy ich rozwoju. W związku z tym, ogólne czynniki ekonomiczne należy rozpatrywać również globalnie. Od lat 80. XX w. do początku XXI wieku średnie koszty inwestycji w turbiny wiatrowe znacznie spadły. Związane jest to z dynamicznym wzrostem ich wydajności wynikającym z bardziej zaawansowanych komponentów turbin oraz ich wielkością (The Past and Future Cost... 2012). Na ryc. 23 pokazano zmiany wysokości turbin wiatrowych, ich wirników oraz mocy w latach 1989-2010, natomiast na ryc. 24 średnie ważone dla średnic

wirnika oraz mocy zainstalowanej dla lat 2010 i 2016 w wybranych krajach. W latach 80. XX wieku turbiny wiatrowe nie przekraczały 30 m wysokości, a ich moc wynosiła jedynie 75 kW. W latach 1990-2005 moc turbin podwajała się co 5 lat, wynosząc w latach 2000-2005 1500 kW, przy wysokości turbiny 70 m. W 2010 było to już 3000 kW przy wysokości 100 m. W latach 2006-2016 nadal obserwowano wzrost mocy turbin oraz wzrost ich wielkości. Największe zmiany zaobserwowano w Irlandii, gdzie średnia moc instalacji wzrosła o 79%, a średnia wielkość wirnika o 53%. W przypadku Kanady oraz Stanów Zjednoczonych zaobserwowano duży wzrost wielkości wirników przy niewielkiej zmianie instalowanych mocy. Największy wzrost średnicy wirnika zaobserwowano w Irlandii (53%), Kanadzie (47%) i Niemczech (36%). Największy wzrost instalowanych mocy zaobserwowano w Irlandii (79%), Niemczech (42%) i Danii (42%) (Renewable Power Generation... 2018).



Ryc. 23. Reprezentatywna architektura turbin wiatrowych w latach 1980 – 2010

Źródło: The Past and Future... 2012

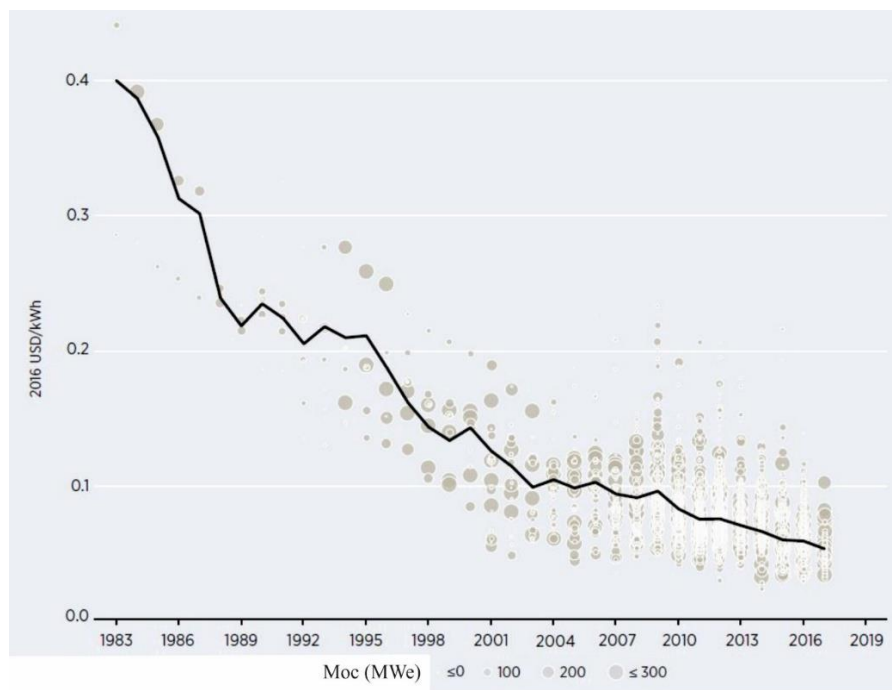


Ryc. 24. Średnie ważone dla średnic rotora oraz mocy zainstalowanej turbin wiatrowych dla lat 2010 i 2016 w wybranych krajach

Źródło: Renewable Power Generation... 2018

W związku ze wzrostem zaawansowania technologicznego turbin wiatrowych uśredniony koszt wytworzenia energii elektrycznej (ang. levelized cost of electricity, LCOE²³) dla (lądowej) energetyki wiatrowej zmniejsza się. Na ryc. 25 przedstawiono zmiany LCOE w latach 1983-2017. Globalna średnia ważona LCOE spadła z 0,40 USD/kWh w 1983 roku do 0,06 USD/kWh w 2017 roku, zatem był to spadek o 85%. W przypadku pozostałych technologii OZE, LCOE w 2017 roku wynosił: 0,05 USD/kWh dla elektrowni wodnych, 0,07 USD/kWh dla elektrowni biomasowych i geotermalnych, 0,10 USD/kWh dla elektrowni fotowoltaicznych, 0,14 USD/kWh dla morskich elektrowni wiatrowych (Renewable Power Generation... 2018). Uśredniony koszt produkcji energii przez lądowe elektrownie wiatrowe najdynamiczniej obniżał się w latach 1983-1989 oraz w latach 1995 – 1998. Po roku 2002 tendencja spadkowa LCOE nieco wyhamowała, jednak nadal była wyraźna.

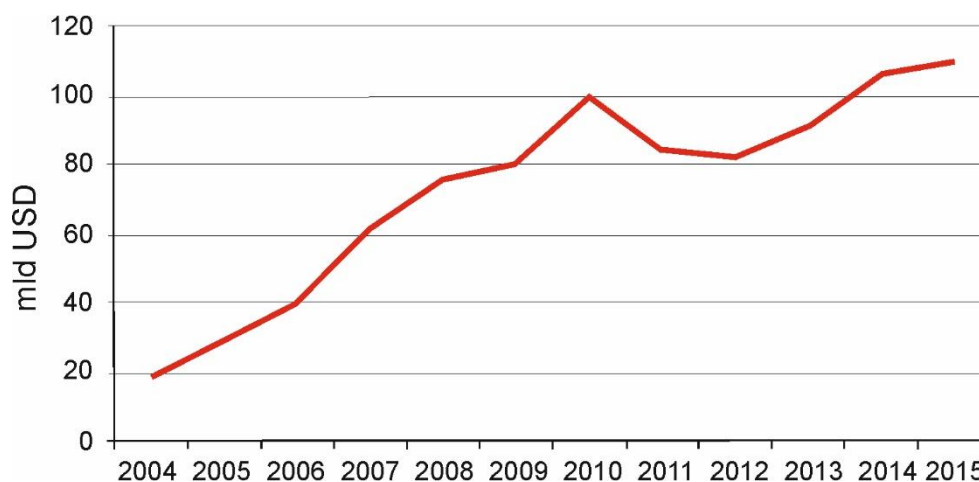
²³ „LCOE jest minimalną ceną, przy której suma zdyskontowanych przychodów jest równa sumie zdyskontowanych kosztów, przy uwzględnieniu kosztów poniesionych na budowę i eksploatację oraz finansowych, w szczególności kosztu kapitału własnego, w danym okresie (zazwyczaj życia jednostki)” (Analiza dotycząca możliwości... 2013)



Ryc. 25. Globalny średni ważony koszt energii elektrycznej elektrowni wiatrowych na lądzie w latach 1983-2017

Źródło: Renewable Power Generation... 2018

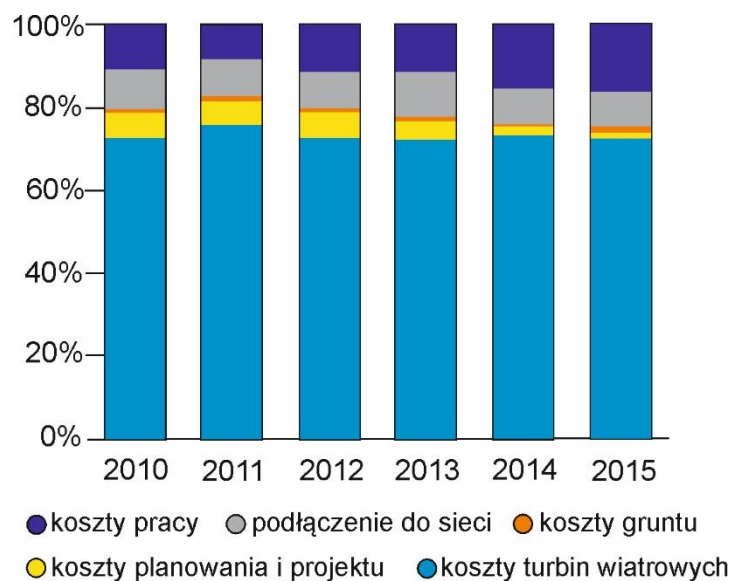
W związku ze spadkiem uśrednionych kosztów produkcji energii wzrasta wartość inwestycji w elektrownie wiatrowe. Na ryc. 26 pokazano skalę rocznych inwestycji w energetykę wiatrową na świecie. W latach 2004 – 2010 obserwowano rokroczny wzrost wartości nowych inwestycji. W roku 2010 nastąpił spadek, który utrzymywał się do roku 2012, po którym to roku obserwowano ponowny wzrost wartości nowych inwestycji. Całkowite inwestycje w globalny sektor energetyki wiatrowej osiągnęły rekordowy poziom 109,6 mld USD w roku 2015. W latach 1983-2014 światowe nakłady na inwestycje w lądową energetykę wiatrową przekroczyły 676 mld USD. Ponad 93% z nich miało miejsce po roku 2000. Większość z tych inwestycji powstała w Stanach Zjednoczonych, Chinach, Niemczech i Hiszpanii. W latach 1983 - 2000 wartość wszystkich nowych inwestycji na lądzie oszacowano na około 40 mld USD (World Energy Resources 2016).



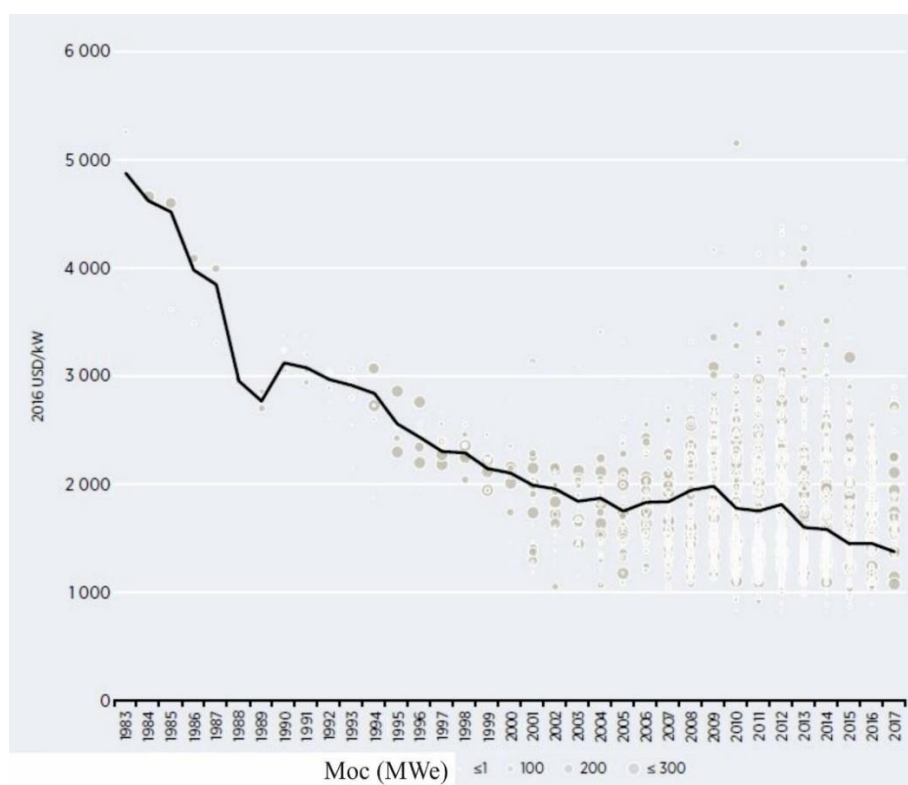
Ryc. 26. Roczne inwestycje w energetykę wiatrową na świecie w latach 2004-2015 (w mld USD)

Źródło: World Energy Resources 2016

W związku ze wzrastającym popytem na turbiny wiatrowe, wzrasta ich produkcja. W celu utrzymania się na rynku, producenci tworzą nowe, bardziej wydajne modele. Powoduje to obniżenie kosztów budowy elektrowni wiatrowych, gdyż największą ich część stanowią turbiny wiatrowe. Na ryc. 27 pokazano strukturę kosztów przy budowie elektrowni wiatrowych. Zdecydowanie największy udział w strukturze kosztów mają turbiny wiatrowe, w 2015 roku wynosił on około 70%. Pozostałymi kosztami budowy elektrowni wiatrowych są koszty: pracy, podłączenia do sieci, planowania i projektu oraz gruntu. Od roku 2011 zauważa się wzrost udziału kosztów pracy oraz spadek udziału kosztów planowania. Na ryc. 28 pokazano koszty instalacji farm wiatrowych oraz ich globalną średnią ważoną. W ciągu ostatnich 30 lat koszty instalacji elektrowni wiatrowych znacznie spadły. Szacowany globalny ważony średni spadek całkowitych kosztów instalacji farm wiatrowych od 1983 do 2017 roku wynosił 70%, gdyż koszty zmniejszyły się od 4880 USD/kW do 1477 USD/kW.



Ryc. 27. Struktura kosztów przy budowie elektrowni wiatrowej w latach 2010-2015 w świecie
 Źródło: Renewable Power Generation... 2018

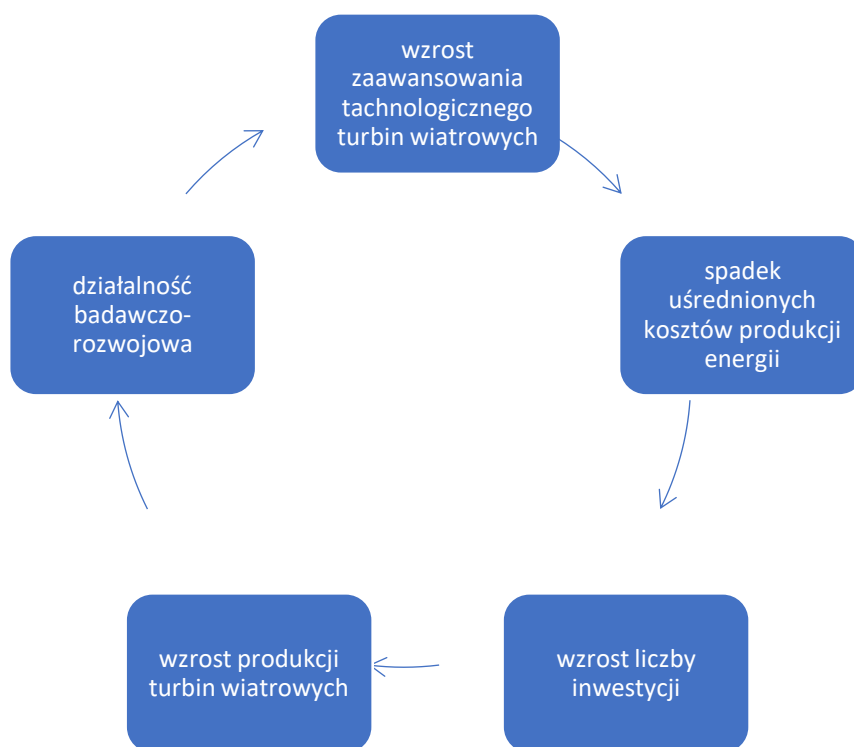


Ryc. 28. Koszty jednostkowe instalacji elektrowni wiatrowych w latach 1983 – 2017 (w USD/kW)

Źródło: Renewable Power Generation... 2018

W związku z powyższym można uznać, iż globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej stanowi układ wzajemnie powiązanych elementów. Jak pokazano w niniejszym

rozdziale, każdy z nich charakteryzuje się tendencją rozwoju. Zauważalny jest wzrost zaawansowania technologicznego turbin wiatrowych. Większe i bardziej wydajne turbiny wiatrowe powodują obniżenie kosztów produkcji energii. W związku ze wzrostem opłacalności pojawia się większa liczba inwestycji. Zwiększony popyt na turbiny wiatrowe zwiększa ich podaż. Producenci działając na rynku konkurencyjnym dążą do zwiększenia atrakcyjności swoich produktów. Przeznaczają środki na działalność badawczo-rozwojową, co przyczynia się do wzrostu zaawansowania technologicznego turbin wiatrowych. Tę zależność pokazano na ryc. 29. Można stwierdzić, że globalna ekonomia sektora energetyki wiatrowej sprzyja powstawaniu tego typu inwestycji. Jednak w przypadku, gdy tendencja wzrostowa jednego z elementów sektora energetyki wiatrowej wyhamuje, będzie to oddziaływać na pozostałe jego segmenty.



Ryc. 29. Model powiązań globalnego sektora ekonomicznego energetyki wiatrowej

Źródło: Opracowanie własne

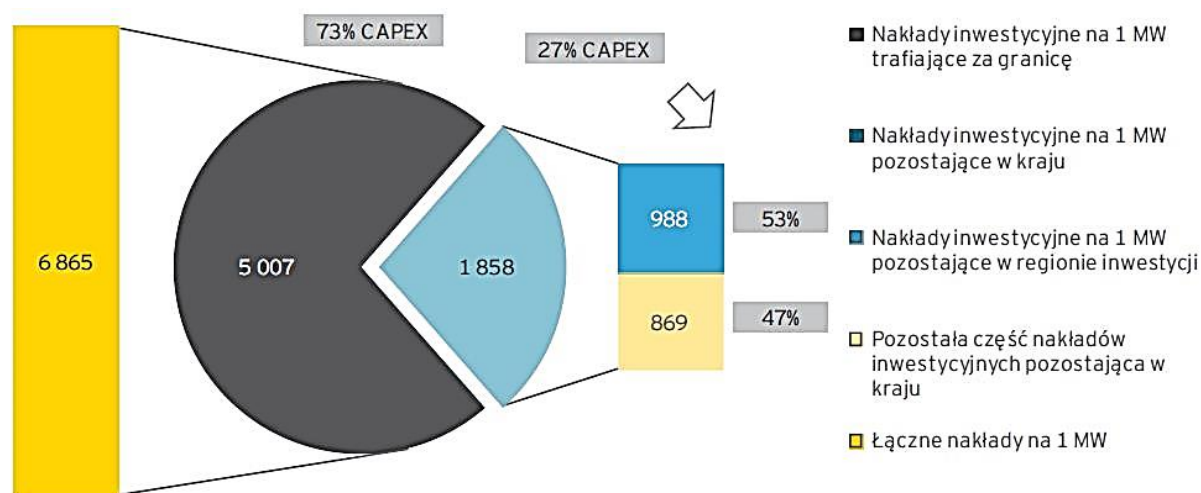
W 2017 roku sektor energetyki wiatrowej, zarówno lądowej jak i morskiej, zatrudniał 1,15 miliona osób na całym świecie. Jest to spadek o 0,6% w stosunku do roku 2016 (Renewable Energy and Jobs... 2018). Rynek zatrudnienia w sektorze energetyki wiatrowej charakteryzuje się dużą koncentracją. Według International Renewable Energy Agency (IRENA) (2018a) najwięcej miejsc pracy generują Chiny, które stanowią 44% globalnego

zatrudnienia (510 000 miejsc pracy). Dominacja Chin pod względem zatrudnianych osób w sektorze energetyki wiatrowej przekłada się na fakt, iż Azja stanowi około połowy generowanych miejsc pracy na świecie (610 000 miejsc pracy). Kolejnym kontynentem pod względem generowanych miejsc pracy w sektorze energetyki wiatrowej jest Europa (30%), następnie Ameryka Północna (10%). Zatrudnienie w europejskim sektorze energetyki wiatrowej osiągnęło 344 000 miejsc pracy w 2016 roku, co stanowi wzrost o 10% w stosunku do roku 2015. Należy podkreślić, iż pięć krajów reprezentuje 76% całości wygenerowanych miejsc pracy. Po Chinach są to Niemcy, Stany Zjednoczone, Indie oraz Wielka Brytania. Polska zajmuje 14 miejsce pod względem liczby miejsc pracy generowanych w sektorze energetyki wiatrowej (Renewable Energy and Jobs... 2018).

3.3.2. Oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę Polski

Sektor energetyki wiatrowej przede wszystkim oddziałuje na gospodarkę kraju poprzez nakłady, które ponoszone są na inwestycje w farmy wiatrowe (Wpływ energetyki wiatrowej... 2012). Firma Ernst & Young (2012) przeprowadziła badania ankietowe wśród przedsiębiorstw sektora energetyki wiatrowej. Ankieta objęła próbę przedsiębiorstw, do której należało ok. 45% zainstalowanej mocy w energetyce wiatrowej w Polsce. Wśród ankietowanych przedsiębiorstw uśredniony CAPEX²⁴ na 1 MW mocy wyniósł w latach 2007 – 2011 ok. 6,9 mln zł. Przenosząc te wyniki na wszystkie przedsiębiorstwa działające w Polsce, oznacza to, że inwestycje w sektorze do 2012 roku wyniosły ok. 11 mld zł. Jednak nie wszystkie środki zostały zainwestowane w kraju, ponieważ w Polsce brak jest znaczącego przemysłu związanego z produkcją zarówno turbin, jak i masztów wiatrowych. Na ryc. 30 pokazano nakłady inwestycyjne na 1 MW mocy w energetyce wiatrowej (w tys. zł/MW) w podziale na miejsca, do których trafiają poszczególne składowe ogólnej sumy wydatków, na podstawie faktycznie poniesionych nakładów w latach 2007 - 2011. Według ankietowanych przedsiębiorstw, 73% nakładów inwestycyjnych na 1 MW mocy ponoszona jest za granicą, a jedynie 27% pozostaje w kraju. Są to koszty związane z przyłączeniem do sieci energetycznej, usługi eksperckie i finansowe, budowa dróg dojazdowych oraz instalacja turbin. Wśród 1 858 000 zł/MW CAPEX pozostającego w kraju, 53% są to nakłady inwestycyjne pozostające w regionie, obejmującym w przybliżeniu obszar powiatu. Są to głównie prace budowlane związane z fizyczną instalacją farmy wiatrowej.

²⁴ CAPEX (ang. capital expenditures) – oznacza wydatki inwestycyjne na rozwój produktu lub wdrożenie systemu



Ryc. 30. Nakłady inwestycyjne na 1 MW mocy w energetyce wiatrowej (w tys. zł/MW) w Polsce, w podziale na miejsca, do których trafiają poszczególne składowe ogólnej sumy wydatków na podstawie faktycznie poniesionych nakładów w latach 2007-2011

Źródło: Wpływ energetyki wiatrowej... 2012

Według badań ankietowych firmy Ernst & Young (2012) nakłady inwestycyjne w farmy wiatrowe w 2011 r. wyniosły ok. 2 878 mln zł. Porównanie wartości inwestycji w energetyce wiatrowej do nakładów inwestycyjnych realizowanych w tym samym okresie w innych sektorach przemysłu wskazywało na jej relatywnie znaczącą pozycję. Nakłady inwestycyjne w farmy wiatrowe w 2011 r. były wyższe niż przykładowo średnia wartość rocznych inwestycji w latach 2009 - 2010 realizowanych przez sektor chemiczny, sektor produkcji maszyn i urządzeń lub też sektor produkcji wyrobów farmaceutycznych. Przyjmując zależność mocy instalowanej elektrowni wiatrowych i nakładów inwestycyjnych na nie, można oszacować, że w rekordowym roku 2016, gdzie zainstalowano 1225 MW nowych instalacji, nakłady inwestycyjne na elektrownie wiatrowe wyniosły 8 086 mln zł. Jest to bardzo wysoka wartość szacunkowa, gdyż wyprzedzała w danym roku nakłady inwestycyjne w takich dziedzinach przemysłu jak produkcja papieru i wyrobów z papieru czy produkcja wyrobów tytoniowych. Przedsiębiorstwa działające w sektorze energetyki wiatrowej płacą podatki dochodowe, które trafiają zarówno do budżetu państwa, jak i samorządu lokalnego. Przekłada się to na bezpośrednie korzyści dla sektora publicznego (Wpływ energetyki wiatrowej... 2012). Wpływy do budżetów pochodzą z podatków od osób fizycznych (PIT) pracujących na stanowiskach wygenerowanych przez energetykę wiatrową, z podatków dochodowych od osób prawnych (CIT) działających w sektorze produkcji energii elektrycznej z wiatru oraz z podatków od nieruchomości, którymi są elektrownie wiatrowe. Podatki dochodowe trafiają zarówno do budżetu państwa, jak i samorządów, natomiast podatek od nieruchomości jest

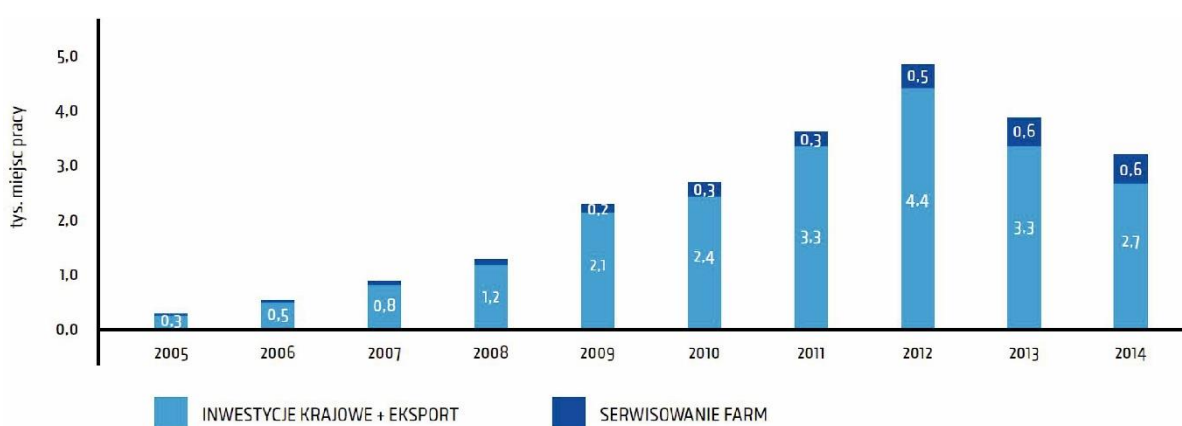
dochodem uzyskiwanym przez gminy. Największa część podatków dochodowych trafia do budżetu państwa. Niemniej, dochody uzyskiwane przez samorzady z tytułu funkcjonowania elektrowni wiatrowej na swoim terenie są znaczące. „Średnie roczne wpływy do budżetów gmin z podatków związanych z farmami wiatrowymi w przeliczeniu na 1 MW mocy zainstalowanej to:

- ponad 45 tys. zł w ramach podatku od nieruchomości
- ponad 2,5 tys. zł w ramach podatku PIT
- ponad 4,5 tys. zł dzięki podatkowi CIT” (Stan energetyki wiatrowej...2016).

Należy uznać te przychody za znaczące. Przykładowo, gmina Margonin, w której zlokalizowana jest największa w Polsce farma wiatrowa o łącznej mocy 120 MW, która jest w stanie zaspokoić potrzeby energetyczne 90 tys. gospodarstw domowych, może liczyć na przychody z podatków od funkcjonującej farmy wiatrowej rzędu 6 mln zł rocznie. Kwota ta kilkukrotnie przewyższa sumę przychodów gminy sprzed wybudowania farmy wiatrowej.

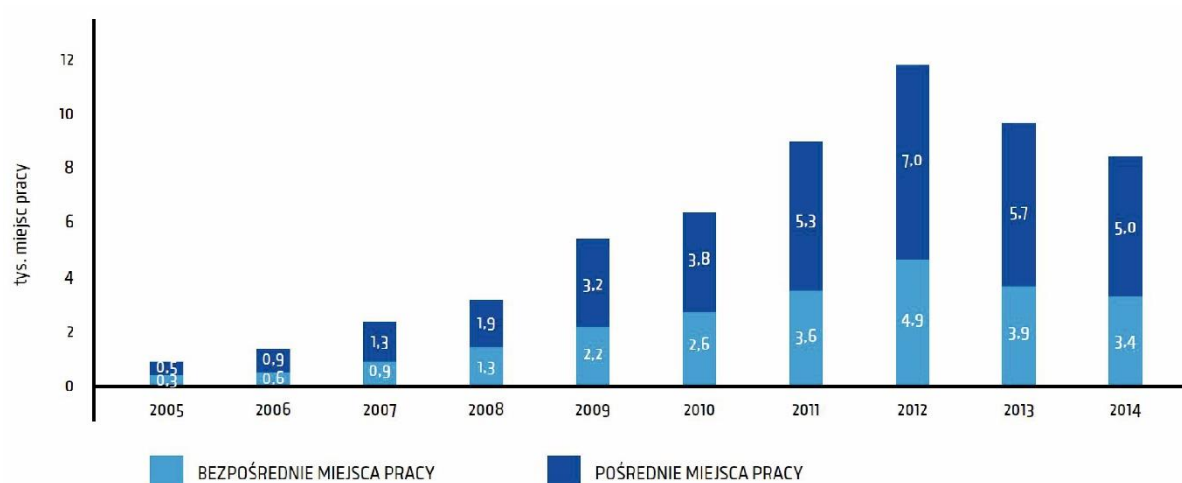
Energetyka wiatrowa ma również wpływ na polski rynek pracy. Według raportu Warszawskiego Instytutu Studiów Ekonomicznych (2015) farma wiatrowa na lądzie o mocy 10 MW stwarza 114 miejsc pracy w trakcie budowy oraz 5 trwałych miejsc pracy w okresie funkcjonowania. Bezpośrednie miejsca pracy zależne od energetyki wiatrowej w Polsce w latach 2005 – 2014 pokazano na ryc. 31. W roku 2005 energetyka wiatrowa stworzyła ok. 300 bezpośrednich miejsc pracy. Tendencja wzrostowa utrzymywała się do roku 2012, kiedy osiągnęła rekordową liczbę ok. 4900 miejsc pracy ogółem. Wiąże się to z rekordową ilością inwestycji w tym roku w energetyce wiatrowej. Po roku 2012 moce instalowane były mniejsze, zatem nastąpiło zmniejszenie liczby bezpośrednich miejsc pracy. Jednak nadal następowały nowe inwestycje. W związku z tym, od roku 2005 do 2014 obserwowany był wzrost bezpośrednich miejsc pracy związanych z serwisowaniem farm. Należy zwrócić uwagę, iż bezpośrednie miejsca pracy zależne od energetyki wiatrowej wiążą się przede wszystkim z nowymi inwestycjami. Najwięcej pracowników jest bowiem niezbędnych właśnie na etapie produkcji turbin oraz budowy farm wiatrowych. Pracownicy zajmujący się serwisowaniem farm stanowią dużo mniejszą część osób zatrudnionych w sektorze energetyki wiatrowej. Należy również podkreślić, że energetyka wiatrowa tworzy ponadto pośrednie miejsca pracy. Zmiany liczby miejsc pracy zależnych od energetyki wiatrowej w Polsce w latach 2005 – 2014 pokazano na ryc. 32. Liczba pośrednich miejsc pracy jest zależna od liczby bezpośrednich miejsc pracy, zatem w latach 2005 – 2012 następował ich wzrost, natomiast po roku 2012 obserwowany był spadek. Największa liczba pośrednich miejsc pracy była w roku 2012 i wynosiła ona ok. 7000. Na każdego bezpośrednio zatrudnionego przy produkcji dóbr i

świadczeniu usług na rzecz energetyki wiatrowej przypada ok. 1,5 pośrednich miejsc pracy generowanych przez poddostawców (Wpływ energetyki wiatrowej... 2015). W przeliczeniu na zainstalowaną moc można szacować, że budowa 10 MW w lądowej energetyce wiatrowej w roku inwestycji tworzy 39 bezpośrednich miejsc pracy oraz 75 pośrednich. Natomiast miejsca pracy tworzone przez 10 MW istniejących farm wiatrowych to 2 bezpośrednie miejsca pracy oraz 3 pośrednie. Największy udział w tworzeniu pośrednich miejsc pracy mają: sektor usług (ok. 40%), sektor przemysłu (ok. 30%) oraz sektor budownictwa (ok. 20%) (Wpływ energetyki wiatrowej... 2015). Całkowita liczba krajowych miejsc pracy zależnych od energetyki wiatrowej w 2014 roku wyniosła 8,4 tys., a dwa lata wcześniej – niemal 12 tys. osób.



Ryc. 31. Liczba bezpośrednich miejsc pracy zależnych od energetyki wiatrowej w Polsce w latach 2005–2014

Źródło: Wpływ energetyki wiatrowej... 2015



Ryc. 32. Liczba miejsc pracy zależnych od energetyki wiatrowej w Polsce w latach 2005 – 2014

Źródło: Wpływ energetyki wiatrowej... 2015

Energetyka wiatrowa ma również wpływ na polską gospodarkę poprzez przemysł produkcji urządzeń. Według raportu Instytutu Energetyki Odnawialnej (2016) w Polsce funkcjonowało 40 przedsiębiorstw produkujących maszyny i urządzenia dla branży energetyki wiatrowej. Zauważono „tendencję do zwiększania się udziału i liczby firm wielobranżowych, produkujących komponenty (urządzenia niespecyficzne dla OZE) oraz trend zmniejszania liczby firm wyspecjalizowanych w produkcji urządzeń zasadniczych, kluczowych dla danego segmentu branży OZE” (Polski przemysł produkcji... 2016). W przypadku energetyki wiatrowej brakowało lidera – producenta z własną marką, co za tym idzie, brakowało firm dostarczających kompletne, duże turbiny wiatrowe. Większość przedsiębiorstw skupiona była na produkcji różnego rodzaju komponentów dla dużych firm z sektora energetyki wiatrowej. Produkcja odbywała się często na podstawie indywidualnych zamówień i przeznaczona była na eksport przy jednoczesnym słabym rozwoju krajowego rynku (Polski przemysł produkcji... 2016). Lokalizacja poszczególnych firm produkcyjnych uwarunkowana była istniejącym w danym regionie potencjałem przemysłowym, wynikającym z doświadczeń w innych gałęziach przemysłu i dostępnością wyspecjalizowanej kadry. Najwięcej firm produkcyjnych, związanych z energetyką wiatrową, znajdowało się w województwach pomorskim, mazowieckim i śląskim. Spowodowane było to dwoma powodami. Pierwszy to występowanie na tych obszarach przemysłu, który może sprostać wymaganiom łańcucha dostaw (np. przemysł stoczniowy). Drugi to bliskość odbiorców produktów (Polski przemysł produkcji... 2016).

Analizując wpływ energetyki wiatrowej na polską gospodarkę, należy zwrócić również uwagę na możliwości rozwoju morskiej energetyki wiatrowej i jej potencjalnego wpływu na gospodarkę. Na potencjał jej rozwoju wskazuje fakt, iż jest to jedna z najszybciej rozwijających się technologii produkcji energii elektrycznej w Europie, z przyrostem zainstalowanej mocy na poziomie 30% rocznie (Rozwój morskiej energetyki... 2016). Według IRENA (2017) w 2016 roku łączna zainstalowana moc elektrowni wiatrowych na morzu wynosiła 14 085 MW, z czego 12 476 MW znajdowało się w Europie. Większość morskich farm wiatrowych w Europie znajduje się na Morzu Północnym. Drugim dogodnym miejscem jest Morze Bałtyckie, gdzie morskie farmy wiatrowe posiadają Niemcy, Duńczycy, Szwedzi oraz Finlandczycy. Właścicielami morskich farm wiatrowych są głównie koncerny energetyczne z północnej Europy, które odpowiadają obecnie za 65% rynku. Duży udział zaangażowania kapitałowego posiadają instytucje finansowe, takie jak fundusze emerytalne czy fundusze typu private equity, które posiadają prawie 20% całkowitej zainstalowanej mocy. Pozostali właściciele to m.in. firmy naftowe i gazowe czy producenci turbin i firmy instalujące je (Rozwój morskiej energetyki... 2016). Energetyka wiatrowa na morzu posiada dwie główne zalety. Pierwsza z

nich to ograniczenie negatywnych efektów zewnętrznych. Ze względu na posadowienie farm z daleka od miejsc zamieszkałych, hałas związany z ich pracą nie przeszkadza okolicznym mieszkańcom. Druga to produkcja prądu w sposób bardziej stabilny i przewidywalny niż inne niektóre technologie odnawialne. Elektrownie wiatrowe na morzu posiadają przeciętny współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej na poziomie 40% - 51%, elektrownie wiatrowe lądowe 20% - 25%, natomiast elektrownie słoneczne 10% - 11% (Rozwój morskiej energetyki... 2016). Główną wadą morskiej energetyki wiatrowej są wysokie koszty w porównaniu z innymi technologiami produkcji energii elektrycznej.

„W 2015 uśredniony koszt wytworzenia energii (LCOE) dla morskiej energetyki wiatrowej wynosił 153 euro/MWh, w porównaniu z 117 euro/MWh dla energetyki słonecznej (fotowoltaika) oraz 64 euro/MWh dla lądowej energetyki wiatrowej” (Rozwój morskiej energetyki... 2016). Docelowy potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce oceniany jest między 7,5 GW a 14 GW w perspektywie do roku 2050. Według firmy MCKinsey & Company (2016) budowa 6 GW jest osiągalna w perspektywie roku 2030, taka wartość została przez nią przyjęta do analiz wpływu morskiej energetyki wiatrowej na gospodarkę. Nakłady inwestycyjne konieczne do zainstalowania 6 GW mocy w Polsce to 70 mld zł (Rozwój morskiej energetyki... 2016). Szacuje się, że rozwój morskiej energetyki wiatrowej może wygenerować dla Polski do roku 2030 łącznie dodatkowe 60 mld zł produktu krajowego brutto (niecałe pół procent 10. letniego PKB na poziomie z roku 2015). W skład tej kwoty wchodzi: 21 mld zł wygenerowanych bezpośrednimi inwestycjami, 22 mld zł wpływu pośredniego, wygenerowanego z łańcucha produkcji, 17 mld zł to tzw. wpływ indukowany, wpływający na pozostałe gałęzie gospodarki poprzez dochody pracowników zatrudnionych w łańcuchu wartości morskiej energetyki wiatrowej (Rozwój morskiej energetyki... 2016). Ponadto rozwój morskiej energetyki wiatrowej może zapewnić miejsca pracy, które oszacowano na 77 tys. w okresie konstrukcyjnym do roku 2030. Z tego 27 tys. poprzez efekty kreowane bezpośrednio przez sektor morskiej energetyki wiatrowej, 26 tys. to zatrudnienie kreowane w łańcuchu dostaw morskiej energetyki wiatrowej, 24 tys. to miejsca pracy wygenerowane w pozostałych gałęziach gospodarki. 70 tys. miejsc pracy może pojawić się przy przygotowywaniu i konstrukcji farm wiatrowych, natomiast 7 tys. miejsc pracy może zostać stworzone w obszarze eksploatacji i utrzymania morskich farm wiatrowych (Rozwój morskiej energetyki... 2016). Firma MCKinsey & Company (2016) szacuje również, że powstanie morskich farm wiatrowych może przynieść nawet 15 mld zł wpływów z podatków do roku 2030, z czego największy udział będą mieć podatki VAT (6,5 mld zł) oraz CIT (6,4 mld zł). Rozwój morskiej energetyki wiatrowej może ponadto pobudzić inne sektory gospodarki Polski. Przede

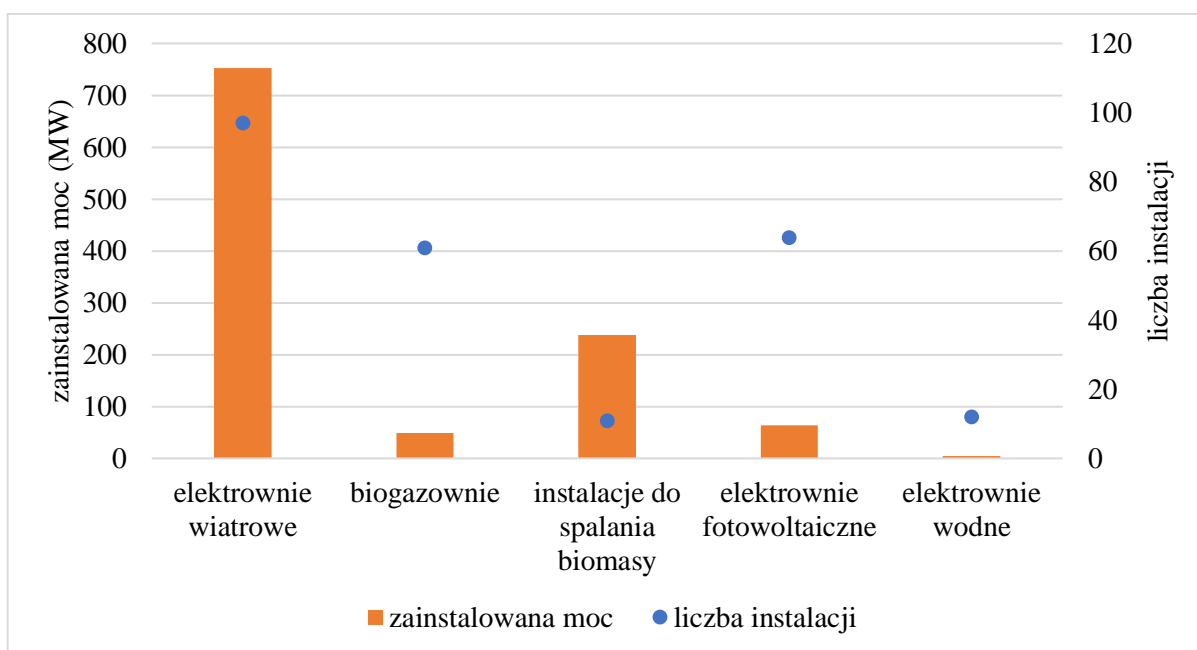
wszystkim sektor stoczniowy, który ma szansę produkować statki wymagane do instalacji oraz obsługi farm, a także kluczowe elementy samych farm – wieże, turbiny oraz fundamenty. Drugi ważny sektor to przemysł ciężki oraz wydobywczy, gdyż głównymi surowcami wykorzystywanymi do budowy morskich farm wiatrowych są: stal (przede wszystkim do wież i fundamentów) oraz miedź (do kabli wewnętrznych i eksportowych). Ponadto sektor innowacyjności, gdyż morska energetyka wiatrowa to wciąż stosunkowo nowa technologia (Rozwój morskiej energetyki... 2016).

3.3.3. Finansowe instrumenty wsparcia energetyki wiatrowej w Polsce

Bezpośrednimi formami wsparcia ekonomicznego energetyki wiatrowej w Polsce są fundusze europejskie oraz programy krajowe. W celu realizacji w latach 2007–2013 na terytorium Polski polityki spójności Unii Europejskiej opracowano dokument: Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia na lata 2007–2013 (NSRO). „Dokument określał kierunki wsparcia ze środków finansowych dostępnych z budżetu UE w okresie 7 (...) lat w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności” (Narodowe Strategiczne Ramy... 2007). „W ramach NSRO 2007-2013 dofinansowano 263 przedsięwzięcia (2240 mln zł środków UE) dotyczące dużych (>0,2 MW) instalacji produkujących energię z OZE, w wyniku których zrealizowano: 97 elektrowni wiatrowych (753 MW), 61 biogazowni (49 MW), 11 instalacji do spalania biomasy (238 MW), 64 elektrownie fotowoltaiczne (64 MW) i 12 elektrowni wodnych (5 MW)” (Efekty inwestycji w obszarze...²⁵ [dostęp: 25.03.2019]). W ramach NSRO 2007 - 2013, energetyka wiatrowa rozwijała się najlepiej spośród wszystkich rodzajów energetyki odnawialnej (ryc. 33). Elektrowni wiatrowych było najwięcej, zarówno w liczbie instalacji, jak i zainstalowanej mocy. Następnymi pod względem liczby projektów były elektrownie fotowoltaiczne (64) oraz biogazownie (61). Były to instalacje o niewielkich mocach. Z kolei instalacji na biomasę dofinansowano jedynie 11, jednak były to duże elektrownie. Najmniejszy udział w ramach NSRO miały małe elektrownie wodne. W 2017 roku całkowita moc zainstalowana elektrowni wiatrowych wynosiła 5 858,197 MW, zatem w ramach NSRO 2007-2013 dofinansowano 13% obecnie funkcjonujących elektrowni wiatrowych. Najwyższy odsetek dofinansowania przypadł elektrowniom fotowoltaicznym, gdyż 60% obecnie funkcjonujących elektrowni było dofinansowane w ramach NSRO 2007-2013. W przypadku instalacji do spalania biomasy to 17% całkowitej mocy zainstalowanej, natomiast biogazowni - 18%. Potencjalna ilość energii

²⁵ www.ewaluacja.gov.pl/media/36389/Raport_koncowy_ENERGETYKA_ex_post.pdf

elektrycznej, jaka może być wytworzona w ciągu roku w instalacjach NSRO 2007-2013 została oszacowana na poziomie 3 377 GWh, co stanowi 22% łącznej ilości energii elektrycznej wytworzonej w elektrowniach OZE potwierdzonej świadectwami pochodzenia w Polsce w 2017 roku. W ramach NSRO 2007-2013 występowały znaczące różnice w średnich kosztach inwestycyjnych w przeliczeniu na 1 MW mocy zainstalowanej elektrycznej. Były one najniższe dla fotowoltaiki (blisko 6 mln zł), natomiast najwyższe dla biogazu (16,6 mln zł) (Efekty inwestycji w obszarze... [dostęp: 25.03.2019]).



Ryc. 33. Liczba instalacji oraz zainstalowana moc OZE dofinansowanych w ramach NSRO 2007-2013

Źródło: Oprac. własne na podst.: Efekty inwestycji w obszarze... [dostęp: 25.03.2019]

W ramach wdrażania NSRO w latach 2007-2013, energetyki wiatrowej dotyczyła przede wszystkim polityka spójności, w tym Regionalne Programy Operacyjne (RPO) oraz Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ). Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko jest programem krajowym, zarządzanym przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego. Jest to największy program finansowany z Funduszy Europejskich, nie tylko w Polsce, ale i w Unii Europejskiej. „Ze środków Programu Infrastruktura i Środowisko finansowane są projekty infrastrukturalne, o znaczeniu krajowym lub międzynarodowym. Ze wsparcia można korzystać na dwa sposoby: aktywnie – jako realizator lub uczestnik projektów, bądź też pasywnie – jako użytkownik infrastruktury, która powstała dzięki dofinansowaniu z

Funduszy Europejskich” (www.pois.gov.pl)²⁶. Jednym z obszarów wsparcia i rodzajów projektów możliwych do realizacji z programu Infrastruktura i Środowisko jest zmniejszenie emisyjności gospodarki, w tym: wytwarzanie energii z odnawialnych źródeł energii; poprawa efektywności energetycznej i wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii w przedsiębiorstwach, sektorze publicznym i mieszkaniowym; promowanie strategii niskoemisyjnych (www.pois.gov.pl). Obecnie realizowany jest Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020.

Kolejnym programem polityki spójności dotyczącym energetyki wiatrowej są Regionalne Programy Operacyjne. Są to programy operacyjne dla każdego województwa, odpowiadające planom rozwoju każdego z nich. Dzięki RPO możliwe jest identyfikowanie potrzeb na szczeblu regionalnym. Samorządy województw otrzymały szerokie kompetencje związane z przygotowaniem i realizacją RPO (www.funduszeuropejskie.2007-2013.gov.pl)²⁷. Inwestycje, na które pozyskano środki z RPO, należy zrealizować na terenie danego województwa. Jednym z możliwych przedsięwzięć w ramach RPO jest budowa oraz modernizacja infrastruktury służącej do wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych (www.funduszeuropejskie.gov.pl)²⁸ „W ramach 16 Regionalnych Programów Operacyjnych powstał największy, złożony, ale de facto ogólnokrajowy wieloletni program wsparcia energetyki odnawialnej w Polsce, z łącznym budżetem w wysokości 1 132 mln zł” (Wiśniewski 2011). Obecnie realizowane są RPO na lata 2014 – 2020. Udział funduszy POIiŚ i RPO na lata 2007-2013 w osiągniętych rezultatach w odniesieniu do mocy zainstalowanej elektrycznej OZE przedstawiono w tab. 10. Łącznie z obu funduszy powstało 1 108,9 MW mocy zainstalowanej wszystkich rodzajów elektrowni OZE, z czego większy udział przypadł POIiŚ (940,9 MW – 85%), natomiast w ramach RPO powstało 168 MW – 15%. Największy udział ze wszystkich rodzajów OZE miały elektrownie wiatrowe, łącznie 753,3 MW, z czego z funduszu POIiŚ pozyskano 90%, natomiast z RPO – 10%. Kolejnymi pod względem mocy zainstalowanej były bloki energetyczne na biomasę. Zostały one w całości zrealizowane w ramach POIiŚ – 238 MW. Następnym rodzajem elektrowni wykorzystujących OZE były elektrownie fotowoltaiczne, które w całości zostały zrealizowane w ramach RPO – 64 MW. Biogazownie powstawały zarówno w ramach POIiŚ – 26,8 MW, jak i RPO – 21,9 MW. Najmniejszy udział w obu funduszach miały małe elektrownie wodne, których moc zainstalowana w ich ramach to jedynie 4,7 MW. Należy podkreślić wiodącą rolę elektrowni wiatrowych w ramach obu

²⁶ Dostęp: 04.07.2018

²⁷ Dostęp: 04.07.2018

²⁸ Dostęp: 04.07.2018

funduszy, gdyż ich moc zainstalowana była ponad dwukrotnie większa niż suma mocy pozostałych elektrowni OZE.

Tab. 10. Moc zainstalowana elektryczna OZE (w MW) oraz udział (w nawiasie, w %) poszczególnych programów NSRO 2007-2013 w osiągniętych rezultatach w latach 2007-2013 w Polsce, według rodzajów instalacji OZE

Program	Elektrownie wiatrowe	Bloki energetyczne na biomasę	Elektrownie fotowoltaiczne	Biogazownie	Małe elektrownie wodne	Razem
POiŚ 2007- 2013	676,1 (90)	238,0 (100)		26,8 (55)		940,9 (85)
RPO 2007 - 2013	77,2 (10)		64,2 (100)	21,9 (45)	4,7 (100)	168,0 (15)
Razem	753,3	238,0	64,2	48,7	4,7	1108,9

Źródło: Efekty inwestycji w obszarze... [dostęp: 25.03.2019]

Należy nadmienić, iż polityka w ramach NSRO 2007-2013 miała również pośredni wpływ na sektor energetyki, w tym energetyki wiatrowej. Do grupy przedsięwzięć, które miały pośredni wpływ na sektor energetyki wiatrowej, można zaliczyć:

- projekty badawczo-rozwojowe związane z efektywnością energetyczną, OZE lub ochroną powietrza (środki z UE: 1 009 mln zł);
- wsparcie kapitałowe na rzecz rozwoju OZE i efektywności energetycznej (środki UE: 100 mln zł);
- inne przedsięwzięcia, w tym projekty dotyczące rozwoju systemów monitoringu powietrza i opracowania planów gospodarki niskoemisyjnej (środki UE: 86 mln zł) (Efekty inwestycji w obszarze... [dostęp: 25.03.2019]).

Poza funduszami europejskimi działały również krajowe systemy wsparcia dla instalacji OZE. Mechanizmem wsparcia dla odnawialnych źródeł energii (w tym energetyki wiatrowej) był w Polsce system zielonych certyfikatów funkcjonujący od 1 października 2005 r. w oparciu o ustawę z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 2017 poz. 220). Został on zastąpiony 1 lipca 2016 r. systemem aukcyjnym, poprzez wejście w życie ustawy z dnia 20

lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.). System zielonych certyfikatów dotyczył technologii, które według ustawy zaliczone zostały do odnawialnych źródeł energii. Wsparcie obejmowało gwarancję możliwości sprzedaży energii wytworzonej z tych technologii po określonej w ustawie cenie minimalnej oraz uzyskanie świadectwa pochodzenia²⁹ za każdy 1 MW instalacji OZE (Energetyka wiatrowa w Polsce 2013). Świadectwa pochodzenia OZE były zbywalne i mogły stanowić przedmiot obrotu na rynku. Zatem właściciel „zielonego świadectwa”, poza gwarancją sprzedaży energii, otrzymywał dodatkowe przychody z jego sprzedaży. Ostatecznym terminem, w którym można było przystąpić do systemu zielonych certyfikatów był 30 czerwca 2016 r. „W odniesieniu do obowiązkowego zakupu energii wyprodukowanej w instalacjach OZE ustawa o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.) wprowadziła następujące zmiany:

- a) cena regulowana, po której następuje zakup, została zmieniona z ceny obliczanej rocznie na cenę obliczaną kwartalnie,
- b) obowiązkowy zakup jest dokonywany przez sprzedawcę zobowiązanego³⁰, a nie sprzedawcę z urzędu³¹,
- c) średnie i duże instalacje OZE (o mocy zainstalowanej większej lub równej 500 kW) począwszy od 1 stycznia 2018 r. będą pozbawione obowiązkowego zakupu energii wyprodukowanej w instalacji OZE przez sprzedawcę zobowiązanego po cenie regulowanej” (Stan energetyki wiatrowej... 2017).

Pozbawienie obowiązkowego zakupu energii ma duży wpływ na energetykę wiatrową, gdyż dotyczy większości krajowych wytwórców energii z wiatru. Zgodnie z art. 52 ust. 1 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.) istnieje obowiązek uzyskania i przedstawienia do umorzenia Prezesowi URE świadectw pochodzenia lub świadectw pochodzenia biogazu rolniczego wydanych do dnia 30 czerwca 2016 r. odpowiednio dla energii elektrycznej lub biogazu rolniczego. Obowiązkowy poziom umorzenia może być zmieniany rokrocznie rozporządzeniem Ministra Energii. W 2018 roku obowiązkowy poziom umorzenia świadectw został ustalony na poziomie 0,50% dla instalacji biogazowych

²⁹ „Świadectwo pochodzenia energii to dokument, który potwierdza, że energia elektryczna została wytworzona z odnawialnych źródeł energii. Nazywa się je również tzw. zielonym świadectwem” (www.biznes.gov.pl)

³⁰ Sprzedawca zobowiązany jest to wyznaczony przez Prezesa URE sprzedawca energii elektrycznej, który ma obowiązek zakupu energii elektrycznej, o którym mowa w art. 41 ust. 1, w art. 42 ust. 1 oraz w art. 92 ust. 1 Ustawy o odnawialnych źródłach energii, na podstawie umowy, o której mowa w art. 5 ustawy – Prawo energetyczne (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.)

³¹ Sprzedawca z urzędu – „przedsiębiorstwo energetyczne posiadające koncesję na obrót paliwami gazowymi lub energią elektryczną, świadczące usługi kompleksowe odbiorcom paliw gazowych lub energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, niekorzystającym z prawa wyboru sprzedawcy” (Dz.U. 2017 poz. 220)

oraz 17,50% dla pozostałych instalacji, natomiast dla roku 2019 – 0,50% dla instalacji biogazowych oraz 18,50% dla pozostałych instalacji (Dz. U. 2017 poz. 1559).

Obecnie funkcjonującym, krajowym systemem wsparcia dla energetyki wiatrowej jest system aukcyjny. Mechanizm aukcyjny na energię z OZE opisany jest w artykułach 71 - 91 ustawy o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.). Na podstawie tych przepisów Prezes URE przeprowadza aukcje na sprzedaż energii elektrycznej z OZE. „Wytwórcy energii oferują w aukcji cenę i deklarują na okres 15 lat wolumen wyprodukowanej energii z instalacji OZE” (Aukcje OZE – fotowoltaika... 2017). Cena powinna być niższa, niż ustalona przez Ministra Energii dla danego koszyka aukcyjnego cena referencyjna. „Wygrywają Ci, którzy zaoferują najniższe ceny, w ramach określonego wcześniej przez Radę Ministrów wolumenu energii rozłożonego w wybranych koszykach aukcyjnych” (Rynek fotowoltaiki w Polsce 2017). Podział na tzw. koszyki jest to podział na te rodzaje OZE, które będą rywalizować w tej samej kategorii. Dobór danego projektu z określonym rodzajem OZE do właściwego koszyka nie jest ani jednoznaczny, ani prosty. Podział na tzw. koszyki przedstawiono w tab. 11. Energetyka wiatrowa zaliczana jest do koszyków nr 4, 5 oraz 7. Aukcje oddzielnie organizowane są dla źródeł OZE poniżej 1 MW i powyżej 1 MW. Inwestorzy na wybudowanie i uruchomienie nowych instalacji OZE mają 4 lata z wyjątkiem instalacji PV, na które mają 2 lata.

Tab. 11. Przynależność rodzaju instalacji OZE do tzw. koszyków aukcyjnych

Rodzaj instalacji odnawialnego źródła energii	Numer koszyka aukcyjnego						
	1	2	3	4	5	6	7
Współspalanie biomasy	x						
Dedykowane instalacje spalania biomasy	x		x	x	x		
Termiczne przekształcenie odpadów		x					
Geotermia	x		x	x	x		
Fotowoltaika				x	x		x
Biogaz rolniczy				x	x	x	
Biogaz składowiskowy	x						

Biogaz ściekowy	x						
Biogaz inny	x		x	x	x		x
Energetyka wiatrowa				x	x		x
Energetyka wodna			x	x	x		

Objaśnienie: „x” – przynależność danego rodzaju instalacji OZE do określonego koszyka aukcyjnego.

Źródło: Rynek fotowoltaiki w Polsce 2017

Numery 1-7 oznaczają koszyki, dla których przeprowadzane są aukcje na sprzedaż energii elektrycznej wytworzonej w instalacjach odnawialnego źródła energii:

„1 – o stopniu wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej, łącznej bez względu na źródło pochodzenia, większym niż 3 504 MWh/MW/rok;

2 – wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych i komunalnych, pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, w tym odpadów z instalacji do przetwarzania odpadów oraz odpadów z uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, w szczególności osadów ściekowych, zgodnie z przepisami o odpadach w zakresie kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcania odpadów;

3 – w którym emisja CO₂ jest nie większa niż 100 kg/MWh, o stopniu wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej większym niż 3 504 MWh/MW/rok;

4- przez członków klastra energii;

5 - przez członków spółdzielni energetycznej;

6 – wykorzystujących wyłącznie biogaz rolniczy do wytwarzania energii elektrycznej;

7 – innej niż wymienione w pkt 1-6” (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.).

Regulamin aukcji ogłasza Urząd Regulacji Energetyki. Zgodnie z regulaminem: „aukcje przeprowadzane są w postaci elektronicznej za pośrednictwem Internetowej Platformy Aukcyjnej; ogłoszenie o Aukcji zamieszczane jest w Biuletynie Informacji Publicznej URE nie później niż 30 dni przed dniem jej rozpoczęcia; ogłoszenie o Aukcji zawiera informację o typie oraz parametrach aukcji; w aukcji może wziąć udział Wytwórca, którego Instalacja OZE spełnia parametry Aukcji; Aukcje organizowane są nie rzadziej niż raz w roku; łączna ilość i wartość energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, oferowana na sprzedaż w Aukcjach ogłoszonych w danym roku, nie może przekroczyć ilości lub wartości, określonych w

przepisach wydanych na podstawie art. 72 ust 1 Ustawy OZE” (Regulamin Aukcji... 2016). Do 2018 roku Prezes Urzędu Regulacji Energetyki ogłosił 10 aukcji, przedstawiono je w tab. 12:

Tab. 12. Ogłoszone aukcje przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki na sprzedaż energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii do roku 2018

	Maksymalna ilość energii elektrycznej, która może zostać sprzedana w drodze aukcji [MWh]	Maksymalna wartość energii elektrycznej, która może zostać sprzedana w drodze aukcji [tys. zł]	Termin przeprowadzenia sesji aukcji	Łączna moc zainstalowana elektryczna instalacji	Rodzaj instalacji
Aukcja Zwykła Nr AZ/1/2016	2 113 887	1 262 797	30.12.2016 r.	< 1 MW	wykorzystująca wyłącznie biogaz rolniczy do wytwarzania energii elektrycznej
Aukcja Zwykła Nr AZ/2/2016	2 309 382	1 365 352	30.12.2016 r.	> 1 MW	wykorzystująca wyłącznie biogaz rolniczy do wytwarzania energii elektrycznej
Aukcja Zwykła Nr AZ/3/2016	1 575 000	744 037	30.12.2016 r.	< 1 MW	instalacje inne niż wymienione w art. 73 ust. 3a pkt 1-3 i 6 ustawy o odnawialnych źródłach energii
Aukcja Zwykła Nr AZ/4/2016	1 306 870	538 297	30.12.2016 r.	< 1 MW	instalacje w których emisja CO ₂ jest nie większa niż 100 kg/MWh o stopniu mocy zainstalowanej elektrycznej większym niż 3504 MWh/MW/rok
Aukcja Zwykła Nr AZ/1/2017	4 725 000	2 182 909	29.06.2017 r.	< 1 MW	instalacje inne niż wymienione w art. 73 ust. 3a pkt 1-6 ustawy o odnawialnych źródłach energii
Aukcja Zwykła Nr AZ/2/2017	1 484 764	631 330	30.06.2017 r.	< 1 MW	instalacje w których emisja CO ₂ nie jest większa niż 100 kg/MWh, o stopniu wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej większym niż 3504 MWh/MW/rok
Aukcja Zwykła Nr AZ/3/2017	1 659 047	556 175	28.09.2017 r.	< 1 MW	instalacje o stopniu wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej, łącznej bez względu na źródło

					pochodzenia, większym niż 3504 MWh/MW/rok
Aukcja Zwykła Nr AZ/4/2017	10 502 338	3 768 589	2.10.2017 r.	> 1 MW	instalacje o stopniu wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej, łącznej bez względu na źródło pochodzenia, większym niż 3504 MWh/MW/rok
Aukcja Zwykła Nr AZ/5/2017	1 149 296	683 371	4.10.2017 r.	< 1 MW	wykorzystujące wyłącznie biogaz rolniczy do wytwarzania energii elektrycznej
Aukcja Zwykła Nr AZ/6/2017	2 118 162	1 260 181	6.10.2017 r.	> 1 MW	wykorzystujące wyłącznie biogaz rolniczy do wytwarzania energii elektrycznej

Zródło: Opracowanie własne na podstawie ogłoszeń Urzędu Regulacji Energetyki zamieszczonych na ure.gov.pl

Łączna maksymalna ilość energii elektrycznej, która mogła zostać sprzedana w drodze aukcji wynosiła 28 943 746 MWh, z czego małych instalacji, poniżej 1 MW, dotyczyło 48% ilości energii, natomiast instalacji powyżej 1 MW dotyczyło 52% ilości energii. Dedykowane aukcje, w których mogli brać udział wytwórcy energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych to Aukcja Zwykła Nr AZ/3/2016 oraz Aukcja Zwykła Nr AZ/1/2017 dotyczące instalacji mniejszych niż 1 MW. Teoretycznie wytwórcy energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych mogli by również brać udział w aukcjach zwykłych nr AZ/3/2017 oraz nr AZ/4/2017, czyli aukcjach dedykowanych dla wszystkich instalacji o stopniu wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej, większym niż 3 504 MWh/MW/rok. Jak wykazali Stąporek i Tausowski (2017) turbina wiatrowa Siemens SWT-315-142 nawet przy przeciętnych warunkach wietrzności posiada większy stopień wykorzystania mocy zainstalowanej niż 3 504 MWh/MW/rok i wynosi on 3 809 MWh/MW/rok. Jest to jednak wartość nieznacznie przekraczająca dopuszczalny limit i przy bardzo niesprzyjających warunkach wietrzności może on zostać nieosiągnięty. Dotychczas przeprowadzone aukcje obrazują, iż duże elektrownie wiatrowe nie są wspierane przez system aukcyjny, gdyż dedykowane były one jedynie dla instalacji wiatrowych mniejszych niż 1 MW.

Analizując krajowy system wsparcia dla instalacji OZE należy zwrócić uwagę na mikroinstalacje, gdyż posiadają one dodatkowe systemy wsparcia. „Mikroinstalacja to instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna

moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW” (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.). Z pojęciem mikroinstalacji wiąże się pojęcie prosumenta. Wg ustawy o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2018 poz. 1269 t. j.) za prosumenta uznaje się „odbiorcę końcowego dokonującego zakupu energii elektrycznej na podstawie umowy kompleksowej, wytwarzającego energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii w mikroinstalacji w celu jej zużycia na potrzeby własne, niezwiązane z wykonywaną działalnością gospodarczą regulowaną ustawą z dnia 6 marca 2018 r. – Prawo przedsiębiorców (Dz. U. poz. 646)”. Zgodnie z art. 4 w/w ustawy, prosument ma prawo dokonać rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,7 w przypadku instalacji większych niż 10 kW. W przypadku instalacji mniejszych niż 10 kW ten stosunek ilościowy wynosi 1 do 0,8. Rozliczeniu podlega energia elektryczna wprowadzona do sieci nie wcześniej niż na 365 dni przed dniem dokonania odczytu rozliczeniowego w bieżącym okresie rozliczeniowym. Zapisy te stanowią znaczne wsparcie ekonomiczne dla wytwórców energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych w mikroinstalacjach. Elektrownie wiatrowe charakteryzują się dużym zróżnicowaniem w produkcji energii elektrycznej głównie ze względu na zmienne warunki atmosferyczne. Prosument może oddać nadwyżkę produkowanej energii występującą przy odpowiednich warunkach wietrzności i pobrać ją, gdy są one niekorzystne.

3.3.4. Analiza opłacalności elektrowni wiatrowych

Analizując opłacalność elektrowni wiatrowych należy zwrócić uwagę na ponoszone nakłady inwestycyjne (ang. capital expenditures - CAPEX) i eksploatacyjne (ang. operating expenditures - OPEX) oraz uzyskiwane przychody. Przychody uzyskiwane z elektrowni wiatrowej są związane ze sprzedażą energii elektrycznej. Zależą one od ilości produkowanej energii i jej ceny jednostkowej. Ponoszone nakłady inwestycyjne (CAPEX) i eksploatacyjne (OPEX) oraz jednostkowy koszt energii elektrycznej (LCOE) dla elektrowni wiatrowych w Polsce według różnych autorów przedstawiono w tab. 13. Obecnie lądowe farmy wiatrowe są jedną z najtańszych technologii OZE jeśli chodzi o nakłady inwestycyjne. Również nakłady eksploatacyjne należą do jednych z najniższych. W 2011 roku wynosiły one około 83 zł/MWh i były wyższe jedynie od OPEX dla elektrowni wodnych (15 zł/MWh). Według wszystkich autorów największą część kosztów CAPEX stanowi turbina wiatrowa, jej koszt to około 60 - 80% całkowitych ponoszonych nakładów inwestycyjnych. Drugim z kolei jest koszt instalacji

elektroenergetycznej i przyłączenia do sieci, stanowiący 4 - 20% nakładów CAPEX. Wśród kosztów OPEX najważniejszym jest koszt utrzymania i remontów (w tym serwisowania). Wszystkie wartości CAPEX są zbliżone i wahają się w granicach 6,2 – 6,6 mln zł/MW. Wartości OPEX również są zbliżone i wahają się w granicach 194 – 250 tys. zł/MW. Oszacowane wartości LCOE w Polsce odbiegają wartościami od siebie. Według firmy Ernst & Young (2012) w 2011 roku LCOE wyniosło 0,47 zł/kWh, natomiast według IEO (2013) w 2013 roku LCOE wyniosło 0,35 zł/kWh. Należy zwrócić uwagę, iż są to wyższe wartości niż średnia globalna. Według IEO (2013) LCOE w 2017 roku oszacowano na poziomie 0,36 zł/kWh, natomiast według International Renewable Energy Agency (2018b) globalne LCOE w 2017 oszacowano na poziomie około 0,22 zł/kWh.

Tab. 13. Ponoszone nakłady inwestycyjne (CAPEX) i eksploatacyjne (OPEX) oraz jednostkowy koszt energii elektrycznej (LCOE) dla elektrowni wiatrowych w Polsce

Autor	CAPEX		OPEX		LCOE
	Rodzaj nakładów	Całkowity koszt	Rodzaj nakładów	Całkowity koszt	
Dziubiński (2014)	koszt zakupu elektrowni wiatrowej lub farmy wiatrowej (60% - 80% nakładów); koszt zakupu gruntu (2% - 6% nakładów); koszt badań warunków wiatrowych (0,2% - 0,3% nakładów); koszt projektu technicznego (1% -2% nakładów); koszt budowy fundamentów pod elektrownie wiatrową (6% - 8% nakładów); koszt wykonania przyłącza do systemu elektroenergetycznego (8% - 20% nakładów); koszty opłat administracyjnych (0,15% - 0,2%); koszt ubezpieczenia budowy instalacji (3% - 4%)	-	wystawienie przez Urząd Regulacji Energetyki koncesji oraz opłat za koncesję; dzierżawa terenu; koszty obsługi remontów elektrowni wiatrowej; podatek od nieruchomości; ubezpieczenia oraz koszty obsługi prawnej i administracyjnej	-	-
Ernst & Young (2012)	turbiny i wieża (74% nakładów), instalacja elektroenergetyczna i przyłączenie (10% nakładów), fundamenty (8% nakładów), inne,	W 2011 roku: 6,6 mln zł/MW – budowa lądowej	utrzymanie i remonty; opłaty serwisowe stałe; dzierżawa; zarządzanie i opłaty stałe;	W 2011 roku: 83 zł/MWh (ok. 210 tys. zł/MW)	W 2011 roku: 466 zł/MWh (ok. 0,47 zł/kWh) dla

	włącznie z kosztami przygotowania projektu (8% nakładów)	farmy wiatrowej; 13,6 mln zł/MW – budowa morskiej farmy wiatrowej	ubezpieczenie; zużycie własne energii (przy stałym czasie przestoju); podatki i opłaty; opłaty serwisowe zmienne; koszty bilansowania		lądowej farmy wiatrowej; 713 zł/MWh (ok. 0,7 zł/MWh) dla morskiej farmy wiatrowej
TPA Horwath (2013)	koszt turbin, koszt budowy infrastruktury, fundamentów, przygotowania projektu i przyłączenia do sieci	W 2012 roku: 6,2 mln zł/MW – budowa lądowej farmy wiatrowej; 13 – 14 mln zł/MW – budowa morskiej farmy wiatrowej	koszty operacyjne (50% całkowitych kosztów)	W 2012 roku: 200 – 250 tys. zł/MW	-
Instytut Energetyki Odnawialnej (2013)	koszty przyłączenia do sieci (4% nakładów); koszty montażu instalacji (1% nakładów); koszty prac budowlanych wraz z urządzeniami trwale związanymi z fundamentami (16% nakładów); koszt urządzeń (69% nakładów); przygotowanie projektu (10% nakładów)	W 2013 roku: 6,4 mln zł/MW – budowa lądowej farmy wiatrowej	zarządzanie farmą wiatrową (10% nakładów), bilansowanie (14% nakładów), podatek od nieruchomości (20% nakładów), koszty ubezpieczenia (8% nakładów), koszty dzierżawy (9% nakładów), koszty serwisu urządzeń (39% nakładów)	W 2013 roku: 194 tys. zł/MW	W 2013 roku: 0,35 zł/kWh; w latach 2014 – 218: 0,36 zł/kWh dla lądowej farmy wiatrowej

Źródło: Opracowanie na podstawie: Dziubiński 2014, Wpływ energetyki wiatrowej... 2012, Energetyka wiatrowa... 2013, Analiza dotycząca możliwości... 2013

Analizując opłacalność inwestycji w elektrownię wiatrową należy odwołać się do pojęcia wewnętrznej stopy zwrotu (ang. Internal Rate of Return – IRR³²) oraz wartości bieżącej

³² „Metoda IRR polega na ustaleniu takiej wynikowej stopy IRR, przy której suma zdyskontowanych na N lat nadwyżek finansowych zrównuje się z sumą zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych” (Michalak 2012)

netto (ang. net present value, NPV³³). Wskaźnik IRR jest stopą dyskontową, przy której wskaźnik NPV = 0. Firma TPA Horwath (2013) określiła wymaganą wysokość przychodów uzyskiwanych przez elektrownie wiatrowe ze sprzedaży energii dla lat 2013 – 2020, aby przedsięwzięcie mogło osiągnąć próg rentowności. Analiza opierała się na założeniu, że produktywność dla energetyki wiatrowej wynosi 2500 godzin, średnie koszty operacyjne – 220 tys. zł/MW, a średnie nakłady inwestycyjne – 6,3 mln zł/MW. Próg rentowności (IRR) został określony na poziomie 9,5% z indeksacją. Aby go osiągnąć, przychody ze sprzedaży energii w 2013 roku powinny wynieść 387 zł/MWh, w 2014 roku – 373 zł/MWh, w 2015 roku – 358 zł/MWh, w 2016 roku – 345 zł/MWh, w 2017 roku – 332 zł/MWh, w 2018 roku – 320 zł/MWh, w 2019 roku - 308 zł/MWh, w 2020 roku – 294 zł/MWh (Energetyka wiatrowa w Polsce 2013). Obliczenia zostały przeprowadzone przy założeniu wejścia w życie systemu aukcyjnego oraz przy okresie wsparcia wynoszącego 15 lat. Powyższe wartości pokazują, że inwestycje w projekty wiatrowe będą opłacalne, gdyż cena referencyjna dla instalacji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 1 MW, wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru na lądzie, została ustawowo ustalona na poziomie 350 zł/MWh (Dz. U. z 2018 r., poz. 1276). Pesta (2009) przeprowadził analizę opłacalności budowy farmy wiatrowej o mocy 40 MW. Do analizy przyjął następujące założenia: inwestycja będzie miała miejsce w latach 2009 – 2014; decyzja o uruchomieniu projektu inwestycyjnego ma miejsce w 2008 roku; wartość euro przyjęte na poziomie 3,98 zł; udział środków własnych na poziomie 20%; 80% wsparcie środkami finansowymi obcymi; omawiany przypadek nie zakłada wsparcia ze środków unijnych. Pesta (2009) do nakładów inwestycyjnych zaliczył: koszt prac projektowych i przygotowawczych (8 000 000 zł); koszt infrastruktury drogowej (8 000 000 zł); koszt robót ziemnych i fundamentowych (11 200 000 zł); koszt przyłączenia oraz koszty wew. sieci energetycznych (18 000 000 zł); koszt turbin wiatrowych (196 000 000 zł). Łączna suma CAPEX wyniosła 241 200 000 zł. Do kosztów eksploatacyjnych zaliczył: podatek od nieruchomości (1 800 000 zł); bilansowanie energii (1 440 000 zł); ubezpieczenie (200 000 zł); obsługę (180 000 zł); eksploatację i serwis (960 000 zł). Łączny OPEX wyniósł 4 580 000 zł. Do oszacowania potencjalnych przychodów przyjęto następujące założenia: wydajność 2400 MWh/MW, wzrost cen energii o 4% rocznie, stałą cenę świadectw pochodzenia, koszt kapitału własnego 12,09%, koszt kapitału obcego 8,60% (Pesta 2009). Należy podkreślić, że analiza zakładała cenę energii powiększoną o cenę świadectw pochodzenia. W wyniku obliczeń

³³ „Metoda NPV to metoda wartości bieżącej netto. Polega ona na porównaniu ze sobą sumy efektów (nadwyżek finansowych) danego przedsięwzięcia z sumą nakładów potrzebnych do jego realizacji w postaci różnic tych wielkości z wykorzystaniem techniki dyskonta” (Michalak 2016)

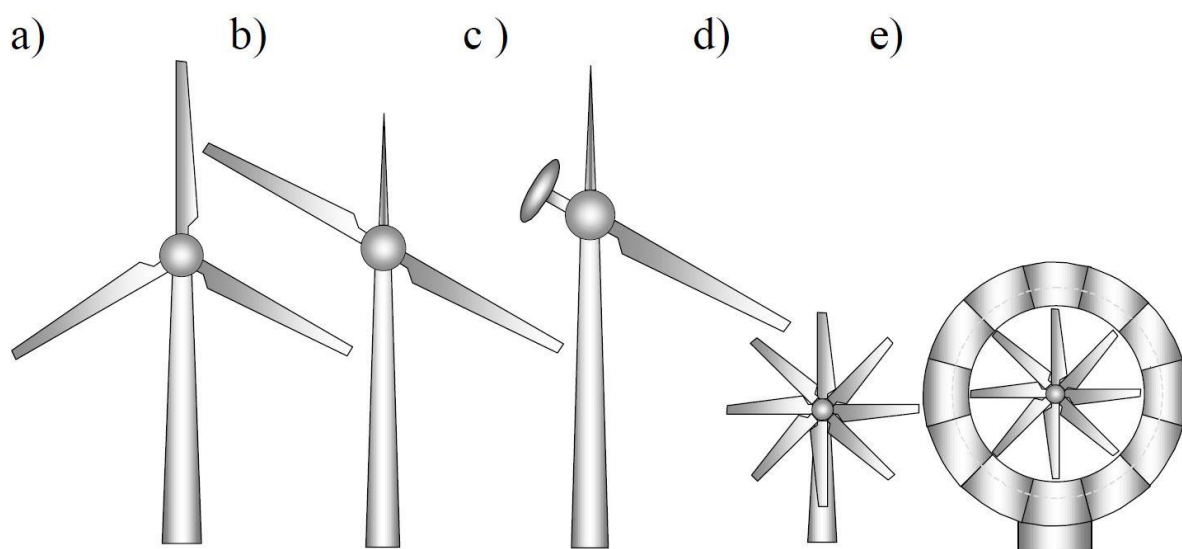
otrzymano NPV na poziomie 48 981 431 zł, IRR – 21,58%, stopa dyskontowa – 12,09%, okres zwrotu od początku inwestycji – 13 lat, okres zwrotu od zakończenia inwestycji – 8 lat (Pesta 2009). Na tej podstawie można stwierdzić, że inwestycja byłaby opłacalna, gdyż wartość NPV jest dodatnia. Dodatkowo koszty poniesione na inwestycję zwróciłyby się w okresie 8 lat od zakończenia budowy.

Na podstawie Pesta (2009) przeprowadzono analizę opłacalności elektrowni wiatrowej funkcjonującej w systemie aukcyjnym. Przyjęto CAPEX na poziomie 241 200 000 zł oraz OPEX na poziomie 4 580 000 zł. Wydajność turbin wiatrowych ustalona została na poziomie 2400 MWh/MW. Cenę energii przyjęto na poziomie 350 zł/MWh – jest to ustawowo ustalona cena referencyjna dla instalacji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 1 MW, wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej wyłącznie energię wiatru na lądzie. Przyjęto również, że wszystkie środki zainwestowane są środkami własnymi. Przy takich założeniach zwrot zainwestowanego kapitału nastąpi po 10 latach funkcjonowania elektrowni.

3.4. Czynniki techniczne

Podział elektrowni wiatrowych może odbywać się ze względu na wiele kryteriów. Najistotniejszymi z nich są podziały ze względu na moc oraz na położenie osi obrotu wirnika. Pod względem mocy, elektrownie wiatrowe można podzielić na mikroelektrownie wiatrowe – o mocy poniżej 100 W, małe elektrownie wiatrowe – o mocy od 100 W do 50 kW, duże elektrownie wiatrowe – powyżej 100 kW (Nalepa i in. 2011). Mikroelektrownie oraz małe elektrownie służą najczęściej do zasilania akumulatorów, oświetlenia, układów pompowych, sprzętu i urządzeń domowych. Duże elektrownie wiatrowe najczęściej połączone są z siecią elektroenergetyczną, do której sprzedawana jest wyprodukowana energia. Elektrownie wiatrowe można zaliczyć do urządzeń generacji rozproszonej (ang. distributed generation). Według Paska i in. (2005), „Energetyka (generacja) rozproszona to małe (o mocy znamionowej do 50-150 MW) jednostki lub obiekty wytwórcze, przyłączane bezpośrednio do elektroenergetycznych sieci rozdzielczych lub zlokalizowane w sieci odbiorcy (za urządzeniem kontrolno-rozliczeniowym), często produkujące energię elektryczną z energii odnawialnych lub niekonwencjonalnych, równie często w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła”. W warunkach polskich są to źródła energii współpracujące z siecią dystrybucyjną o napięciu nieprzekraczającym 110 kV. Z tego powodu elektrownie wiatrowe pod względem mocy można również podzielić na: mikrogenerację rozproszoną (poniżej 5 kW), małą generację rozproszoną (5 kW – 5 MW), średnią generację rozproszoną (5 MW – 50 MW), dużą generację rozproszoną

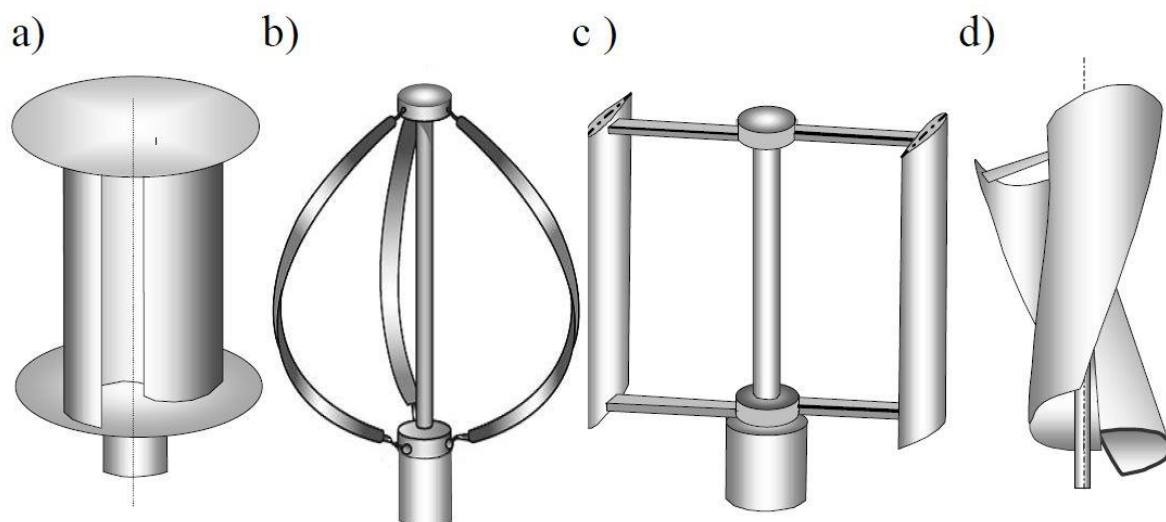
(50 MW – 150 MW) (Paska 2010). Ponadto elektrownie wiatrowe można sklasyfikować ze względu na położenie osi obrotu, są to elektrownie z poziomą osią obrotu – HAWT (ang. Horizontal Axis Wind Turbines), oraz z pionową osią obrotu – VAWT (ang. Vertical Axis Wind Turbines). Elektrownie wiatrowe typu HAWT można podzielić na: jedнопłatowe, dwupłatowe, z trzema łopatomy, wielopłatowe, wyposażone w dyfuzor (ryc. 34). Elektrownie wiatrowe typu VAWT można podzielić na: Savoniusa, turbinę Darrieusa, H-Rotor, turbinę świderkową (ryc. 35). Obecnie najczęściej stosowane są elektrownie wiatrowe z poziomą osią obrotu z trzema łopatomy.



a) Trójłopatowe, b) dwułopatowe, c) jednołopatowe, d) wielopłatowe, e) wyposażone w dyfuzor

Ryc. 34. Konstrukcje turbin typu HAWT

Źródło: Sorko 2012 za: Ostrowska-Bućko 2014

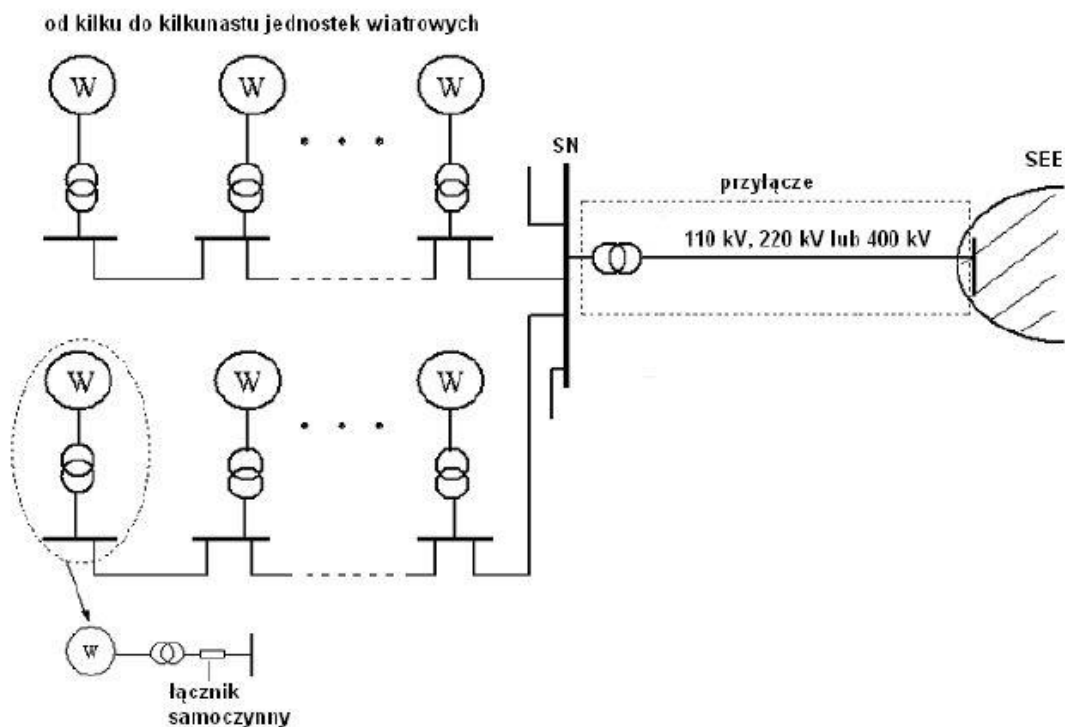


a) Savoniusa, b) turbina Darrieusa, c) H-rotor, d) turbina świderkowa

Ryc. 35. Konstrukcje turbin typu VAWT

Źródło: Sorko 2012 za: Ostrowska-Bućko 2014

Elektrownia wiatrowa składa się z turbiny wiatrowej (turbozespołu wiatrowego) oraz zespołu urządzeń przyłączeniowych do sieci elektroenergetycznej. Stosuje się wiele typów układów konwersji energii. Rodzaj zastosowanego układu zależy przede wszystkim od lokalizacji elektrowni wiatrowych oraz ich mocy (Paska, Kłos 2010; Bartnikowska i in. 2017). W celu osiągnięcia większych mocy pojedyncze turbiny wiatrowe łączone są ze sobą tworząc tzw. farmy wiatrowe. Strukturę przyłączenia do sieci modelowej farmy wiatrowej przedstawiono na ryc. 36. Do linii kablowej średniego napięcia przyłączone są grupy składające się z kilku/kilkunastu turbin wiatrowych. Sieć wewnętrzna farmy ma zwykle strukturę drzewiastą (promieniową). Połączenie z siecią elektroenergetyczną wysokiego napięcia odbywa się za pośrednictwem transformatora sieciowego (Paska 2009).

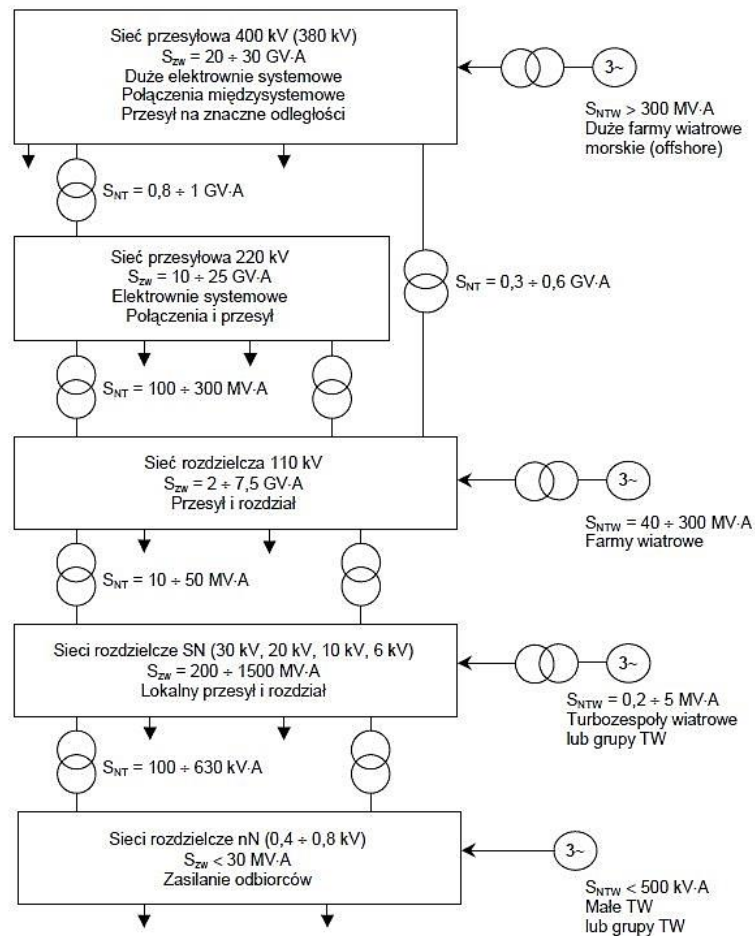


Ryc. 36. Struktura modelowej farmy wiatrowej

Źródło: Paska 2009

Schemat przyłączenia farm wiatrowych do systemu elektroenergetycznego ze względu na wielkość mocy zainstalowanej przedstawiono na ryc. 37. Elektrownie wiatrowe mogą być przyłączane do sieci średniego napięcia (SN) lub wysokiego napięcia (WN). Można wyróżnić kilka sposobów przyłączenia elektrowni wiatrowych do sieci elektroenergetycznej (Lubośny 2006). Najtańszym sposobem, ze względu na zazwyczaj niewielką odległość między elektrownią wiatrową a punktem przyłączenia, jest przyłączenie elektrowni wiatrowej do istniejącej sieci elektroenergetycznej średniego napięcia. Elektrownie o dużych mocach mogą być przyłączone do sieci wysokiego napięcia. Może się to odbywać na dwa sposoby. Pierwszym jest przyłączenie elektrowni wiatrowej do szyn wysokiego napięcia w stacji elektroenergetycznej WN/SN przez wydzieloną linię i transformator WN/SN. Drugi to połączenie farmy do linii przesyłowej wysokiego napięcia przez jej własny transformator WN/SN. Połączenia pomiędzy elektrowniami a transformatorem są wykonane liniami kablowymi. Lokalizacja transformatora zależna jest od odległości linii WN od farmy wiatrowej. Instalowany jest on bezpośrednio przy linii WN, jeżeli znajduje się ona w pobliżu farmy wiatrowej. W przypadku większej odległości transformator znajduje się na terenie farmy wiatrowej, a połączenie do linii WN jest wykonane za pomocą dodatkowej linii wysokiego napięcia. W przypadku, gdy farma wiatrowa znajduje się bardzo blisko istniejącej stacji

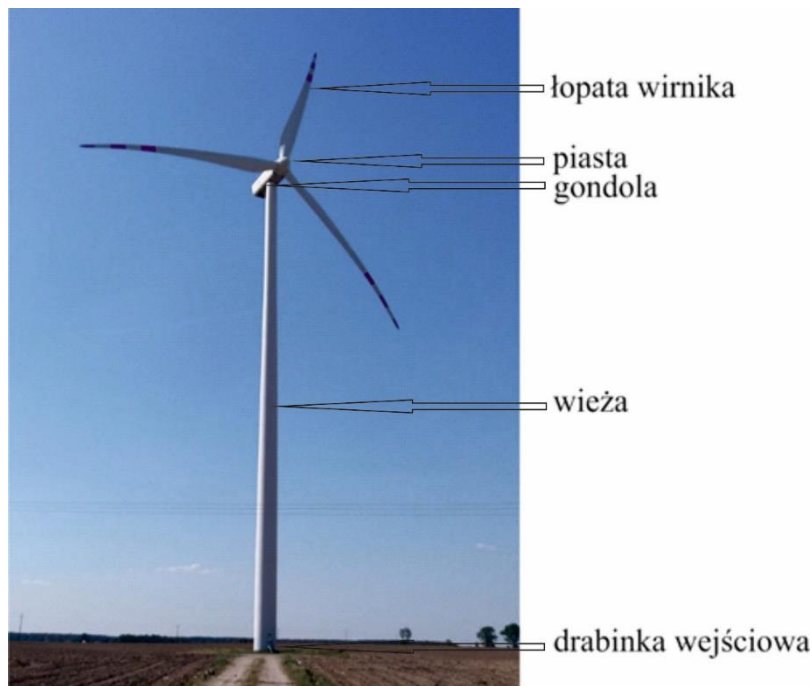
wysokiego napięcia, może być ona przyłączona bezpośrednio do szyn WN stacji elektroenergetycznej (Paska, Kłós 2010).



Ryc. 37. Możliwości włączenia elektrowni wiatrowych w system elektroenergetyczny: S_{NTW} – znamionowa moc pozorna elektrowni (farmy) wiatrowej, S_{ZW} – moc zwarciova, S_{NT} – moc znamionowa transformatora sprzęgającego, TW – turbozespoły wiatrowe

Źródło: Paska, Kłós 2010

Elektrownia wiatrowa z poziomą osią obrotu (HAWT) składa się przede wszystkim z: łopaty wirnika, piasty, gondoli, wieży, drabinki wejściowej oraz zespołu urządzeń przyłączeniowych do sieci. Budowa turbiny wiatrowej o mocy 2 MW została przedstawiona na ryc. 38. Łopaty przymocowane są na całym obwodzie do piasty, tarczy lub bębna, tworząc tak zwany wieniec łopatkowy lub palisadę łopatkową. Osadzona jest ona na wale stanowiąc wirnik turbiny, na którym generowany jest moment obrotowy (Jakubiak i in. 2010).



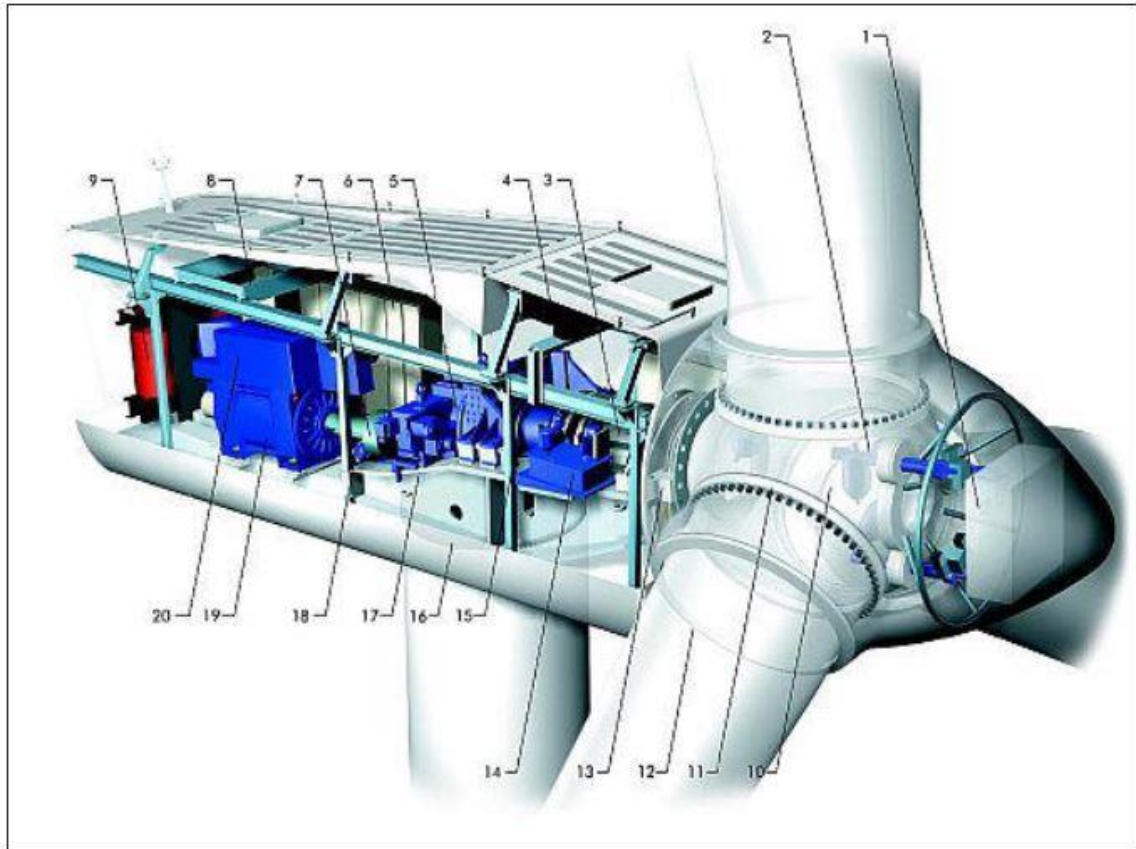
Ryc. 38. Budowa turbiny wiatrowej

Źródło: Fotografia własna, opracowanie własne

Szczegółową budowę piasty oraz gondoli przedstawiono na przykładzie turbiny wiatrowej Vestas V80 (2 MW) (ryc. 39). Składa się ona z:

- 1) sterownika piasty
- 2) cylindra systemu sterowania łopatom
- 3) osi głównej
- 4) chłodnicy oleju
- 5) skrzyni przekładniowej
- 6) sterownika VIP z konwerterem
- 7) hamulca postojowego
- 8) dźwigu serwisowego
- 9) transformatora
- 10) piasty wirnika
- 11) łożyska łopaty
- 12) łopaty
- 13) układu blokowania wirnika
- 14) układu hydraulicznego
- 15) tarczy hydraulicznego układu hamowania wirnika
- 16) pierścienia układu kierunkowania

- 17) ramy
- 18) koła zębatego układu kierunkowania
- 19) generatora
- 20) chłodnicy generatora



Ryc. 39. Budowa elektrowni wiatrowej Vestas V80 (2 MW)

Źródło: vestas.com

Najważniejszym elementem siłowni wiatrowej jest wirnik przekształcający energię wiatru w energię mechaniczną przekazywaną do generatora. Jest on osadzony na wale. Najczęściej obraca się on z prędkością 15 - 20 obr/min, natomiast typowy generator asynchroniczny wytwarza energię elektryczną przy prędkości ponad 1500 obr/min. W piaście wirnika znajduje się serwomechanizm pozwalający na ustawianie kąta nachylenia łopat (skoku). Na szczycie wieży zainstalowany jest silnik, który poprzez przekładnię zębatą może obracać gondolą. Ma ona możliwość obrotu o 360 stopni, aby móc obracać się zawsze w kierunku wiatru. W gondoli znajdują się m.in: generator, transformator, przekładnie oraz urządzenia sterujące. Wyposażona jest ona także w hamulec, który pozwala zatrzymać pracę wirnika w sytuacjach awaryjnych. Konstrukcja generatora różni się od typowych prądnic. Wynika to przede wszystkim ze źródła mocy. Ze względu na zmieniające się warunki wiatrowe,

wirnik turbiny wiatrowej dostarcza zmieniający się moment napędowy. Zakres prędkości wiatru, przy której następuje konwersja energii wiatru w energię elektryczną przez elektrownie wiatrowe wynosi od 4 do 25 m·s⁻¹ (Jakubiak i in. 2010). „W czasie rozruchu generatory łączone są do sieci przez układy tyrystorowe (...). Mikroprocesorowy system sterowania monitoruje stan siłowni i pobiera dane do obliczeń i sterowania” (Nalepa i in. 2011). Skrzynia przekładniowa pozwala na wybór pomiędzy niską prędkością obrotową i wysokim momentem napędowym otrzymywanym od wirnika, a wysoką prędkością obrotową i niskim momentem napędowym.

Celem funkcjonowania elektrowni wiatrowej jest odebranie energii wiatru i zamiana jej na energię obrotu wirnika elektrowni. Moc powietrza przepływającego przez powierzchnię określaną przez koło wiatrowe (powierzchnię określaną przez łopaty wirnika turbiny) można obliczyć na podstawie wzoru (Jąderko, Kowalewski 2015; Trzmiel 2016):

$$P_w = \frac{1}{2} * \rho * S * V^3 \quad (18)$$

gdzie: ρ - gęstość powietrza [m⁻³·kg], S – pole powierzchni określanej przez koło wiatrowe [m²], V - prędkość powietrza [m·s⁻¹].

Zgodnie z powyższym wzorem energia wiatru zależy od gęstości powietrza, która ściśle wiąże się z temperaturą oraz ciśnieniem. Do obliczeń przybliżonych przyjmuje się często wartość gęstości powietrza przy temperaturze 15°C i ciśnieniu 1000 hPa, równą 1,25 m⁻³·kg. „Przyjmując za pole powierzchni czynną powierzchnię przekroju wirnika turbiny wiatrowej oraz gęstość powietrza równą 1,25 m⁻³·kg otrzymuje się przybliżoną zależność wyrażającą moc wiatru wykorzystywaną przez tę turbinę w [kW]” (Jąderko, Kowalewski 2015):

$$P_w = 0,000625 * S * V^3 \quad (19)$$

gdzie: S – pole powierzchni określanej przez koło wiatrowe [m²], V - prędkość powietrza [m·s⁻¹].

W związku z tym, iż prędkość powietrza występuje we wzorze w trzeciej potęgze, ma ona kluczowe znaczenie przy określaniu poziomu generowanej mocy. Uwzględnianym parametrem przy określaniu energetycznych zasobów wiatru jest częstotliwość powtarzania się poszczególnych prędkości. W tym celu dokonuje się odpowiednich pomiarów za pomocą anemometrów mechanicznych (czasowych) wraz z przetwornikami kierunku, które montowane są na masztach pomiarowych. Stosowane są również dokładniejsze, posiadające lepszą dynamikę, umożliwiające pomiar kierunku wiatru, anemometry ultradźwiękowe. Pomiar

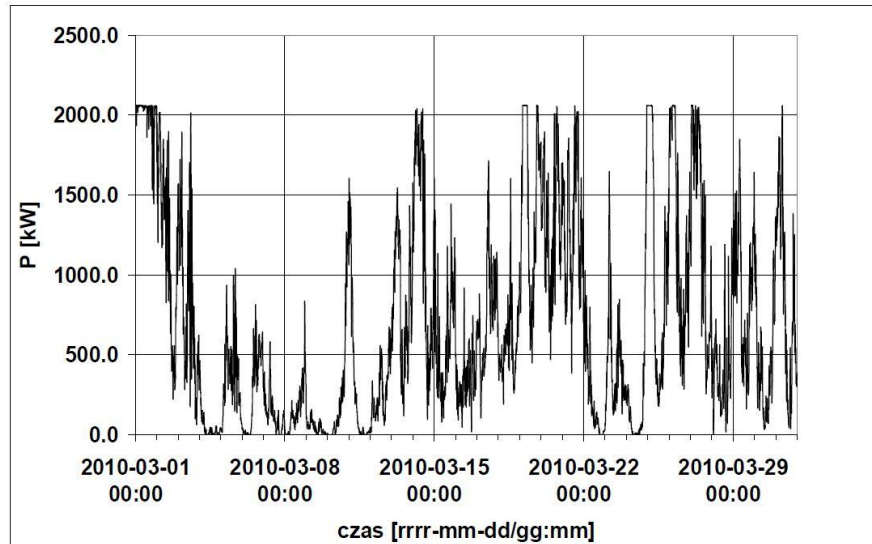
dokonywany jest w sposób ciągły, z uśrednianiem, co 10 minut (Jąderko, Kowalewski 2015). Najdokładniejszym sposobem pomiaru jest umieszczenie masztu pomiarowego na wysokości łopaty planowanej turbiny. Wiąże się to jednak z wysokimi kosztami. Alternatywnym rozwiązaniem jest pomiar na niższych wysokościach, jednak prędkość wiatru rośnie wraz ze wzrostem wysokości nad powierzchnią ziemi. Poniższy wzór pozwala obliczyć prędkość wiatru na wysokości innej, niż wysokość, na której dokonano pomiaru (Trzmiel 2016):

$$V_1 = V_0 \left(\frac{H_1}{H_0} \right)^\alpha \quad (20)$$

gdzie: V_1 – prędkość szukana, V_0 – znana prędkość wiatru na wysokości H_0 , H_0 – wysokość, na której znana jest prędkość wiatru, H_1 – wysokość na której szukana jest prędkość wiatru, α – współczynnik potęgowy zależny od szorstkości terenu.

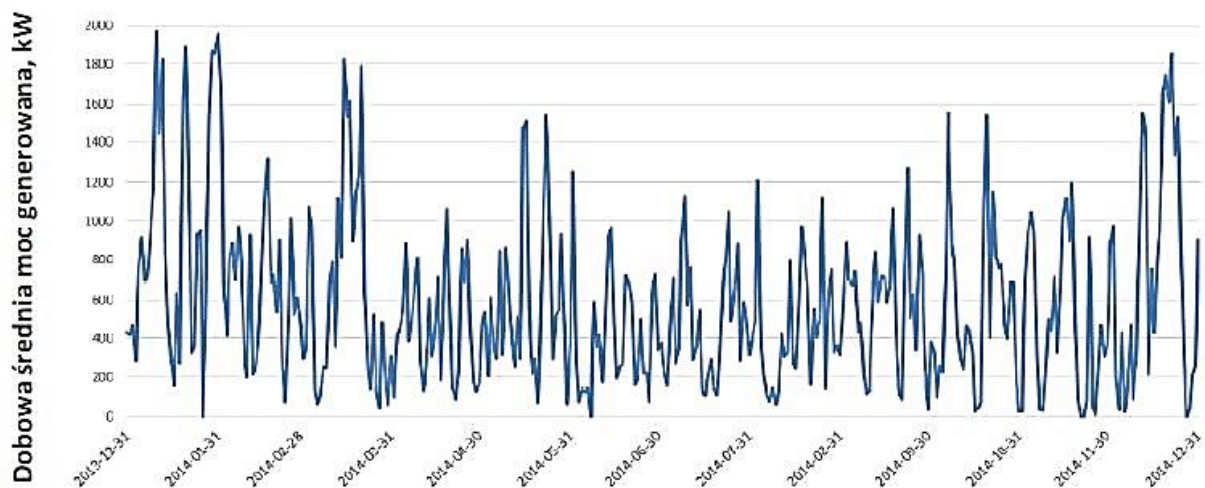
Opracowanie wyników pomiarów polega na wyznaczeniu rozkładu prawdopodobieństwa wystąpienia danej prędkości wiatru, który może być pokazany w formie graficznej w postaci histogramu.

Produkcja energii elektrycznej przez elektrownię wiatrową jest uzależniona od wielu czynników, takich jak: konstrukcja wirnika, powierzchnia omiatania wirnika, sprawność elektryczna i mechaniczna turbiny, jednak największe znaczenie mają warunki atmosferyczne, głównie prędkość wiatru. W związku z tym, że prędkość wiatru jest zmienna, elektrownie wiatrowe charakteryzują się dużą zmiennością w produkcji energii elektrycznej. Przekłada się to na krótko i długookresową zmienność generowanej mocy. Z punktu widzenia rezerw mocy w systemie elektroenergetycznym ważna jest zmienność krótkookresowa (Paska, Surma 2015). Na ryc. 40 pokazano zmienność mocy wytwarzanej przez wybraną turbinę wiatrową w okresie jednego miesiąca, natomiast na ryc. 41 średniodobową zmienność mocy generowanej w roku 2014.



Ryc. 40. Zmiany mocy czynnej (P, kW) wytwarzanej przez turbinę wiatrową w okresie jednego miesiąca

Źródło: Anuszczak i in. 2011

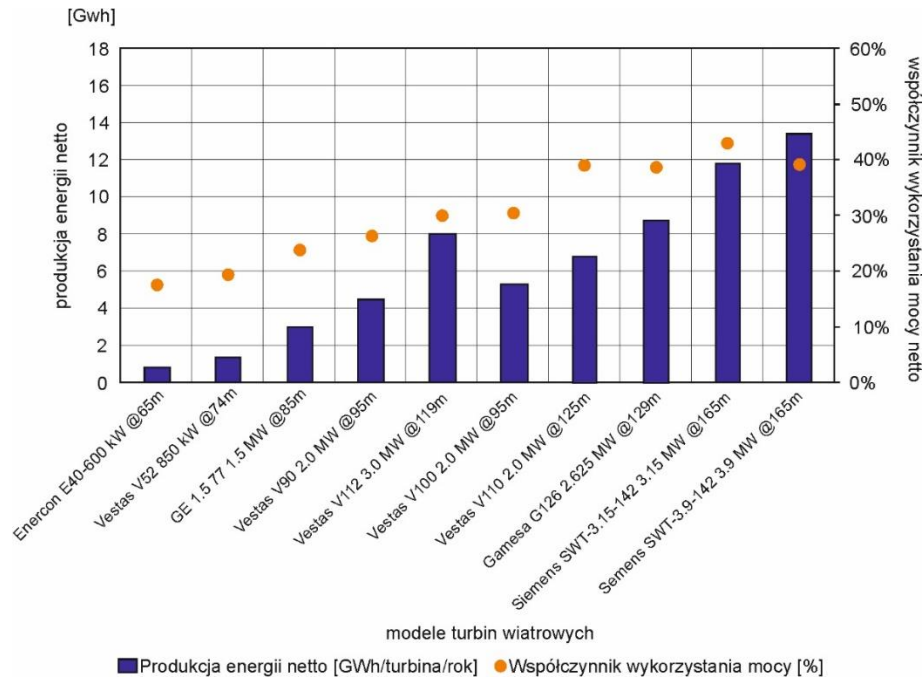


Ryc. 41. Średniodobowa moc generowana turbozespołu wiatrowego (w kW)

Źródło: Paska, Surma 2015

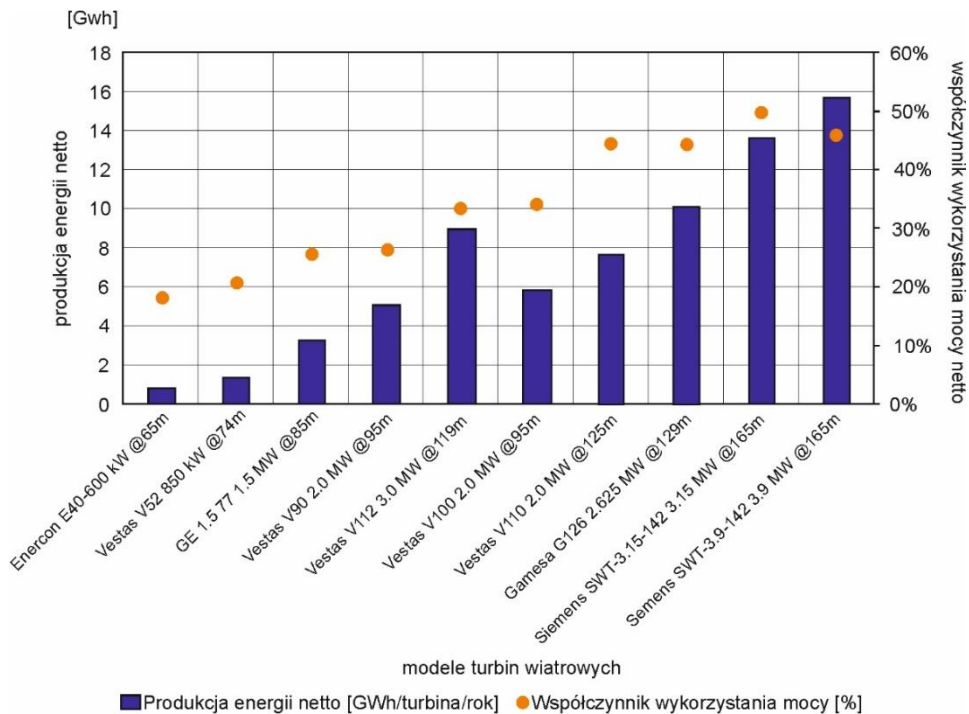
W związku ze zmiennością warunków wietrznych oraz różną budową elektrowni wiatrowych, charakteryzują się one określoną produktywnością, współczynnik wykorzystania mocy elektrowni wiatrowych wynosi zwykle 20 - 50%. Stąporek i Tausowski (2017) obliczyli spodziewaną roczną produkcję energii netto uwzględniającą typowe wartości strat dla projektów farm wiatrowych na terenie Polski. Obliczenia przeprowadzono dla dwóch testowych lokalizacji na terenie Polski, charakteryzujących się odpowiednio przeciętnymi (średnia prędkość wiatru około $6,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) i dobrymi (średnia prędkość wiatru około $7,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

warunkami wiatrowymi. Wyniki obliczeń Stąporka i Tauszowskiego (2017) przedstawiono na ryc. 42 i ryc. 43. Obie ryciny obrazują zależność między zaawansowaniem technologicznym turbin a współczynnikiem wykorzystania mocy oraz produkcją energii netto. Im nowsza turbina z większym polem omiatania wirnika, tym sprawność turbiny oraz produkcja energii jest wyższa. Najniższym współczynnikiem wykorzystania mocy charakteryzują się małe turbiny, o mocy nieprzekraczającej 1 MW. W przypadku turbin Enercon E40-600 kW o wysokości 65 m oraz Vestas V52 850 kW o wysokości 74 m, współczynnik wykorzystania mocy zarówno przy przeciętnych oraz dobrych warunkach wietrzności oscyluje w granicach 18 - 21%. Ich produktywność oszacowano odpowiednio na poziomie około 0,9 - 1 GWh/turbinę/rok i około 1,4 - 1,8 GWh/turbinę/rok. W latach 2008 - 2012 powszechnie wykorzystywana w Polsce była turbina Vestas V90 2.0 MW, posiadająca współczynnik wykorzystania mocy netto około 26,5% - 29,5%. W latach 2012 - 2015 popularne w Polsce stały się wydajniejsze modele turbin Vestas V112 3.0 MW (30.0% - 34%) oraz Vestas V100 2.0 MW (30,5% - 36%) (Stąporek, Tauszowski 2017). Najwyższą produkcją energii netto oraz najwyższym współczynnikiem wykorzystania energii netto charakteryzują się najnowsze, zarazem najwyższe turbiny z największą mocą zainstalowaną, są to turbiny Siemens SWT-3.15-142 o mocy 3,15 MW i wysokości 165 m oraz Siemens SWT-3,9-142 o mocy 3,9 MW i wysokości również 165 m. Ich produkcja energii netto to odpowiednio około 12 - 13,9 GWh/turbinę/rok oraz około 13,5 - 15,9 GWh/turbinę/rok przy współczynniku wykorzystania mocy, odpowiednio 43 - 50% oraz 39 - 46%.



Ryc. 42. Produkcja energii netto [GWh/turbina/rok] i współczynnik wykorzystania mocy netto [%] dla wybranych modeli turbin wiatrowych w lokalizacji testowej o przeciętnych warunkach wietrzności (południowo - zachodnia Polska)

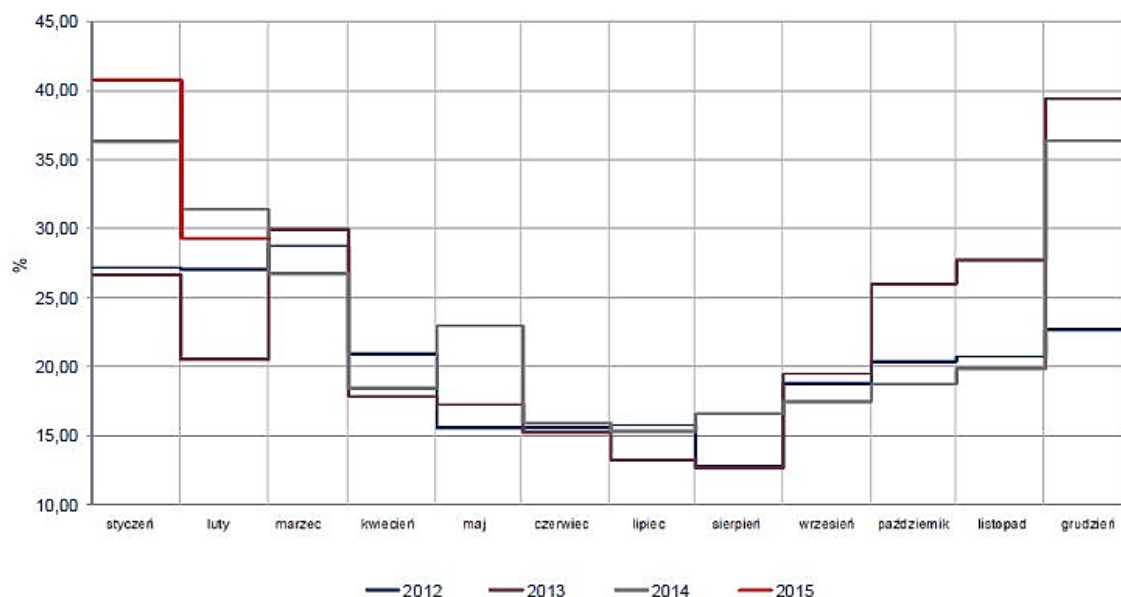
Źródło: Stąporek, Tazowski 2017



Ryc. 43. Produkcja energii netto [GWh/turbina/rok] i współczynnik wykorzystania mocy netto [%] dla wybranych modeli turbin wiatrowych w lokalizacji testowej o dobrych warunkach wietrzności (północna Polska)

Źródło: Stąporek, Tazowski 2017

Wskaźniki wykorzystywania mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych w polskim systemie elektroenergetycznym w latach 2012 - 2015 pokazano na ryc. 44. Największą sprawność elektrownie wiatrowe osiągały w miesiącach zimowych, szczególnie w grudniu oraz styczniu. W latach 2012 – 2015 najwyższą wartość osiągnięto w styczniu 2015 roku – 41%. Najmniejsze wykorzystanie mocy zainstalowanej przypadało na miesiące letnie. W czerwcu, lipcu oraz sierpniu wynosiło ono ok. 15%.



Ryc. 44. Wskaźnik wykorzystania mocy zainstalowanej (w %) elektrowni wiatrowych w polskim systemie elektroenergetycznym według kolejnych miesięcy, w latach 2012-2015

Źródło: Paska, Surma 2015

Elektrownie wiatrowe pracują jedynie w określonych zakresach prędkości wiatru. Zbyt niska prędkość nie wprawia łopat wirnika w ruch, natomiast przy zbyt dużej prędkości wiatru łopaty są hamowane, ze względu na możliwość uszkodzenia elektrowni wiatrowej. Zestawienie podstawowych parametrów dla przykładowych modeli turbin wiatrowych pokazano w tab. 14:

Tab. 14. Zestawienie podstawowych parametrów dla przykładowych modeli turbin wiatrowych

Producent, model	Wysokość wieży [m]	Prędkość wirnika [obr./min]	Minimalna prędkość wiatru [$m \cdot s^{-1}$]	Maksymalna prędkość wiatru [$m \cdot s^{-1}$]	Prędkość wiatru, dla której osiągalna jest moc nominalna [$m \cdot s^{-1}$]	Generator
Enercon E-33/330 kW	37, 40 lub 50	18,0 – 45,0	ok. 3,0	28 – 34	>13,0	prądu stałego
Enercon E-126/7,5 MW	135	5,0 – 11,7	ok. 3,0	28 – 34	>15,0	prądu stałego
Vestas V52-850 kW	44, 49, 54, 55, 65 lub 74	14,0 – 31,4	4,0	25	>16,0	asynchroniczny
Vestas V164-7,0 MW OFFshore	-	4,8 – 12,1	4,0	-	>13,0	synchroniczny

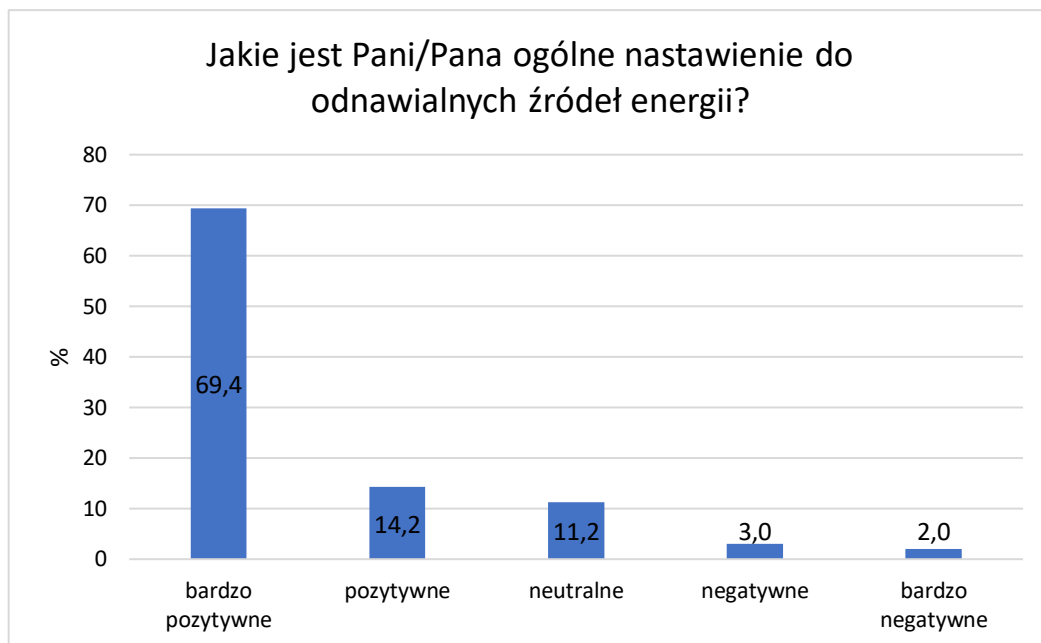
Zródło: enercon.de, vestas.com

Ważnym parametrem technicznym elektrowni wiatrowych jest również hałas generowany przez obracające się łopaty wirnika, wpływa on na komfort życia pobliskich mieszkańców. Golec i in. (2006) przeprowadzili badania pomiaru poziomu hałasu turbiny wiatrowej Vestas V80 o mocy 2 MW. Badania przeprowadzono w czterech punktach pomiarowych w farmie wiatrowej Zagórze składającej się z 15 turbin Vestas V80. Określony hałas nie przekraczał 40 dB (dopuszczalna wartość dla pory nocnej). Zatem w danych warunkach pogodowych nie stwierdzono zagrożenia hałasem dla środowiska (Golec i in. 2006). Wpływ generowanego hałasu na zdrowie człowieka szerzej omówiono w rozdziale 3.5.2.

3.5. Czynniki społeczne

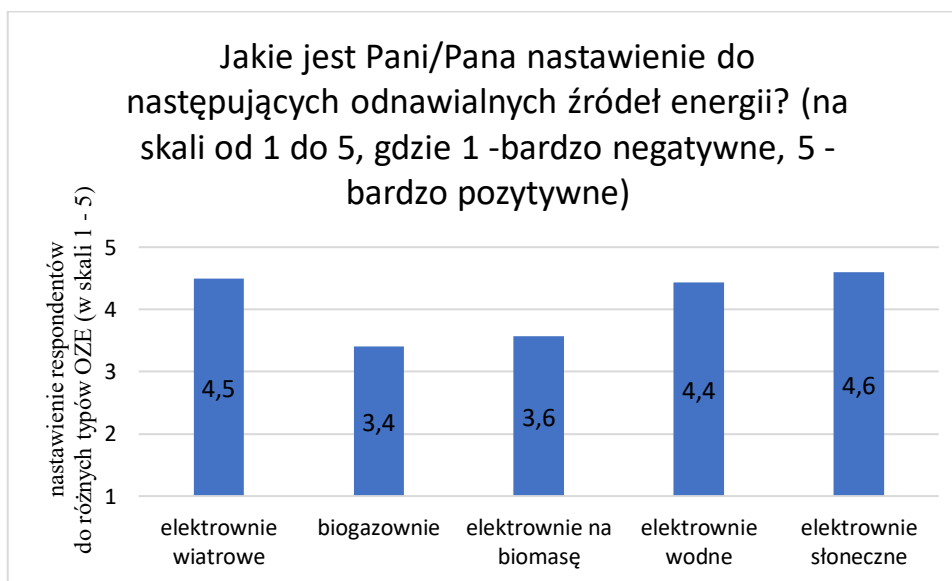
3.5.1. Społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej (na podstawie przeprowadzonej ankiety)

W celu określenia społecznego nastawienia do energetyki wiatrowej przeprowadzono ankietę oraz wykorzystano metodę wywiadu pogłębionego. W pierwszej kolejności zapytano, jakie jest ogólne nastawienie respondentów do odnawialnych źródeł energii? Wyniki pokazano na ryc. 45. Zdecydowana większość respondentów określiła swoje nastawienie do OZE jako bardzo pozytywne (69,4%). Jedynie niewielka liczba osób (5%) określiła je jako negatywne bądź bardzo negatywne. Wynika to z tego, iż odnawialne źródła energii postrzegane są jako nowe technologie stanowiące alternatywę dla tradycyjnych źródeł energii. Respondenci kojarzyli je z rozwojem, zatem wyrażali swoją pozytywną opinię. Duża część ankietowanych łączyła ponadto paliwa kopalne z wieloma problemami zasłyszczanymi w mediach. Nie zauważono związku między wiekiem, płcią, miejscem zamieszkania oraz wykształceniem respondentów, a ich nastawieniem do OZE. Wysokie ogólne poparcie dla odnawialnych źródeł energii przekładało się na pozytywne nastawienie do poszczególnych typów OZE (ryc. 46). Najwyższa średnia ocen w skali 1 (bardzo negatywne) – 5 (bardzo pozytywne) przypadła elektrowniom słonecznym (4,6), elektrowniom wiatrowym (4,5) oraz elektrowniom wodnym (4,4). Ankietowani najniżej ocenili elektrownie na biomasę (3,6) oraz biogazownie (3,4). Niskie oceny tych ostatnich wynikały w dużej mierze z braku wiedzy na temat tego typu instalacji. Ponadto część osób kojarzyła je z produkowanym nieprzyjemnym zapachem. Ogólne przychylne nastawienie do różnego rodzaju instalacji OZE świadczy o tym, iż społeczeństwo jest świadome potrzeby rozwoju sektora energetyki opartego na odnawialnych źródłach energii. Należy podkreślić, że sprzeciwy osób do planowanej inwestycji np. w elektrownię wiatrową są często nagłaśniane w mediach, podczas gdy osoby ją popierające zazwyczaj nie afiszują się ze swoim poglądem.



Ryc. 45. Nastawienie respondentów do odnawialnych źródeł energii, wyniki badania z 2018 roku

Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet

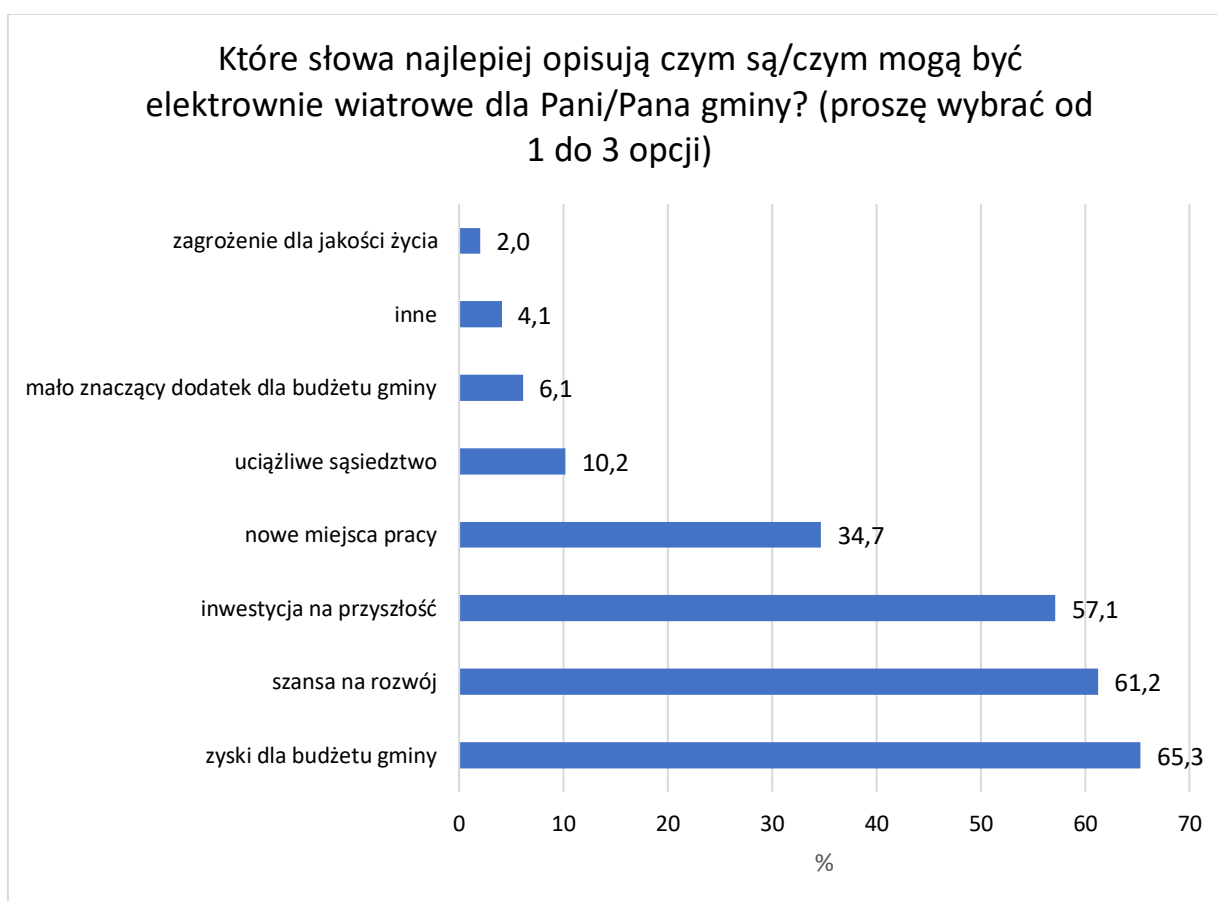


Ryc. 46. Nastawienie respondentów (w skali 1 - 5) do określonych typów OZE, wyniki badania z 2018 roku

Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet

W dalszej kolejności ankietowani zostali poproszeni o wskazanie słów, które najlepiej opisują czym są (czym mogą być) elektrownie wiatrowe dla gminy respondenta (ryc. 47). Uzyskane odpowiedzi również mają związek z ogólnym przychylnym nastawieniem badanych

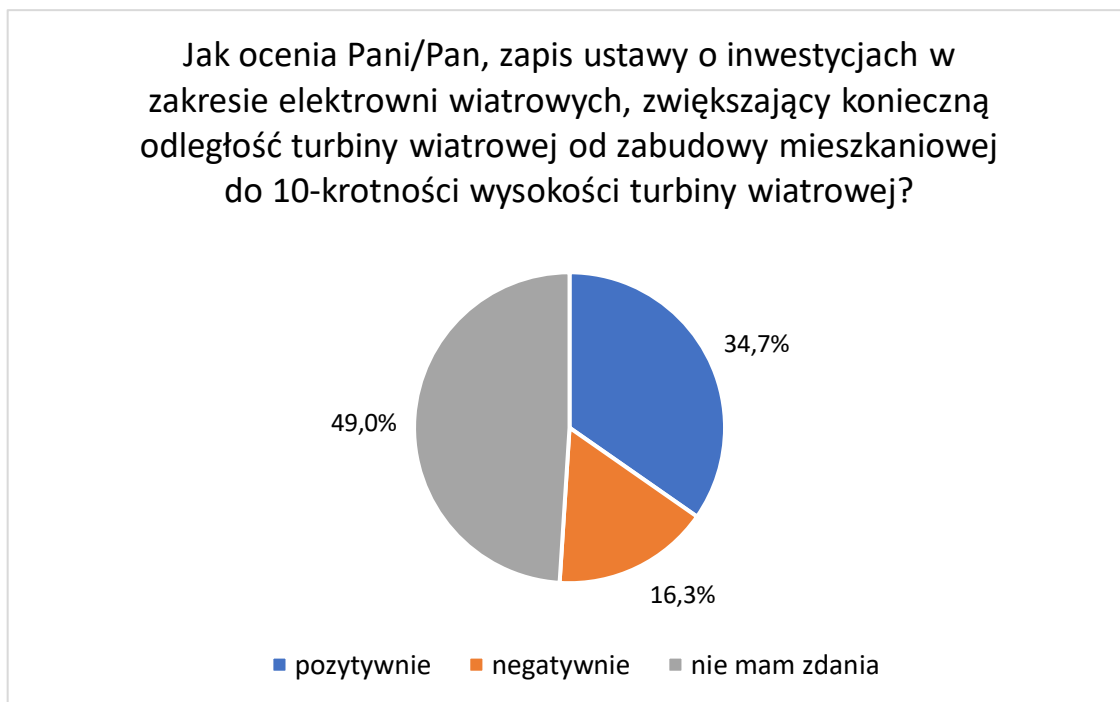
do OZE, gdyż najczęściej wskazywane były opinie pozytywne. Wśród nich były to: zyski dla budżetu gminy (65,3%), szansa na rozwój (61,2%) oraz inwestycja na przyszłość (57,1%). W dalszej kolejności respondenci uznali, że elektrownie wiatrowe związane są z nowymi miejscami pracy (34,7%). Wśród negatywnych odpowiedzi najczęściej wskazywano na uciążliwe sąsiedztwo (10,2%). 6,1% ankietowanych stwierdziło, że jest to mało znaczący dodatek do budżetu gminy, a jedynie co 50 badany określił, iż jest to zagrożenie dla jakości życia. Warto zwrócić uwagę, że wśród osób z wykształceniem wyższym, jedynie co dziesiąta osoba wskazała jedną z negatywnych opinii. Należy również nadmienić, iż respondenci zamieszkujący mniej niż 1 km od turbiny wiatrowej, częściej wskazywali na uciążliwe sąsiedztwo. Wśród tych osób 15,3% udzieliło takiej opinii. W związku z tym, im taka inwestycja znajduje się bliżej miejsca zamieszkania, tym pozytywne nastawienie ulega osłabieniu.



Ryc. 47. Określenia opisujące czym są (czym mogą być) elektrownie wiatrowe dla mieszkańców gminy, wyniki badania z 2018 roku

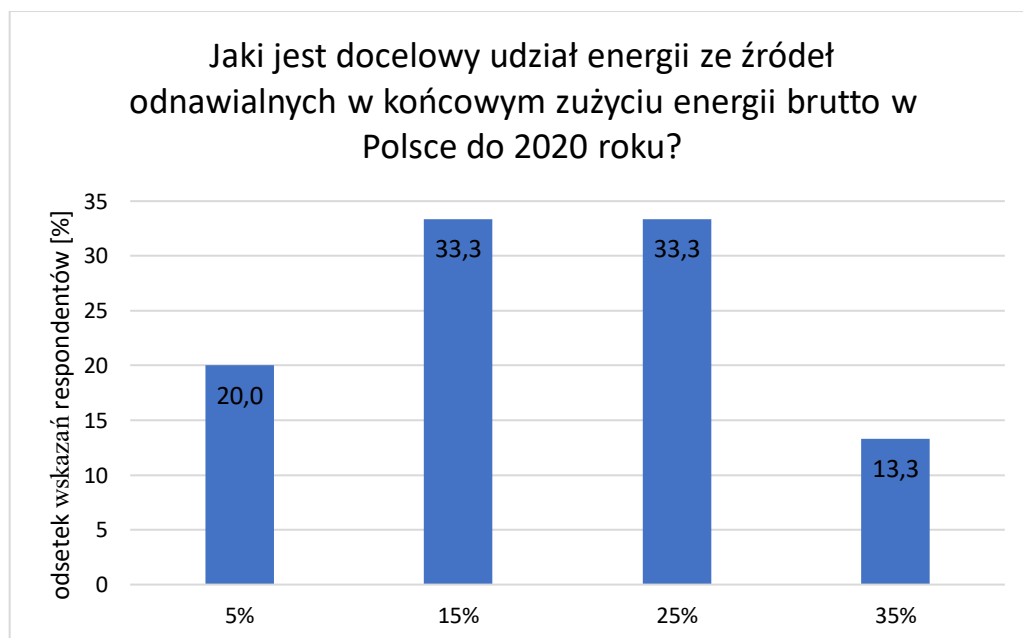
Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet

Kolejne pytania dotyczyły stanu wiedzy respondentów na temat OZE. Zapytano jak oceniają zapis ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, zwiększający konieczną odległość turbiny wiatrowej od zabudowy mieszkaniowej do 10-krotności wysokości turbiny wiatrowej (ryc. 48)? Zapis ten w znacznym stopniu ogranicza możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych, gdyż dla dużych instalacji, odległość ta może wynosić ok. 1 km. W związku z tym, iż zabudowa mieszkaniowa na obszarach wiejskich często ma charakter rozproszony, możliwości lokalizacji inwestycji znacznie się ograniczyły. Jednocześnie, odległość ta jest korzystna dla mieszkańców, gdyż w znacznym stopniu niweluje potencjalne uciążliwe sąsiedztwo elektrowni wiatrowej. Niemal połowa ankietowanych (49%) stwierdziła, iż nie ma zdania na temat przytoczonego zapisu ustawy. Może to oznaczać, że nie byli z nim zaznajomieni. Wśród pozostałych osób, większość (34,7%) uznała, iż zapis ten jest pozytywny. 16,3% oceniła go negatywnie. Należy zwrócić uwagę, iż osoby które oceniły go negatywnie mogą uważać, że zwiększenie koniecznej odległości turbiny wiatrowej od zabudowy mieszkaniowej jest niewystarczająca. Zatem odsetek osób popierających oddalenie turbin wiatrowych od zabudowy może być wyższy. Kolejnym pytaniem sprawdzającym wiedzę respondentów na temat OZE było określenie, jaki jest docelowy udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w Polsce do 2020 roku (ryc. 49)? Jak już wspomniano we wcześniejszej części pracy (rozdział 3.2.1) zgodnie z załącznikiem I dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE docelowy udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 roku dla Polski ma wynieść 15%. Ankietowani, najczęściej wskazywali na udział 15% (33,3%) oraz udział 25% (33,3%). Analizując częstości uzyskiwanych odpowiedzi, można uznać, iż wskazania respondentów miały charakter losowy. Biorąc pod uwagę uzyskane odpowiedzi na temat zapisu ustawy zwiększającego minimalną odległość turbin wiatrowych od zabudowy mieszkaniowej oraz na temat limitu udziału energii ze źródeł odnawialnych, można stwierdzić, że wiedza respondentów na temat OZE nie była duża.



Ryc. 48. Ocena zapisu ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, zwiększający konieczną odległość turbiny wiatrowej od zabudowy mieszkaniowej do 10-krotności wysokości turbiny wiatrowej przez respondentów, wyniki badania z 2018 roku

Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet



Ryc. 49. Wskazania docelowego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w Polsce do 2020 roku przez respondentów, wyniki badania z 2018 roku

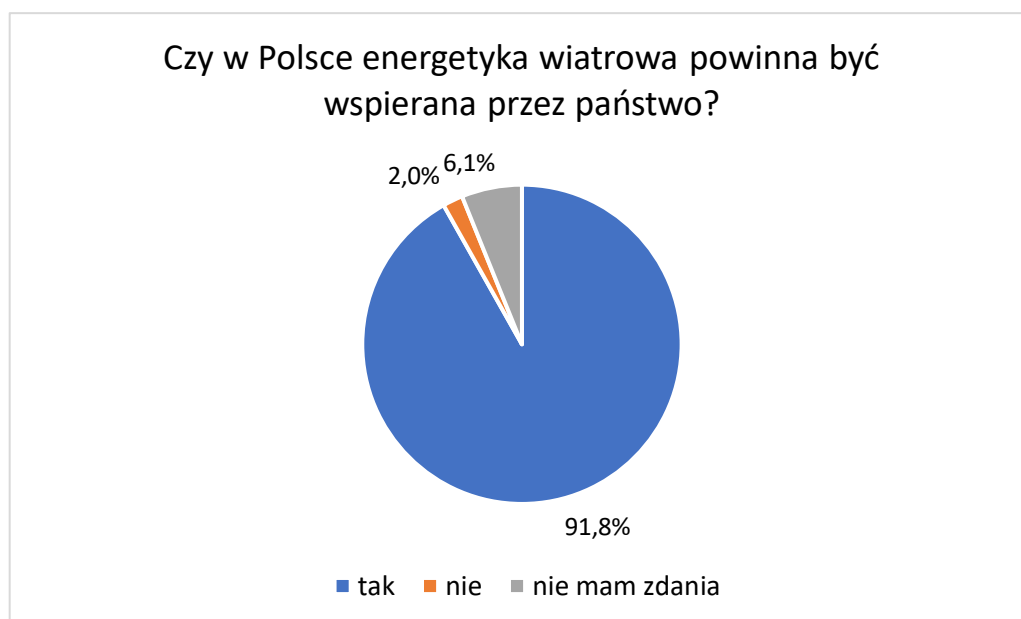
Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet

Kolejne pytania dotyczyły opinii na temat polskiej polityki energetycznej. Zapytano czy energetyka wiatrowa jest ważna dla polskiej gospodarki (ryc. 50)? Zdecydowana większość uznała, że jest ważna (71,4%). Jedynie 8,2% respondentów wyraziła przeciwną opinię. 20,4% ankietowanych nie miała zadania na ten temat. Pomimo niewielkiego udziału OZE w polskiej energetyce, zdecydowana większość respondentów uważała, że odgrywają one znaczącą rolę w gospodarce. Jeszcze większego poparcia ankietowani udzielili wspieraniu energetyki wiatrowej przez państwo (ryc. 51). Aż 91,8% badanych chciałoby, aby ten rodzaj OZE dofinansowywany był z budżetu kraju. Jedynie 2% respondentów była temu przeciwna. Można zatem jednoznacznie stwierdzić, że respondenci uważali energetykę wiatrową za ważny element gospodarki, który powinien być wspierany przez państwo. Takie stanowisko wyraziły również osoby, których nastawienie do OZE (w tym energetyki wiatrowej) było neutralne bądź negatywne.



Ryc. 50. Ocena ważności energetyki wiatrowej dla polskiej gospodarki przez respondentów, wyniki badania z 2018 roku

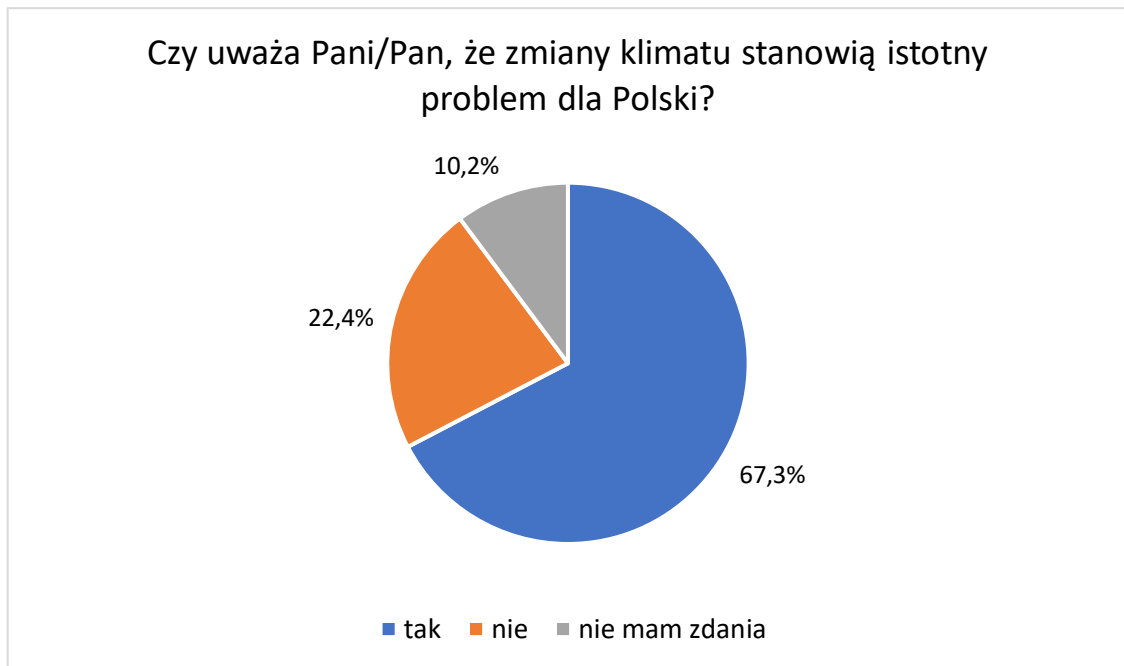
Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet



Ryc. 51. Udział (%) poparcia respondentów dla wspierania energetyki wiatrowej przez państwo, wyniki badania z 2018 roku

Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet

Następnie zapytano respondentów, czy występujące zmiany klimatu stanowią istotny problem dla Polski (ryc. 52). Większość z nich uznała, że stanowi (67,3%). 22,4% badanych była odmiennej opinii, natomiast 10,2% nie miała na ten temat zdania. Można stwierdzić, że część badanych osób nie łączyła OZE z ich korzystnym wpływem na klimat, gdyż nie wszystkie osoby, które były bardzo pozytywnie, bądź pozytywnie nastawione do takiego rodzaju pozyskiwania energii uważały, że zmiany klimatu stanowią istotny problem dla Polski. Na tego rodzaju opinie respondentów mogło wpływać przekonanie, że zmiany klimatu nie występują, bądź występują w niewielkim stopniu, nie mogącym oddziaływać na klimat Polski. Dodatkową przesłanką mogła być również opinia, że działania podejmowane w Polsce na rzecz ochrony klimatu mają małe znaczenie w skali globalnej.



Ryc. 52. Opinie respondentów na temat istotności zmian klimatu dla Polski, wyniki badania z 2018 roku

Źródło: Opracowanie własne na podst. przeprowadzonych ankiet

3.5.2. *Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka*

Farmy wiatrowe mogą oddziaływać na zdrowie człowieka poprzez generowany hałas, infradźwięki, pola elektromagnetyczne, migotanie cienia oraz poprzez ryzyko urazów mechanicznych (Pawlas i in. 2012). Abbasi in. (2016) zbadali wpływ hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe na ogólny stan zdrowia personelu farmy wiatrowej w Manjil w Iranie. Indywidualne dane o stanie zdrowia oceniano za pomocą 28-punktowego ogólnego kwestionariusza zdrowia. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów, równowartość poziomu hałasu określono na poziomie 83 dBA dla personelu zajmującego się konserwacją, 66 dBA dla personelu ochrony oraz 60 dBA dla pracowników administracyjnych. Za pomocą analizy korelacyjnej pokazano, że istnieją zależności pomiędzy określonym poziomem hałasu i wiekiem, a kwestionariuszami zdrowia pracowników ($p < 0,05$). Za pomocą wielokrotnej analizy regresji pokazano, że przy najwyższym poziomie dźwięku (83 dBA), jego negatywny wpływ na ogólny stan zdrowia, niepokój i bezsenność oraz dysfunkcje społeczne jest kilkukrotnie wyższy, niż przy poziomach 60 dBA i 66 dBA. Można zatem stwierdzić, że pracownicy, którzy byli bardziej narażeni na hałas, gorzej ocenili swój stan zdrowia.

Uciążliwości związane z hałasem turbin wiatrowych badali również Michaud i in. (2016). W analizie wzięło udział 1238 osób w wieku 18 – 79 lat, zamieszkujących w odległości

od 0,25 km do 11,22 km od turbin wiatrowych. Wykazano, że poirytowanie jest związane z głośnością dźwięku. Udział osób wysoce poirytowanych wzrósł z 2,1% do 13,7% odpowiednio dla poziomu hałasu równego 30 dB i 40-46 dB. Za pomocą analizy regresji stwierdzono jednak, że związek pomiędzy rozdrażnieniem a hałasem turbin wiatrowych jest raczej słaby ($R^2 = 9\%$). Wskaźnik ten ulegał zwiększeniu po uwzględnieniu rozdrażnienia związanego z innymi cechami, takimi jak: wizualny wpływ turbin wiatrowych, czy migające światła na gondoli. Nie wykazano związku pomiędzy hałasem turbin wiatrowych a zaburzeniami snu. W modelu równania regresji zauważono zmienne (objawy zdrowotne), które nie powinny być bezpośrednio powiązane z działaniem turbin wiatrowych. Sugeruje to, że działania (np. edukacja, konsultacje społeczne) mogą przyczynić się do zmniejszenia irytacji społeczności w stosunku do hałasu turbin wiatrowych. Zauważono również, że indywidualna korzyść była statystycznie istotna. Uznano zatem, że należało by wspierać inicjatywy, które ułatwiają bezpośrednie lub pośrednie korzyści osobiste osobom mieszkającym w pobliżu projektów związanych z energetyką wiatrową. Rozdrażnienie wśród osób, które były narażone na hałas generowany przez turbiny wiatrowe dłużej niż 1 rok, było prawie 4-krotnie wyższe, niż u osób, które słyszały go krócej niż 1 rok. Długotrwała irytacja, jako miara reakcji społeczności na hałas, jest uznawana za efekt zdrowotny wg Światowej Organizacji Zdrowia (WHO 1999, 2011) i wiąże się z innymi efektami zdrowotnymi. Negatywne następstwa zdrowotne osób narażonych na hałas potwierdziło badanie Michaud i in. (2016). Zgodnie z nim osoby, które częściej zgłaszały dużą dokuczliwość hałasu turbin wiatrowych, częściej skarżyły się na migrenę, zawroty głowy, szum w uszach, przewlekły ból. Co więcej, niska ocena jakości życia była również związana z irytacją na hałas turbin wiatrowych.

Kageyama i in. (2016) zbadali wpływ hałasu turbiny wiatrowej (WTN) na problemy ze snem oraz zdrowiem. W badaniu wzięło udział 1079 mieszkańców Japonii: 747 osób zamieszkujących 34 obszary wokół elektrowni wiatrowych (WT) oraz 332 osoby zamieszkujące 16 obszarów kontrolnych. Na obszarach WT, 82% bezsennych respondentów przypisywało swoją bezsenność WTN. Wskaźniki występowania bezsenności były szczególnie wysokie, gdy poziom narażenia na hałas przekraczał 40 dB. W przypadku hałasu o wartości 35 dB i niższej występowanie bezsenności było bardzo rzadkie. Budowa domów oraz rodzaje okien nie miały znaczącego związku z bezsennością. Biorąc pod uwagę zmienne nieakustyczne, wśród respondentów na terenach WT, 61,4% wykazywało zainteresowanie problemami środowiskowymi, 7,3% wykazywało negatywne nastawienie do wytwarzania energii elektrycznej za pomocą turbin wiatrowych, 15,8% uzyskiwało korzyści z istniejących turbin wiatrowych, 10,5% było zirytowanych wizualnym efektem farm wiatrowych, a 27,1% uważało

się za wrażliwych na hałas. Spośród tych zmiennych nieakustycznych, jedynie niedogodność wizualna korelowała dodatnio z kategoriami L_{Aeq} ³⁴. Bezsenność występowała wśród osób, które były zainteresowane problemami środowiskowymi, które czuły poirytowanie wizualnym efektem występujących turbin wiatrowych, a także tych, które określiły się jako wrażliwe na hałas. Ponadto więcej bezsennych respondentów znajdowała się w grupie wrażliwej na hałas, niż w grupie na niego niewrażliwej. Ostateczną analizę występowania bezsenności w miejscach WT przeprowadzono za pomocą analizy regresji logistycznej. Iloraz szans (ang. odds ratio, OR) bezsenności był znacznie wyższy, gdy poziom narażenia na hałas przekraczał 40 dB. Określona wrażliwość na hałas oraz wizualna irytacja turbinami wiatrowymi również były niezależnie związane z bezsennością. Zły stan zdrowia nie był istotnie powiązany z ekspozycją na hałas, ale był znaczący z punktu widzenia wrażliwości na niego i wizualnym rozdrażnieniem turbinami wiatrowymi.

Crichton i Petrie (2015) zbadali wpływ infradźwięków generowanych przez farmy wiatrowe na zdrowie człowieka. Zauważono, iż brak jest empirycznych dowodów na związek przyczynowo – skutkowy pomiędzy ekspozycją na infradźwięki a objawami zdrowotnymi. Założono, że występujące objawy można tłumaczyć reakcją nocebo³⁵. Efekt ten może powstawać w wyniku dyskursu społecznego i doniesień medialnych. W badaniu wzięło udział 66 osób, które zostały podzielone na dwie grupy. Uczestnicy byli równocześnie wystawieni na działanie infradźwięków oraz dźwięku słyszalnego farmy wiatrowej. Jednocześnie zgłaszali aktualne objawy oraz określali swój nastrój. Przed pierwszą ekspozycją na dźwięki, badani oglądali prezentację przedstawiającą ostrzeżenia mediów o rzekomych zagrożeniach dla zdrowia stwarzanych przez infradźwięki generowane przez elektrownie wiatrowe. Przed drugą ekspozycją, grupa pierwsza oglądała materiały opisujące, w jaki sposób reakcja nocebo może wyjaśniać zgłaszane objawy. Natomiast grupa druga oglądała materiały prezentujące patofizjologiczne teorie objawów wynikających z działania infradźwięków. Podczas pierwszej sesji, uczestnicy zgłaszali nasilenie negatywnych objawów i pogorszenie nastroju w stosunku do oceny wyjściowej. Po drugiej sesji, grupa druga podtrzymała negatywne symptomy, natomiast grupa, której wyjaśniono symptom nocebo, powróciła do określonego stanu wyjściowego. W związku z tym można uznać, że wyjaśnienie reakcji nocebo może potencjalnie działać jako interwencja w celu zmniejszania symptomatycznych doświadczeń u osób

³⁴ L_{Aeq} – „równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową A, in. równoważny poziom dźwięku A” (Kirpluk 2012)

³⁵ „Efektem nocebo nazywane są przypadki pogorszenia się funkcjonowania pacjenta po zastosowaniu placebo” (Bąbel 2006)

zgłaszających objawy przypisywane działaniom infradźwięków wytwarzanych przez farmy wiatrowe.

Brak negatywnych efektów działania infradźwięków wytwarzanych przez elektrownie wiatrowe na zdrowie człowieka oraz występowanie efektu nocebo potwierdziły również badania wykonane przez Tonin'a i in. (2016). Badani poddawani byli infradźwiękom oraz brakiem dźwięków (szumem falowym). Uczestnicy nie wiedzieli o rodzaju słyszanego przez siebie dźwięku. Jednocześnie za pomocą odpowiedniego wideo manipulowano ich oczekiwaniami. Połowa badanych na podstawie przedstawionego wideo miała wysokie oczekiwania szkodliwości infradźwięków, natomiast druga połowa – niskie. Na podstawie przeprowadzonego badania można stwierdzić, że na objawy zdrowotne uczestników wpływ miały stany o wysokim oraz niskim oczekiwaniu negatywnego oddziaływania infradźwięków. Symulowany infradźwięk nie miał statystycznie istotnego znaczenia na objawy zdrowotne. Wspiera to hipotezę efektu nocebo.

Wpływ oddziaływania elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka poprzez generowany hałas, w tym infradźwięki, został obszernie przebadany w literaturze naukowej. Na podstawie piśmiennictwa należy uznać, że generowany hałas przez elektrownie wiatrowe może powodować uciążliwości, które mogą wpływać na stan zdrowia. Jednak nie ma wyników badań, które udowadniają, że hałas generowany przez turbiny wiatrowe oraz hałas środowiskowy pochodzący z innych źródeł, powodują odmienne fizjologiczne skutki zdrowotne (Pawlas i in. 2012). Ponadto generowane infradźwięki nie wpływają negatywnie na zdrowie człowieka.

Farmy wiatrowe mogą również oddziaływać na zdrowie człowieka poprzez generowane pole elektromagnetyczne. Są one „emitowane przez wszystkie urządzenia, przez które przepływa prąd. Pola elektromagnetyczne są generowane przez elementy elektrowni wiatrowej i infrastrukturę związaną z przesyłem prądu przez nie wytwarzaną” (Pawlas i in. 2012). Do badania ich zaburzeń w turboszespołach wiatrowych wykorzystywana jest norma PN-EN 61400-21. „W rozdziale dotyczącym procedur pomiarowych norma PN-EN 61400-21 określa warunki badań, w sposób ogólny charakteryzuje układy pomiarowe oraz podaje pewne zalecenia dotyczące postępowania przy pomiarach i obliczeniach poszczególnych parametrów” (Kurtynik i in. 2014). Badania Kurtynika i in. (2014) wykazały, że istnieje korelacja pomiędzy poziomami rejestrowanych zaburzeń elektromagnetycznych a nieprawidłowościami występującymi w pracy urządzeń wytwarzających energię elektryczną z energii wiatru. Nie mają one jednak wpływu na zdrowie człowieka, gdyż urządzenia generujące fale elektromagnetyczne znajdują się wewnątrz gondoli i są zamknięte w przestrzeni otoczonej

metalowym przewodnikiem o właściwościach ekranujących, co w konsekwencji powoduje brak efektywnego wpływu elektrowni wiatrowej na kształt klimatu elektromagnetycznego środowiska (Pawlas i in. 2012). Badania przeprowadzone przez m. in. Australian Wind Energy Association (2004), Windrush Energy (2004), Colby i in. (2009) wskazują, że pola elektromagnetyczne powstające przy produkcji energii elektrycznej przez elektrownie wiatrowe oraz przy jej przesyłaniu nie stanowią zagrożenia dla zdrowia człowieka.

Ruchome łopaty turbiny wiatrowej mogą rzucać cień w miejscach położonych w pewnej odległości od turbiny. Zjawisko rzucania ruchomych cieni nazywane jest migotaniem cienia (ang. shadow flicker). Obszar, na którym występuje to zjawisko, zależy od pory roku i dnia oraz właściwości fizycznych turbiny wiatrowej. Migotanie cienia zwykle występuje podczas niskiego kąta padania promieni słonecznych - zazwyczaj podczas wschodu i zachodu słońca. Jednak, gdy kąt słońca staje się bardzo niski (mniej niż 3°), światło staje się zbyt rozproszone, aby utworzyć spójny cień (Shadow Flicker Impact... 2010). To, czy migotanie cienia jest uciążliwe, zależy od odległości obserwatora od turbiny, orientacji drzwi i okien mieszkania względem turbiny, częstotliwości migotania i czasu jego trwania. Częstotliwość migotania zależy od szybkości rotacji i liczby łopat wirnika (Derrick 2008). Zaleca się, aby częstotliwość krytyczna nie przekraczała 2,5 Hz, co w przypadku turbiny z trzema łopatami jest równoważne prędkości obrotowej 50 obr./min (Clarke 1991, Derrick 2008). W badaniu psychologicznym Pohl'a i in. (1999) stwierdzono, że efekt migotania cienia nie stanowił istotnego zagrożenia dla zdrowia, jednak w określonych warunkach skutki tego zjawiska mogą spełniać kryteria znacznej uciążliwości. Pokazuje to potrzebę ograniczenia oddziaływania tego zjawiska tam, gdzie to możliwe. Problemy z migotaniem cienia wytwarzanym przez elektrownie wiatrowe są rozwiązywane za pomocą systemów wyłączania turbin, które są standardowym podejściem do łagodzenia negatywnych skutków przyjętym w całej Europie (Update of UK Shadow... 2011). Efekt migotania cienia może powodować wywołanie ataków epileptycznych u osób chorych na epilepsję (epilepsję światłoczułą, ang. photosensitive epilepsy). Harding i in. (2008) wyznaczyli granicę odległości, przy której migotanie cienia może wywołać drgawki. Dla łopaty wirnika o szerokości 1 m odległość ta wynosi 1,14 km. Według tego badania, potencjalne ryzyko wywołania drgawek następuje przy częstotliwościach większych niż 3 Hz. Poniżej 3 Hz ryzyko wywołania ataku powinno wynosić 1,7 na 100 000 osób z epilepsją światłoczułą. Zatem w celu zmniejszenia ryzyka wywołania drgawek, prędkość obrotowa turbin z trzema łopatami nie powinna przekraczać 60 obr./min – co jest częstą praktyką w przypadku dużych farm wiatrowych. Ponadto stwierdzono, że ryzyko ataku nie zmniejsza się znacząco, dopóki odległość nie przekroczy 100-krotności wysokości piasty.

Smedley i in. (2010) określili potencjalne ryzyko wywołania napadów padaczkowych spowodowane migotaniem cienia turbiny wiatrowej w różnych warunkach meteorologicznych. Było to rozszerzenie badania Harding'a i in. (2008) o uwzględnienie tłumienia światła słonecznego przez atmosferę. Wykazano, że w warunkach, w których obserwatorzy patrzą w kierunku horyzontu z otwartymi oczami, będąc bliżej niż 1,2 całkowitej wysokości turbiny wiatrowej na lądzie oraz 2,8 całkowitej wysokości turbiny wiatrowej na morzu, istnieje ryzyko wywołania napadu padaczkowego. W przypadku, gdy obserwatorzy patrzą na ziemię, gdzie rzucający jest cień łopaty, ryzyko napadu występuje tylko wtedy, gdy odległość ta wynosi mniej niż 36 razy szerokość łopaty turbiny. Jeśli obserwator patrzy na horyzont i zamyka oczy, wielkość bodźca i współczynnik kontrastu są epileptogenne dla kąta padania promieni słonecznych wynoszących w przybliżeniu 5°. Stwierdzono, że duże turbiny wiatrowe obracają się z prędkością poniżej tej, przy której migotanie cienia może stanowić ryzyko wywołania napadu padaczkowego. Istnieje jednak ryzyko, że mniejsze turbiny wiatrowe mogą przerywać padanie promieni słonecznych ponad trzy razy na sekundę, co może powodować atak epilepsji. Wykazano ponadto, że ryzyko napadu jest minimalne przy odległości większej niż 9 razy maksymalna wysokość osiągnięta przez łopatę turbiny od obserwatora.

Na podstawie przeprowadzonych badań można uznać, że ryzyko ataków epileptycznych wywołanych przez duże turbiny wiatrowe jest minimalne. U większości osób reakcja ze strony organizmu pojawia się przy częstotliwościach rzędu 16 – 25 Hz (najczęściej stosowana częstotliwość w badaniach stymulacją światłem napadów foto-epileptycznych wynosi 3–30 Hz). Zatem duże turbiny wiatrowe powodujące częstotliwości migotania cienia poniżej 2 Hz (od 0,5 do 1,1, Hz) nie stanowią zagrożenia wywołania napadów u chorych na epilepsję światłoczułą (Pawlas i in. 2012).

Oddziaływanie turbin wiatrowych na zdrowie człowieka może odbywać się również poprzez ryzyko urazów mechanicznych. Mogą one występować podczas mroźnych dni za sprawą zrzutów lodu osadzającego się na łopatach turbiny. Prędkość liniowa końców śmigieł, która zależna jest od ich rozmiarów i prędkości obrotowej, znacznie przekracza 100 km/godz. Zatem siła powodująca rozrzut lodu jest duża (Pawlas i in. 2012). Powstające oblodzenia łopat turbin wiatrowych są poważnym problemem, gdyż są zagrożeniem dla bezpieczeństwa społeczeństwa oraz zmniejszają produkcję energii. Szacuje się, że straty w produkcji energii na obszarach silnie lub bardzo silnie narażonych na oblodzenia mieszczą się w przedziale 20% – 50% rocznej produkcji energii przez elektrownie wiatrowe (Wind energy production... 1998). W raporcie „Wind energy production...” (1998) zalecono, aby w miejscach o wysokim prawdopodobieństwie oblodzenia, odległość pomiędzy turbiną wiatrową a najbliższymi

obiektami wynosiła 1,5 całkowitej wysokości turbiny wiatrowej, gdyż na tym obszarze może dochodzić do rozrzutu lodu. Obecnie ryzyko związane ze zrzutami lodu jest pomijane za sprawą sensorów, które zatrzymują działanie turbiny w sytuacji oblodzenia (Pawlas i in. 2012).

3.6. Identyfikacja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych według grup czynników twardych i miękkich oraz ich zmienności w czasie (stabilności)

Poza zidentyfikowanymi i opisanymi czynnikami lokalizacji elektrowni wiatrowych, należy ponadto wymienić czynnik: nastawienie władz samorządowych do inwestora. Nastawienie władz samorządowych do inwestora może być pozytywne bądź negatywne i decyduje ono o tym, czy elektrownia wiatrowa powstanie w danej gminie. Powodem decyzji negatywnej może być konieczność zmiany założeń zagospodarowania przestrzennego (dokumentacji planistycznej) oraz ryzyko sprzeciwu społeczności lokalnej, natomiast decyzji pozytywnej – możliwe do uzyskania przychody z podatków. Ponadto mogą występować przesłanki czysto personalne. Występowanie tych ostatnich może być powiązane z występowaniem nadużyć, które według raportu NIK (2014) w przypadku lądowych farm wiatrowych miały miejsce.

Zgodnie z definicją przyjętą przez autora niniejszej pracy, zidentyfikowane czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce należy podzielić na takie, które wpływają na lokalizację elektrowni bezpośrednio oraz takie, które wpływają na nią pośrednio. Ponadto część z nich jest dobrze mierzalna, część natomiast jest słabo mierzalna. W związku z tym, na podstawie podziału zaproponowanego przez Grabow, Henckela, Hollbach-Grömiga (1995) wyróżniono czynniki twarde oraz miękkie (ryc. 53). Do czynników twardych zakwalifikowano: krajowe normy prawne, finansowe instrumenty wsparcia energetyki wiatrowej oraz warunki wietrzne. Wszystkie z wymienionych są bardzo dobrze mierzalne oraz bezpośrednio wpływają na lokalizację elektrowni wiatrowych. Krajowe normy prawne szczegółowo określają zasady funkcjonowania i lokalizacji elektrowni wiatrowych. Warunki wietrzne decydują o rentowności funkcjonowania elektrowni oraz wpływają na wybór konkretnych wariantów lokalizacyjnych. Finansowe instrumenty wsparcia decydują o ogólnej opłacalności działalności elektrowni wiatrowych w kraju. Do czynników miękkich – pośrednich i dobrze mierzalnych zaliczono: prawo unijne, krajowe dokumenty strategiczne, czynniki techniczne, globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej oraz oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę Polski. Prawo unijne oraz krajowe dokumenty strategiczne wyznaczają ogólne ramy oraz kierunki działań dla sektora odnawialnych źródeł energii. Czynniki techniczne

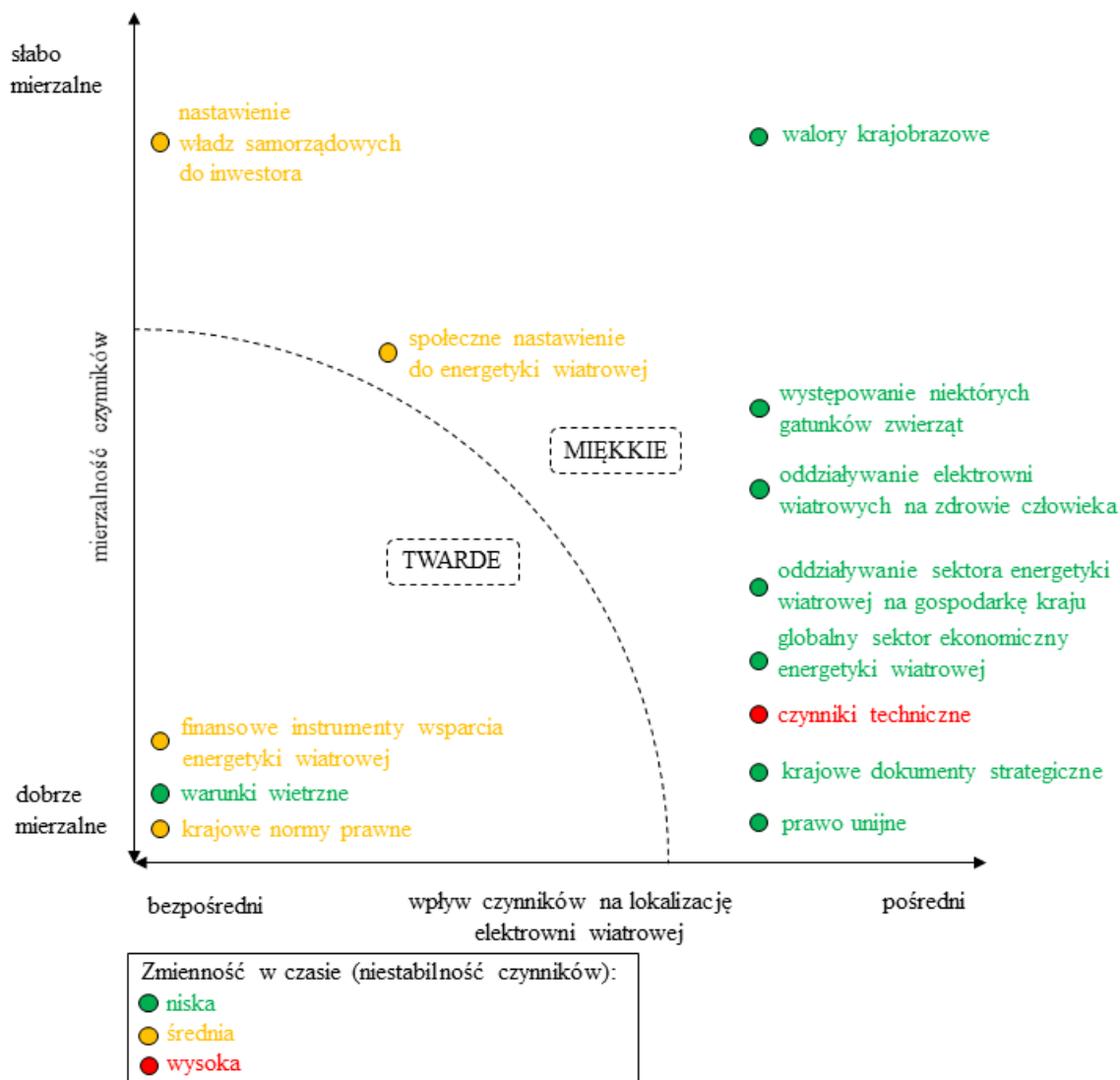
związane są przede wszystkim ze specyfikacją techniczną turbin wpływającą na ich wydajność oraz sposobami przyłączenia instalacji do sieci elektroenergetycznej. Globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej związany jest z występującymi ponadnarodowymi trendami. W przypadku rozwoju globalnego sektora energetyki wiatrowej następuje wzrost produkcji turbin, zwiększa się nakłady na działalność badawczo-rozwojową, a związku z tym, rozwój technologii przyczynia się do spadków uśrednionych kosztów produkcji energii. Oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę kraju odbywa się na wielu płaszczyznach, w tym m.in. oświaty. W kraju występują szkoły, w których przekazywana jest wiedza z zakresu odnawialnych źródeł energii, co przyczynia się do tworzenia odpowiednio wykwalifikowanej kadry pracowniczej. Istotna jest również krajowa produkcja urządzeń, w tym turbin wiatrowych. Dobrze rozwinięta produkcja w tym sektorze znacznie zmniejszałaby koszty transportu. Pośredni, jednak nieco mniej mierzalny wpływ na lokalizację elektrowni wiatrowych ma ich oddziaływanie na faunę oraz zdrowie człowieka. Mniejsza mierzalność wynika z występujących rozbieżności wyników badań przedstawianych w literaturze. Niemniej, zsyntezowane dane sugerują występowanie negatywnego oddziaływania na faunę oraz występowanie uciążliwości, które mogą wpływać na stan zdrowia człowieka. Jako czynnik pośredni, słabo mierzalny wyszczególniono walory krajobrazowe. Jest on istotny przede wszystkim z punktu widzenia społeczeństwa. Przeprowadzane są analizy i formułowane zalecenia dotyczące oddziaływania farm wiatrowych na krajobraz, jednak należy uznać, iż taka ocena jest w dużej mierze subiektywna. Społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej uznano za czynnik bardziej bezpośredni niż pośredni. Wynika to z faktu, iż lokalna społeczność może przeciwstawić się lokalizacji elektrowni wiatrowej. Czynnik ten jest słabo mierzalny, gdyż opinia społeczna może się zmieniać w czasie w wyniku działań informacyjnych. Za czynnik bardzo słabo mierzalny uznano nastawienie władz samorządowych do inwestora. Ma on jednak wymiar bezpośredni, gdyż przychylnie nastawienie władz samorządowych w dużej mierze decyduje o lokalizacji elektrowni wiatrowej.

Ponadto zidentyfikowane czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych charakteryzują się pewną zmiennością w czasie, a co za tym idzie określoną stabilnością. Do czynników o niskiej zmienności w czasie zaliczono: warunki wietrzne, walory krajobrazowe, występowanie niektórych gatunków zwierząt, oddziaływanie elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka, oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę kraju, globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej, krajowe dokumenty strategiczne, prawo unijne. Zachodzące zmiany klimatyczne są zjawiskiem długofalowym, zatem występujące warunki wietrzne są względnie stałe. Pomimo, iż prędkości wiatru, zarówno chwilowe, dobowe, sezonowe, jak i wieloletnie są

zmiennie, oscylują wokół pewnych wartości na danym terenie. W związku z tym, na podstawie pomiarów możliwe jest oszacowanie przyszłych rocznych jak i sezonowych prędkości wiatru w danym miejscu. Należy zatem uznać, iż określone na podstawie wieloletnich i znormalizowanych pomiarów strefy energetyczne wiatru w Polsce są względnie stałe w czasie. Elektrownie wiatrowe oddziałują na wizualną percepcję krajobrazu. Jego postrzeganie ma charakter subiektywny, lecz zazwyczaj stały, gdyż raz przyjęta ocena konkretnego krajobrazu rzadko ulega zmianie. W okresie funkcjonowania elektrowni wiatrowej, obiektywnie jej wizualne oddziaływanie na krajobraz się nie zmienia. Również obiektywne oddziaływanie elektrowni wiatrowej na zdrowie człowieka i faunę w okresie jej funkcjonowania nie będzie ulegało zmianom. Modyfikacje są możliwe w długim okresie czasu, w przypadku zastąpienia wyeksploatowanej turbiny inną, o odmiennych parametrach technicznych. Oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę kraju uznano za czynnik o niskiej zmienności, gdyż przemiany gospodarcze odbywają się w długich okresach czasu. Globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej, podobnie jak sektor krajowy, ulega długookresowym zmianom. Należy zwrócić uwagę, iż na światowy rozwój sektora energetyki wiatrowej ma wpływ przede wszystkim niewielka liczba krajów, w których zmiany w sektorze są dynamiczne. W pozostałych krajach, zmiany w sektorze energetyki wiatrowej są niewielkie. Odpowiednie dokumenty i akty normatywne formułowane przez Unię Europejską, jak i krajowe dokumenty strategiczne dotyczące energetyki wiatrowej, należy określić jako stabilne, gdyż ich ramy określają okres wielu lat (przeważnie od ok. 10 do ok. 20 lat). Do czynników o średniej zmienności w czasie zaliczono: nastawienie władz samorządowych do inwestora, społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej, finansowe instrumenty wsparcia energetyki wiatrowej, krajowe normy prawne. Raz określone nastawienie władz samorządowych do inwestora należy uznać za względnie stałe, jednak co pięć lat następują wybory, w wyniku których może zmienić się skład personalny władz samorządowych, a co za tym idzie, nastawienie do inwestora może ulec zmianie. Ponadto na zmianę nastawienia, a tym samym decyzji w stosunku do inwestycji w trakcie odbywania kadencji, może mieć wpływ społeczność lokalna lub czynniki ogólnokrajowe (w tym akty normatywne) decydujące o wzroście popularności tego typu instalacji. Społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej również jest względnie stałe. Jednak może się ono zmieniać m.in. w wyniku działań informacyjnych. Do czynników o średniej zmienności w czasie zaliczono również finansowe instrumenty wsparcia energetyki wiatrowej oraz krajowe normy prawne. Globalna polityka promująca odnawialne źródła energii oraz występujące trendy spowodowały konieczność regulacji prawnej aspektu energetyki wiatrowej w Polsce. Najważniejsze ustawy dotyczące energetyki wiatrowej (ustawa

o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz ustawa o odnawialnych źródłach energii) powstały stosunkowo późno (2016 i 2015 r.), gdy łączna moc zainstalowana elektrowni wiatrowych przekraczała już 4500 MW. W związku z tym, iż jest to sektor nowych technologii, dynamicznie się rozwijający, można spodziewać się, iż obowiązujące ustawy mogą ulegać modyfikacjom. Wraz ze zmianami ustawowymi zmienił się również krajowy finansowy system wsparcia energetyki wiatrowej. Obecny – system aukcyjny – funkcjonuje od 2016 r. W związku ze zmianami zachodzącymi w gospodarce oraz ze wzrostem wydajności nowo produkowanych turbin wiatrowych jest możliwe, iż w przyszłości będą ogłaszane aukcje dedykowane dużym elektrowniom wiatrowym. Ponadto bezpośrednimi formami wsparcia ekonomicznego energetyki wiatrowej są również fundusze europejskie, które również ulegają okresowym zmianom, gdyż określane są raz na kilka lat. Należy również podkreślić, iż w związku z wyborami parlamentarnymi może zmienić się skład rządu, a co za tym idzie, polityka dotycząca energetyki wiatrowej również może ulec zmianie. Zmienność w czasie czynników technicznych uznano za wysoką. Niewątpliwie zmiany parametrów technicznych, a tym samym wydajność najpopularniejszych elektrowni wiatrowych typu HAWT (z poziomą osią obrotu) są wysokie (w latach 1990 – 2005 moc turbin podwajała się co 5 lat). Również rozwój magazynów energii, mogących znacznie usprawnić działalność elektrowni wiatrowych można uznać za dynamiczny. Jednak rozwój elektrowni typu VAWT (z pionową osią obrotu) nie jest już tak prężny. Należy zwrócić uwagę, że wzrost wydajności turbin zależy przede wszystkim od wzrostu ich wielkości. Brak jest przełomów technologicznych niwelujących tę tendencję. Trzeba podkreślić, iż wysoka zmienność w czasie czynników technicznych powoduje ich niestabilność. Zainstalowana turbina wiatrowa w ciągu kilku lat może okazać się przestarzała. Jednak tę niestabilność³⁶ należy rozumieć w pozytywnym sensie – szybko zachodzących zmian powodujących rozwój.

³⁶ Zgodnie z SJP: niestabilny - charakteryzujący się brakiem stabilizacji, zmieniający się



Ryc. 53. Twarde i miękkie czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych oraz ich zmienność w czasie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Grabow, Henckel, Hollbach-Grömig, 1995

Część ze zidentyfikowanych czynników ma charakter ogólnokrajowy, część natomiast jest zróżnicowana przestrzennie. Tym drugim czynnikiem, mierzalnym, wpływającym bezpośrednio na lokalizację elektrowni wiatrowych, o niskiej zmienności w czasie poświęcona jest szczegółowa analiza empiryczna zawarta w rozdziale 4.

4. Hierarchizacja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych

4.1. Charakterystyka wybranych cech

Jak już wspomniano, czynniki (lokalizacji) charakteryzujące jednostki statystyczne (gminy), podczas przeprowadzania operacji arytmetycznych nazywane były cechami. Cechy zróżnicowane przestrzennie, mierzalne, wpływające bezpośrednio na lokalizację elektrowni wiatrowych, o niskiej zmienności w czasie poddano analizie empirycznej. W pierwszej kolejności określono, w jakim stopniu wpływały one na lokalizację elektrowni wiatrowych w gminach Polsce. Następnie posłużyły one do konstrukcji wskaźnika atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Należy podkreślić znaczenie ukształtowania terenu przy wyborze lokalizacji dla elektrowni wiatrowych. Ukształtowanie terenu nieznacznie wpływa na samą możliwość lokalizacji (z wyłączeniem terenów górskich), natomiast znacznie na lokalne warunki wietrzne. Uznano zatem, iż czynnik ten powinien być analizowany w ramach warunków wietrznych, poprzez dokonywanie pomiarów wietrzności w danej szczegółowej lokalizacji. Nie dokonując pomiarów, nie zawsze można jednoznacznie stwierdzić, czy na terenie płaskim występują lepsze warunki energetyczne wiatru niż na terenie pofalowanym. Wiatr napotykający barierę np. orograficzną może opływać ją bokiem, słabnąć przed przeszkodą, wzmagając się z jej boków i słabnąć za nią lub opływać nad nią, słabnąć przed przeszkodą, wzmagając się za nią. Niemniej należy uznać, iż na szczytach wzniesień przeważnie występują korzystniejsze warunki energetyczne wiatru niż u ich podnóży. Natomiast wklęsłe formy terenu mogą powodować występowanie naturalnych tuneli dla przemieszczających się mas powietrza. W związku z powyższym, formy ukształtowania terenu w niniejszej pracy nie będą analizowane. Należy również podkreślić, iż określone warunki wietrzne stanowią w dużej mierze jedynie informację orientacyjną ze względu na stosunkowo niewielką liczbę stacji pomiarowych. Cechy dotyczące atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych oraz ich powiązanie z określoną grupą dziedzinową przedstawiono w tab. 15. Są to cechy związane z warunkami wietrznymi, ze strukturą użytkowania terenu, strukturą agrarną, obszarami cennymi przyrodniczo oraz infrastrukturą techniczną.

Tab. 15. Powiązanie cech wpływających na lokalizację elektrowni wiatrowych z określonymi grupami dziedzinowymi czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych

Cechy określające czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych:	Czynniki przyrodnicze	Czynniki prawne	Czynniki ekonomiczne	Czynniki techniczne	Czynniki społeczne
Moc wiatru na terenach otwartych (x_2)	x				

Struktura osadnicza	Gęstość zaludnienia (x ₃)					
	Liczba budynków mieszkalnych na 1 km ² (x ₄)					
	Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej (x ₅)		x			x
	Grunty zabudowane i zurbanizowane (x ₆)					
	Tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne (x ₇)					
	Udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych (x ₈)					
Struktura użytkowania terenu	Użytki rolne (x ₉)					
	Grunty pod wodami (x ₁₀)	x				
	Grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione (x ₁₁)					
Struktura agrarna	Powierzchnia działek rolnych do 1 ha włącznie (x ₁₂)					
	Powierzchnia gospodarstw rolnych 1 – 15 ha (x ₁₃)					
	Powierzchnia gospodarstw rolnych 15 ha i więcej (x ₁₄)			x	x	
	Liczba działek rolnych do 1 ha włącznie (x ₁₅)					
	Liczba gospodarstw rolnych 1 – 15 ha (x ₁₆)					
	Liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej (x ₁₇)					
Obszary cenne przyrodniczo	Parki narodowe oraz rezerваты przyrody (x ₁₈)					
	Parki krajobrazowe, obszarów chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo – krajobrazowe (x ₁₉)	x	x			

	Obszary Natura 2000 – Specjalne Obszary Ochrony Ptaków (x20)					
	Obszary Natura 2000 – Obszary Specjalnej Ochrony Siedlisk (x21)					
Infrastruktura techniczna	Tereny komunikacyjne – drogi (x22)		x	x	x	
	Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110kV (x23)					

Objaśnienie: X – oznacza powiązanie danej cechy z określoną grupą dziedzinową czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych

Źródło: Opracowanie własne

Cechę x_2 wyodrębniono na podstawie czynników przyrodniczych – warunków wietrznych. Moc wiatru na terenach otwartych jest bardzo istotna, gdyż występujące zasoby energetyczne wiatru stanowią podstawę dla funkcjonowania i opłacalności elektrowni wiatrowych. Analizy nie ograniczono wyłącznie do obszarów o korzystnych warunkach wietrzności, gdyż jak wykazano w dalszej części pracy, elektrownie wiatrowe znajdują się również w mniej korzystnych lub niekorzystnych strefach energetycznych wiatru. Lokalne warunki wietrzne mogą odbiegać od wartości wyznaczonych stref. Nie była to zatem cecha, która wykluczała możliwość lokalizacji elektrowni wiatrowych.

Cechy $x_3 - x_8$ związane są z czynnikami prawnymi oraz społecznymi. Lokalizacja dużych, przemysłowych elektrowni wiatrowych jest niemożliwa na terenach zurbanizowanych. Ponadto preferuje się lokalizację znajdującą się możliwie daleko od zabudowy mieszkaniowej ze względu na możliwe społeczne sprzeciwy oraz występujące uciążliwości zdrowotne. Co więcej, minimalna odległość turbiny wiatrowej od zabudowy mieszkaniowej została określona prawnie.

Cechy $x_9 - x_{11}$ związane są z czynnikami przyrodniczymi. Określają one strukturę użytkowania terenu obszarów niezurbanizowanych. Wynikają one z czynników przyrodniczych, gdyż wpływają na klasę szorstkości terenu (warunki wietrzne).

Cechy $x_{12} - x_{17}$ związane są z czynnikami ekonomicznymi i technicznymi. Budowa i funkcjonowanie elektrowni wiatrowej wymaga dostępności określonej przestrzeni. Najczęściej przyjmuje się, że 1 MW mocy elektrowni wiatrowej wymaga 10 ha powierzchni (ewea.org za: Określenie potencjału energetycznego... 2011; Energetyka odnawialna jako...2012). Wartości te mogą się jednak różnić w zależności od lokalnych warunków terenowych. Określona

przestrzeń wymagana jest na wysokości omiatania wirnika. Sama turbina fizycznie zajmuje ok. 0,04 ha powierzchni, co daje możliwość rolniczego wykorzystywania terenu wokół niej. Powiązanie z czynnikami ekonomicznymi wynika z faktu, iż duże gospodarstwa rolne sprzyjają lokalizacji dużych farm wiatrowych ze względu na konieczność negocjacji dzierżawy gruntów przez inwestora z mniejszą liczbą właścicieli gruntów. Im większa powierzchnia gospodarstwa, tym możliwość lokalizacji większej liczby turbin na jej terenie. Powiązanie z czynnikami technicznymi wynika z faktu, iż duże rozdrobnienie gospodarstw rolnych powoduje m.in. trudności z wyznaczeniem dróg dojazdowych, przyłączeniach do sieci elektroenergetycznej.

Cechy x_{18} - x_{21} związane są z czynnikami prawnymi i przyrodniczymi. Wyszczególniono je na podstawie prawnych form ochrony przyrody. Elektrownie wiatrowe wpływają na zmianę krajobrazu oraz oddziałują na faunę. Z tego względu powinny być one lokalizowane z dala od obszarów cennych przyrodniczo. Ponadto zasady lokalizacji elektrowni wiatrowych względem określonych form ochrony przyrody są unormowane prawnie.

Cechy x_{22} - x_{23} związane są z czynnikami prawnymi, ekonomicznymi i technicznymi. Elektrownie wiatrowe w Polsce przyłączane są do sieci elektroenergetycznej średniego napięcia (110 kV). Duża odległość od takiej linii generuje dodatkowe koszty przeznaczane na przyłącze. Ponadto elektrownie muszą mieć zapewniony dostęp do drogi publicznej.

Wyodrębnione cechy są względnie stabilne w czasie. Jednak w przypadku określania atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych dla kolejnych lat konieczna jest aktualizacja danych. Można zatem dodatkowo określić, które z cech są mniej a które bardziej zmienne w czasie. Jak wynika z tab. 16, zmiany wartości w kolejnych latach dla poszczególnych cech są niewielkie. Wyraźne zmiany widoczne są od 2006 do 2010 roku dla Obszarów Natura 2000, jednak od 2014 roku tendencja zmian jest minimalna. Można zatem prognozować, iż określona w dalszej części pracy, atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych będzie aktualna w długim okresie czasu.

Tab. 16. Zmiany wartości określonych cech wpływających na lokalizację elektrowni wiatrowych w latach 2002 – 2018 w Polsce

CECHY:	2002	2006	2010	2014	2018
Gęstość zaludnienia [liczba ludności/powierzchnia kraju]	122,2	121,9	123,2	123,1	122,8
Liczba budynków mieszkalnych na 1 km ² [liczba budynków/powierzchnia kraju]	b.d.	b.d.	18,8	19,8	20,6
Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej [liczba ludności/powierzchnia kraju]	25,1	25,6	24,9	23,5	22,4

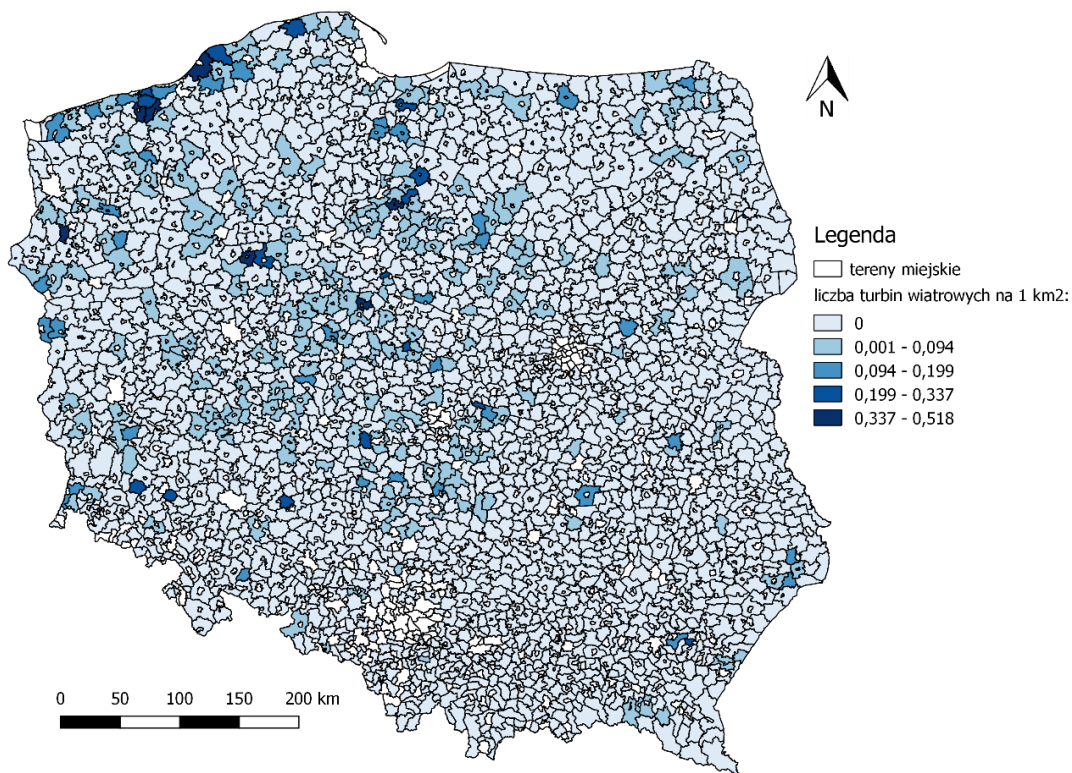
Grunty zabudowane i zurbanizowane (bez powierzchni dróg) [udział % w powierzchni kraju]	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9
Tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne [udział % w powierzchni kraju]	2,4	2,4	2,6	2,7	2,9
Udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych [%]	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9
Użytki rolne [udział w powierzchni kraju]	61,3	61,1	60,5	60,0	60,0
Grunty pod wodami [udział % w powierzchni kraju]	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1
Grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione [udział % w powierzchni kraju]	29,3	30,0	30,4	30,9	30,5
Powierzchnia działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]	2,8	b.d.	3,0	b.d.	b.d.
Powierzchnia gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]	b.d.	b.d.	43,1	b.d.	b.d.
Powierzchnia gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]	b.d.	b.d.	53,9	b.d.	b.d.
Liczba działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]	33,3	b.d.	31,4	b.d.	b.d.
Liczba gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]	59,9	b.d.	60,0	b.d.	b.d.
Liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]	6,8	b.d.	8,6	b.d.	b.d.
Parki narodowe oraz rezerwy przyrody [udział % w powierzchni kraju]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Parki krajobrazowe, obszarów chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo – krajobrazowe [udział % w powierzchni kraju]	31,5	30,6	30,9	31,0	31,0
Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków [udział % w powierzchni kraju]	b.d.	7,8	15,7	15,8	15,7
Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk [udział % w powierzchni kraju]	b.d.	4,5	11,0	11,2	11,2
Tereny komunikacyjne – drogi [udział % w powierzchni kraju]	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Liczba turbin wiatrowych (X₁)

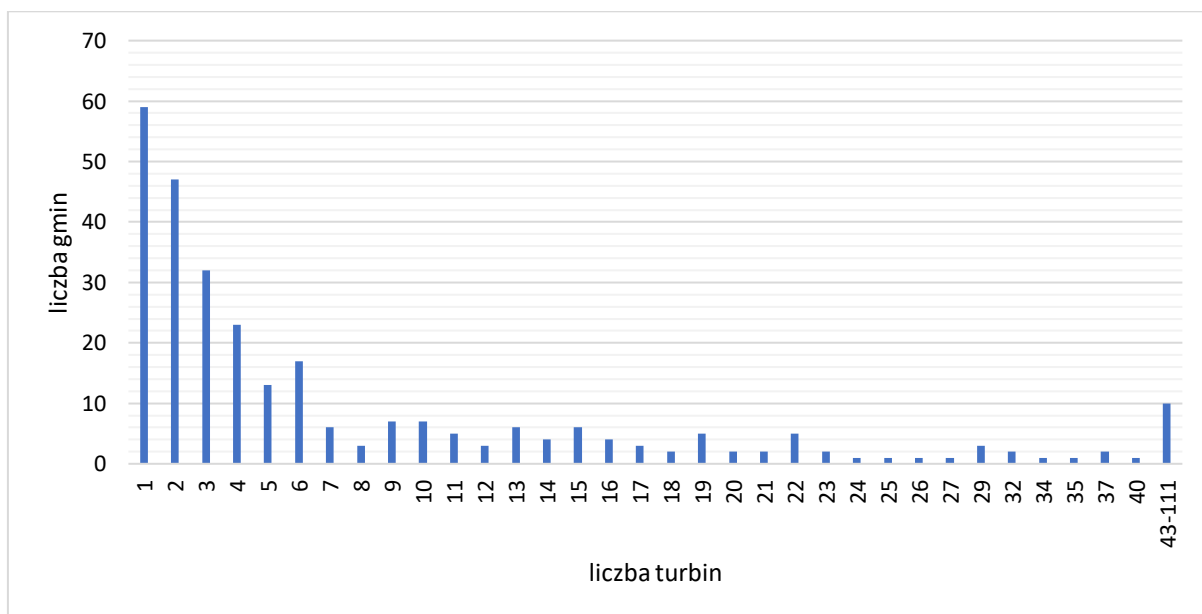
Na podstawie przeprowadzonych analiz, stwierdzono zlokalizowanie w Polsce 2540 turbin wiatrowych o mocy powyżej 1 MW na koniec 2016 roku. Ich rozmieszczenie przestrzenne przedstawiono na ryc. 54. Gminy, w których zlokalizowana była co najmniej 1 turbina wiatrowa, znajdowały się niemal w każdej części kraju. Ich rozmieszczenie charakteryzowało się dużym zróżnicowaniem regionalnym. Turbiny wiatrowe najczęściej lokalizowane były na wybrzeżu, natomiast najrzadziej na południu kraju. Zdecydowana większość instalacji znajdowała się na północy oraz w centralnej części Polski. Na tych obszarach występowało największe zagęszczenie gmin z niewielką liczbą turbin oraz

pojedynczych gmin, w których liczba ta była najwyższa w kraju. Występowały również bardzo duże lokalne dysproporcje w rozmieszczeniu tego typu instalacji. Było wiele przypadków, w których gminy z wieloma turbinami na swoim terenie sąsiadowały z gminami w których ich nie było, m.in. gmina Zagrodno (32 turbiny), Wilków (22 turbiny), Legnickie Pole (21 turbin). Były również przypadki, w których gmina bez zlokalizowanych turbin wiatrowych sąsiadowała z kilkoma gminami, w których ich liczba była duża, m.in. gmina Siemyśl (0 turbin) sąsiadowała z gminami Gościno (44 turbiny), Kołobrzeg (19 turbin), Trzebiatów (9 turbin); gmina Wągrowiec (0 turbin) sąsiadowała z gminami: Margonin (57 turbin), Gołańcz (55 turbin), Mieścisko (3 turbiny), Budzyń (2 turbiny), Rogoźno (2 turbiny). Powyższe świadczy o występowaniu istotnych czynników sprzyjających bądź niesprzyjających lokalizacji, zarówno w skali lokalnej, jak i regionalnej. Największe zagęszczenie turbin wiatrowych (na 1 km²) występowało w gminach: Kozielice (0,52), Margonin (0,48), Darłowo (0,41), Radziejów (0,40), Gościno (0,40), Karlino (0,39), Radzyń Chełmiński (0,38), Nowy Staw (0,34), Kisielice (0,33), Wicko (0,32). Na ryc. 55 przedstawiono liczbę gmin, w których znajdowała się określona liczba turbin. Najliczniejszymi grupami gmin były te, w których znajdowały się pojedyncze turbiny wiatrowe. Jedna, dwie lub trzy turbiny znajdowały się na terenie 138 gmin, stanowiących niemal połowę wszystkich gmin, w których zlokalizowana była co najmniej 1 turbina. Im większa liczba turbin, tym liczba gmin, w których się znajdowały, była mniejsza. Siedem lub więcej turbin zlokalizowanych było na terenie 96 gmin, stanowiących 33% wszystkich gmin, w których zlokalizowana była co najmniej 1 turbina. 10 gmin, w których znajdowała się największa liczba turbin to: Darłowo (111 turbin), Wicko (69 turbin), Postomino (63 turbiny), Margonin (57 turbin), Kisielice (56 turbin), Gołańcz (55 turbin), Karlino (51 turbin), Kozielice (49 turbin), Gościno (44 turbiny), Kobylnica (43 turbiny). Łącznie na ich terenie występowało 598 turbin, stanowiących 14% wszystkich turbin zlokalizowanych w Polsce.



Ryc. 54. Rozmieszczenie przestrzenne turbin wiatrowych o mocy pow. 1 MW na obszarach wiejskich w Polsce w 2016 roku

Źródło: Opracowanie własne na podst. mapy przeszkód lotniczych Urzędu Lotnictwa Cywilnego, GUGiK (Geoportal) oraz google maps



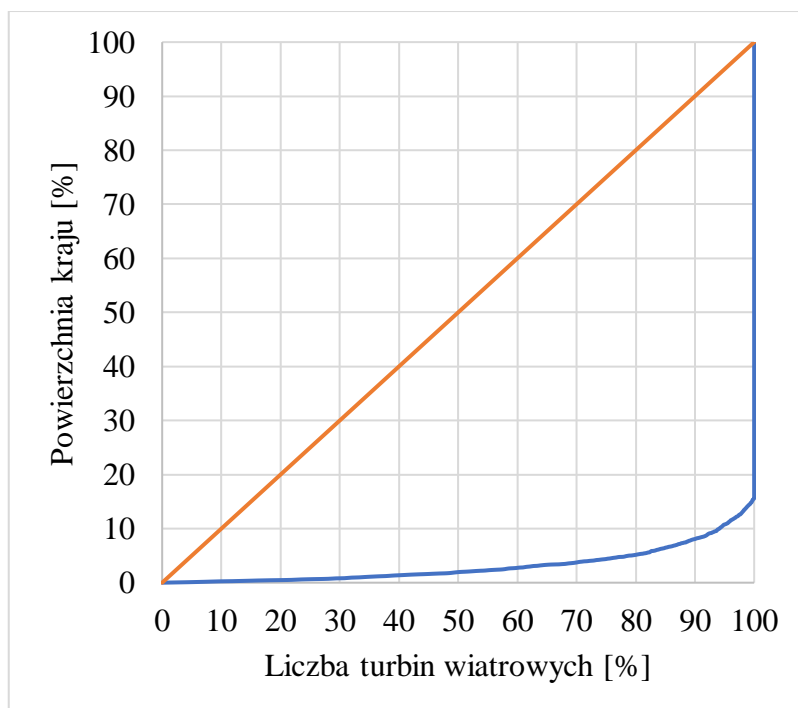
Ryc. 55. Liczba gmin wg liczby turbin w Polsce w 2016 roku

Źródło: Opracowanie własne

W celu dokładnego określenia stopnia koncentracji turbin wiatrowych w Polsce zastosowano krzywą koncentracji Lorenza (ryc. 56). Do jej konstrukcji wykorzystano powierzchnie gmin bez wydzielenia terenów miejskich. Analizując właściwości krzywej, tj. jej odległość od przekątnej kwadratu stwierdzono, że występowała silna koncentracja lokalizacji turbin wiatrowych w niektórych częściach kraju. Świadczy o tym duże odchylenie krzywej od linii równomiernego podziału (przekątnej kwadratu). Ponadto z wykresu można odczytać, iż:

- 20% wszystkich turbin znajdowało się na terenie 8 gmin, zajmujących 0,5% powierzchni kraju,
- 50% wszystkich turbin znajdowało się na terenie 35 gmin, zajmujących 2% powierzchni kraju,
- 90% wszystkich turbin znajdowało się na terenie 148 gmin, zajmujących 8% powierzchni kraju.

W celu uzyskania liczbowej miary koncentracji obliczono również współczynnik lokalizacji, który wynosi: $W = 0,94$. Tak wysoka wartość współczynnika potwierdza silną koncentrację badanego zjawiska. W związku z tym, można wnioskować, iż na niewielkim terenie występowały szczególnie sprzyjające powstawaniu elektrowni wiatrowych czynniki lokalizacji.

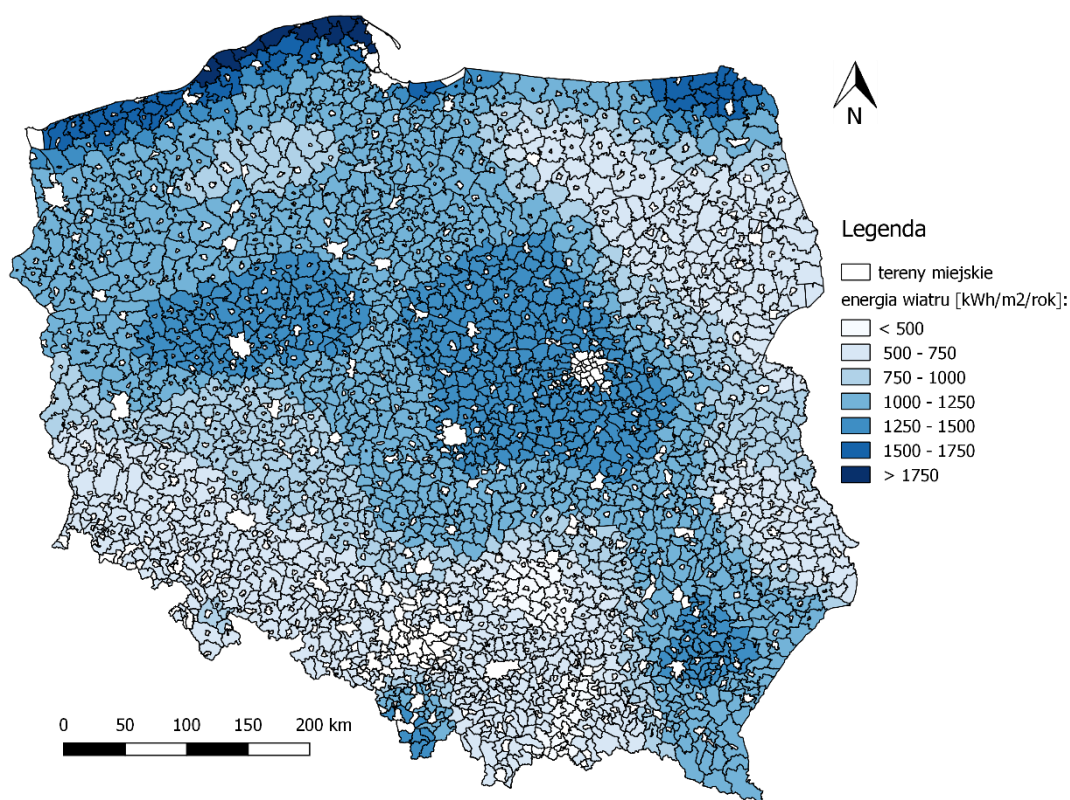


Ryc. 56. Krzywa koncentracji Lorenza określająca stopień koncentracji przestrzennej turbin wiatrowych w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₂ – energia wiatru

Zasoby energetyczne wiatru w Polsce przedstawiono na ryc. 57, natomiast liczbę gmin miejsko – wiejskich i wiejskich oraz powierzchnię zajmowaną przez określoną strefę energetyczną w tab. 17. Rozmieszczenie przestrzenne zasobów energetycznych wiatru opisano w rozdziale 3. Udział obszarów wiejskich o najkorzystniejszych warunkach wietrznych, przekraczających $1500 \text{ kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$, wynosi 3,13% ogólnej powierzchni obszarów wiejskich w kraju. Znajdują się one na wybrzeżu oraz w północno – wschodniej części Polski. Zdecydowanie największą powierzchnię zajmuje strefa $1000 - 1250 \text{ kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$, jej udział to 35,85% całkowitej powierzchni obszarów wiejskich. Udział obszarów wiejskich o niekorzystnych warunkach wietrznych (poniżej $1000 \text{ kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$) wynosi 43,63% ogólnej powierzchni obszarów wiejskich.



Ryc. 57. Energia wiatru w $\text{kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$ przeliczona do wysokości 30 m n.p.g. (bez szczytowych partii gór)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Lorenc 2002 za: Lewandowski 2014

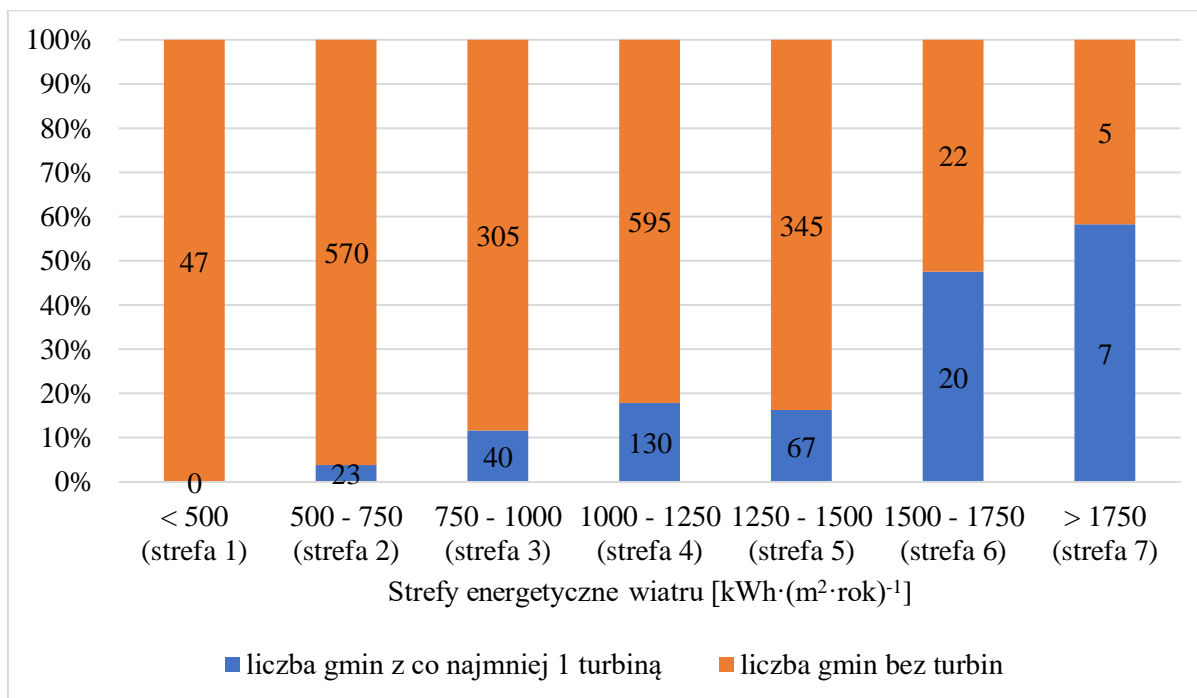
Tab. 17. Liczba gmin miejsko – wiejskich i wiejskich oraz powierzchnia obszarów wiejskich zajmowana przez określoną strefę energetyczną wiatru

Strefa energetyczna wiatru [kWh·(m ² ·rok) ⁻¹]	Liczba gmin miejsko - wiejskich i wiejskich	Powierzchnia obszarów wiejskich [km ²]	Udział powierzchni obszarów wiejskich [%]
< 500	47	4 684,33	1,61
500 - 750	593	73 044,23	25,12
750 - 1000	345	49 140,36	16,90
1000 - 1250	725	104 231,7	35,85
1250 – 1500	412	50 509,9	17,37
1500 - 1750	42	7 067,03	2,43
> 1750	12	2 077,48	0,71

Źródło: Opracowanie własne

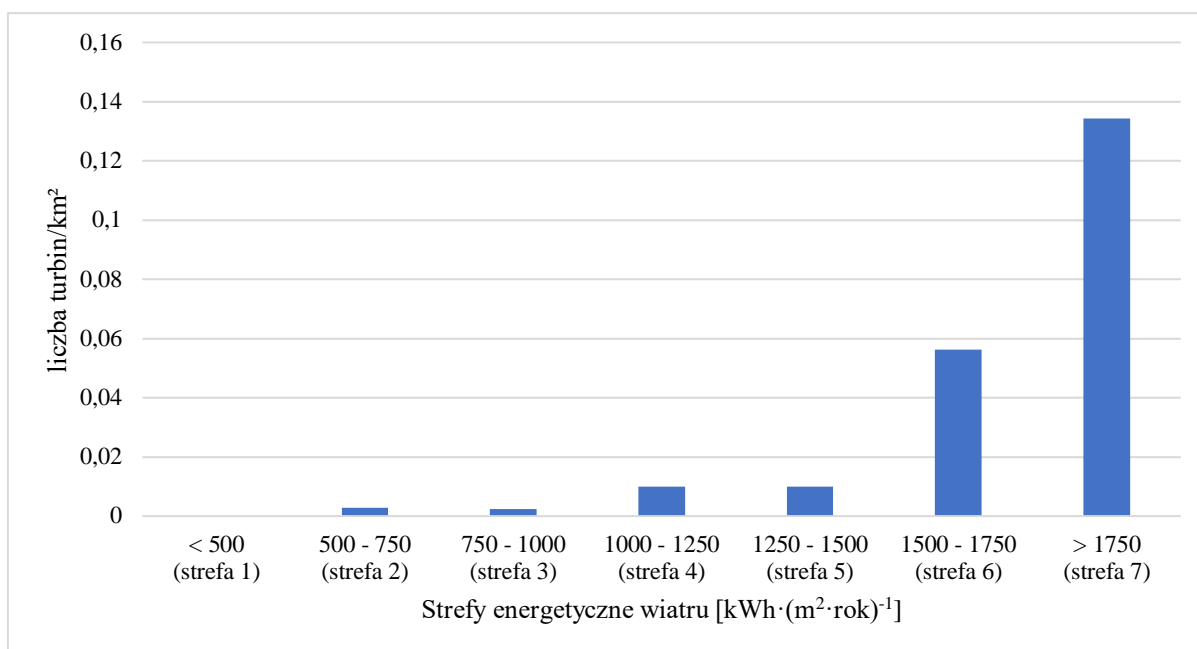
Na ryc. 58 pokazano stosunek liczby gmin z co najmniej jedną turbiną na swoim obszarze do liczby gmin bez tego typu obiektów wg stref energetycznych wiatru, natomiast na ryc. 59 liczbę turbin w przeliczeniu na 1 km². Im wyższa strefa energetyczna wiatru, tym stosunek gmin z co najmniej jedną turbiną na swoim obszarze do gmin bez tego typu obiektów był większy. Również liczba turbin w przeliczeniu na 1 km² wzrastała wraz ze wzrostem energii wiatru. W strefie 1 nie zlokalizowano żadnej turbiny. W strefie 2 znajdowało się 207 turbin, co może oznaczać, iż lokalne zasoby energetyczne wiatru odbiegają od przeciętnych wartości zasobów w strefach energetycznych wiatru wg Lorenc (2002). Strefy 2 i 3 charakteryzowały się niemal identycznymi wartościami gęstości turbin, jednak w strefie 2 turbiny znajdowały się na terenie dwukrotnie mniejszej liczby gmin. Najwięcej turbin znajdowało się w strefie 4 (1013 turbin), która jednocześnie była największa obszarowo. W strefie 4 i 5 stosunek gmin z co najmniej jedną turbiną na swoim terenie do gmin bez tego typu obiektów oraz gęstość turbin w przeliczeniu na 1 km² były bardzo zbliżone. Można zatem uznać, iż dla inwestorów warunki energetyczne wiatru w obu strefach były w podobnym zakresie zadowalające. W strefie 6 niemal w co drugiej gminie zlokalizowana była co najmniej jedna turbina wiatrowa, natomiast w strefie 7 ponad 50% gmin posiadało na swoim terenie co najmniej jedną turbinę. Świadczy to o tym, iż około połowa gmin znajdujących się w strefach o najkorzystniejszych warunkach energetycznych wiatru (6 i 7) wykorzystywała te warunki, wydając zgodę na lokalizację elektrowni wiatrowej na swoim terenie. Liczba turbin w przeliczeniu na 1 km² w strefach 6 i 7

była zdecydowanie większa niż w pozostałych strefach. Należy podkreślić, iż w strefie 7 na terenie 7 gmin zlokalizowanych było aż 279 turbin, natomiast na terenie 5 gmin tego typu obiektów nie było. Na tej podstawie można stwierdzić, że występowały czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych niezależne od zasobów energetycznych wiatru.



Ryc. 58. Gminy posiadające/nie posiadające na swoim obszarze turbiny wiatrowej w poszczególnych strefach energetycznych wiatru w Polsce w 2016 roku

Źródło: opracowanie własne



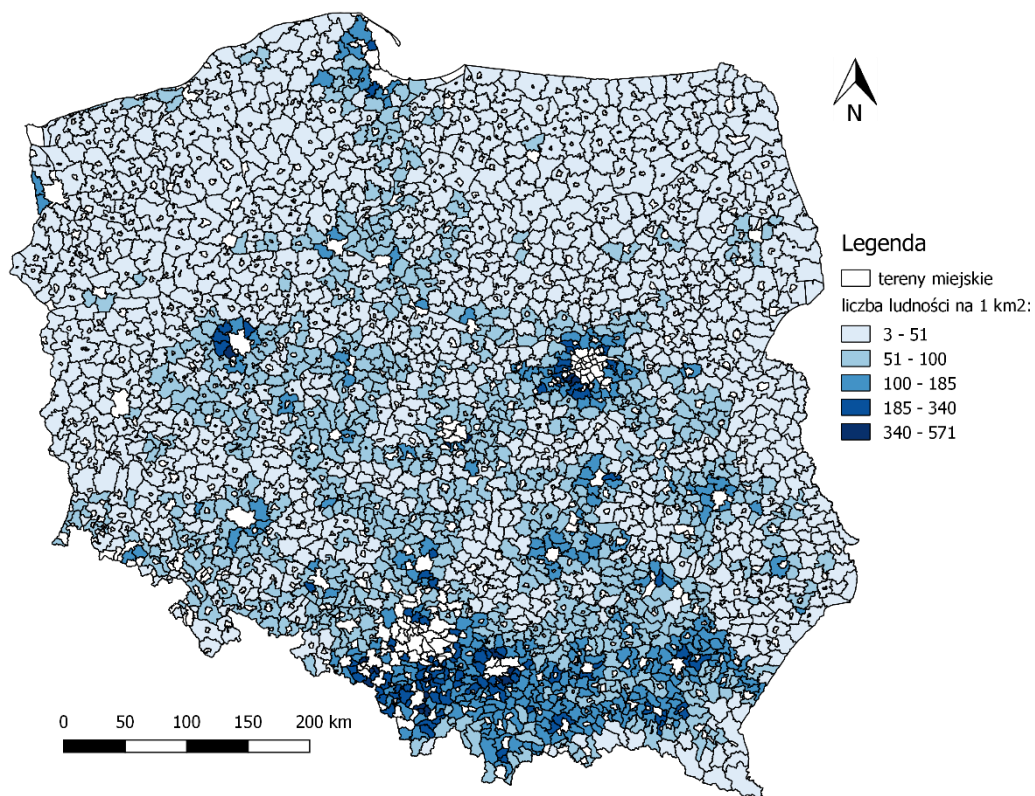
Ryc. 59. Liczba turbin wiatrowych w przeliczeniu na 1 km² w poszczególnych strefach energetycznych wiatru w Polsce w 2016 roku

Źródło: Opracowanie własne

X₃ – gęstość zaludnienia

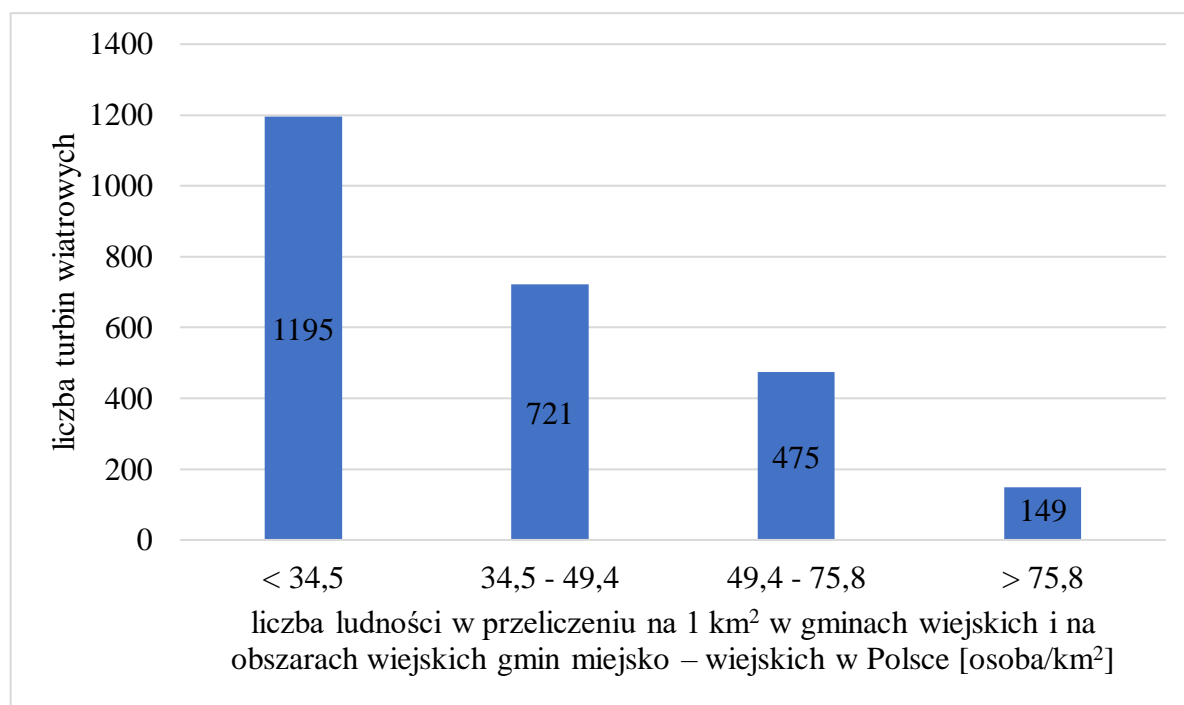
Liczbę ludności w przeliczeniu na 1 km² w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 60. Zdecydowanie najwyższą gęstość zaludnienia była w gminach znajdujących się na południu kraju oraz w gminach sąsiadującymi z największymi miastami. Najrzadziej zaludnionymi były obszary zachodniej, północno - zachodniej oraz północno - wschodniej części Polski. Średnia gęstość zaludnienia w kraju wynosiła 68 osób/km², natomiast odchylenie standardowe równe było 62,2. 30,4% gmin posiadało wyższą gęstość zaludnienia od średniej krajowej, natomiast 69,6% – niższą. Występowała więc asymetria prawostronna. Kwartyli Q₁ = 34,5, Q₂ = 49,4, Q₃ = 75,8, zatem dla 25% gmin gęstość zaludnienia była niższa niż 34,5 osób/km², dla 25% gmin była wyższa niż 75,8 osób/km², natomiast medianą było 49,4 osoby/km². Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 61). Średnia gęstość zaludnienia gmin, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, wynosiła 50,2 osób/km², natomiast gmin bez tego typu obiektów – 70,6 osób/km². Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych w kraju, średnia gęstość zaludnienia wynosiła 29,4 osoby/km². Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem gęstości zaludnienia w gminach, liczba turbin na ich terenie

znacząco spadała. Średnia gęstość zaludnienia dla gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa była o 26,2% niższa od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była aż o 56,8% niższa niż średnia krajowa.



Ryc. 60. Gęstość zaludnienia (osoba/km²) w gminach wiejskich oraz na obszarach wiejskich w gminach miejsko-wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



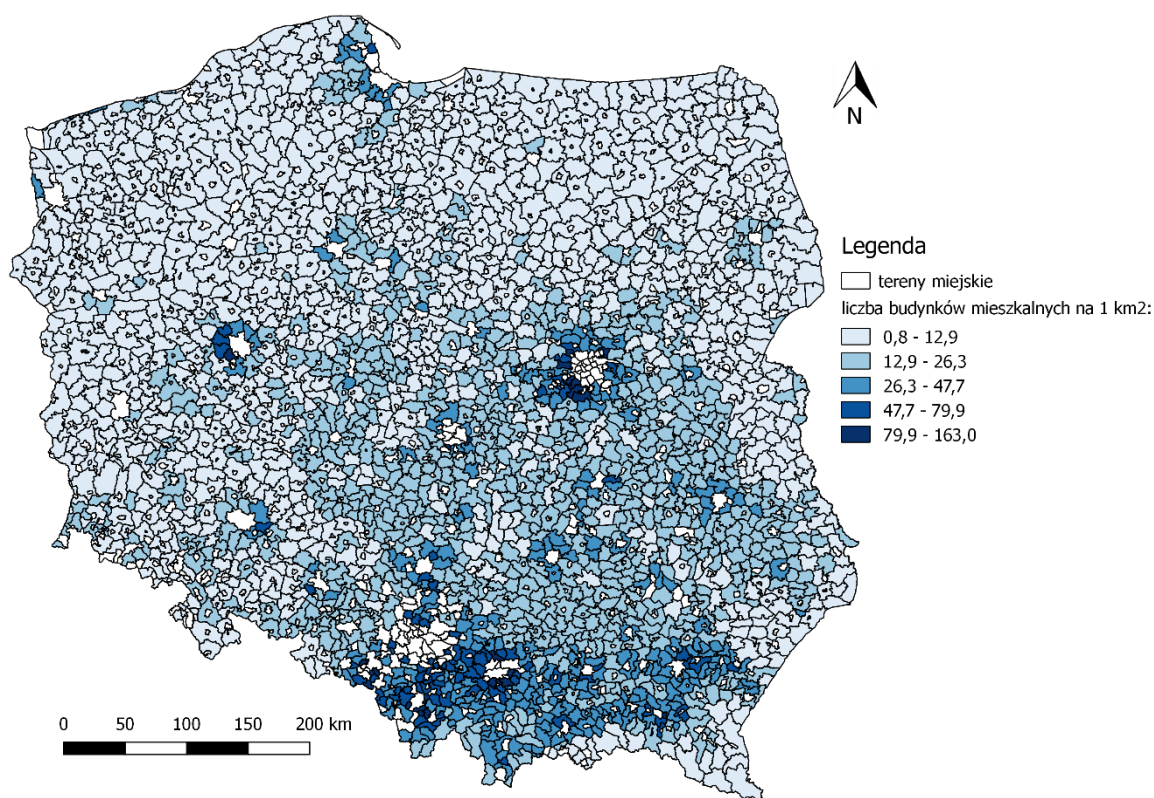
Ryc. 61. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli liczby ludności w przeliczeniu na 1 km² w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₄ – liczba budynków mieszkalnych na 1 km²

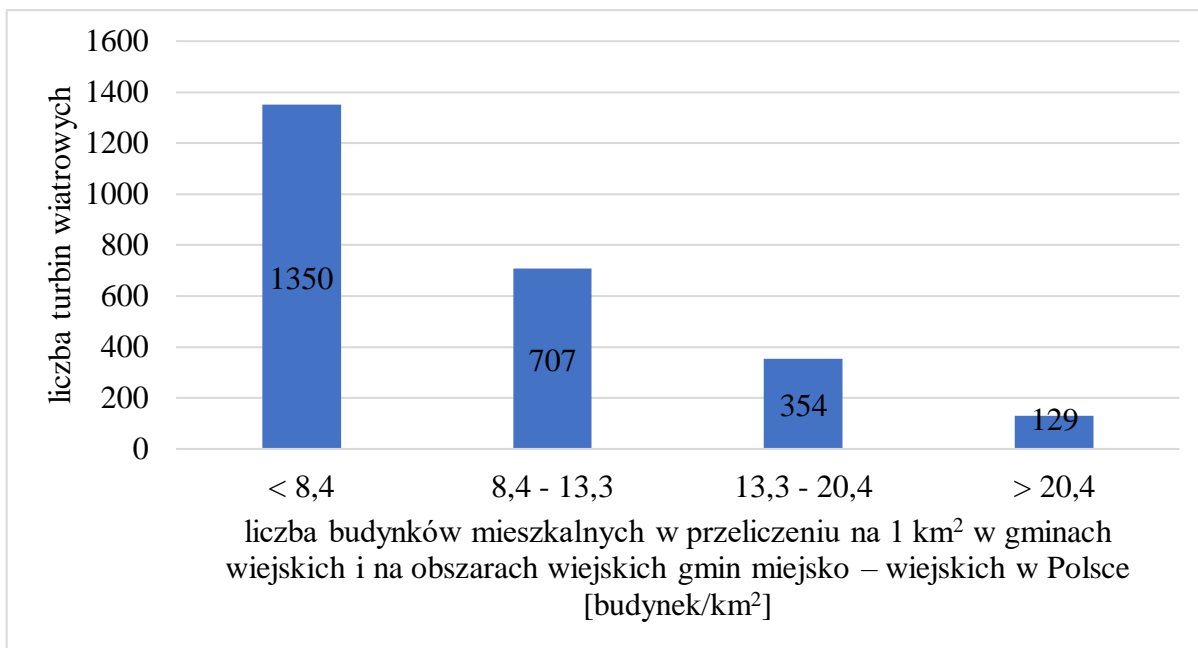
Liczbę budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 km² w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 62. Oczywiście jest, iż rozmieszczenie przestrzenne wartości tej cechy korelowało z rozmieszczeniem przestrzennym wartości gęstości zaludnienia. Występowały jednak pewnie różnice, wynikające przede wszystkim z występowania różnego rodzaju zabudowy (wielorodzinnej oraz jednorodzinnej). Wpływ rodzaju zabudowy na gęstość budynków mieszkalnych widoczny był w gminach sąsiadujących z dużymi miastami, w których liczba budynków w przeliczeniu na 1 km² była wysoka. Są to bowiem tereny podmiejskie charakteryzujące się gęstą zabudową jednorodziną. Średnia liczba budynków mieszkalnych w kraju wynosiła 17,7 budynków/km², natomiast odchylenie standardowe równe było 16,5. 32% gmin posiadało większą liczbę budynków w przeliczeniu na 1 km² od średniej krajowej, natomiast 68% - niższą. Występowała więc asymetria prawostronna. Kwartył Q₁ = 8,4, Q₂ = 13,3, Q₃ = 20,4, zatem liczba budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 km² dla 25% gmin była niższa od 8,4, dla 25% gmin była wyższa niż 20,4, natomiast medianą były 13,3 budynki/km². Na podstawie określonych

kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 63). Średnia liczba budynków w przeliczeniu na 1 km² w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, wynosiła 12,1 budynków/km², natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 18,6 budynków/km². Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych w kraju, średnia liczba budynków w przeliczeniu na 1 km² wynosiła 5,9. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem liczby budynków/km² w gminach, liczba turbin na ich terenie znacząco spadała. Średnia liczba budynków/km² dla gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa była o 31,6% niższa od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była aż o 66,7% niższa niż średnia krajowa.



Ryc. 62. Liczba budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 km² w gminach wiejskich oraz na obszarach wiejskich w gminach miejsko-wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



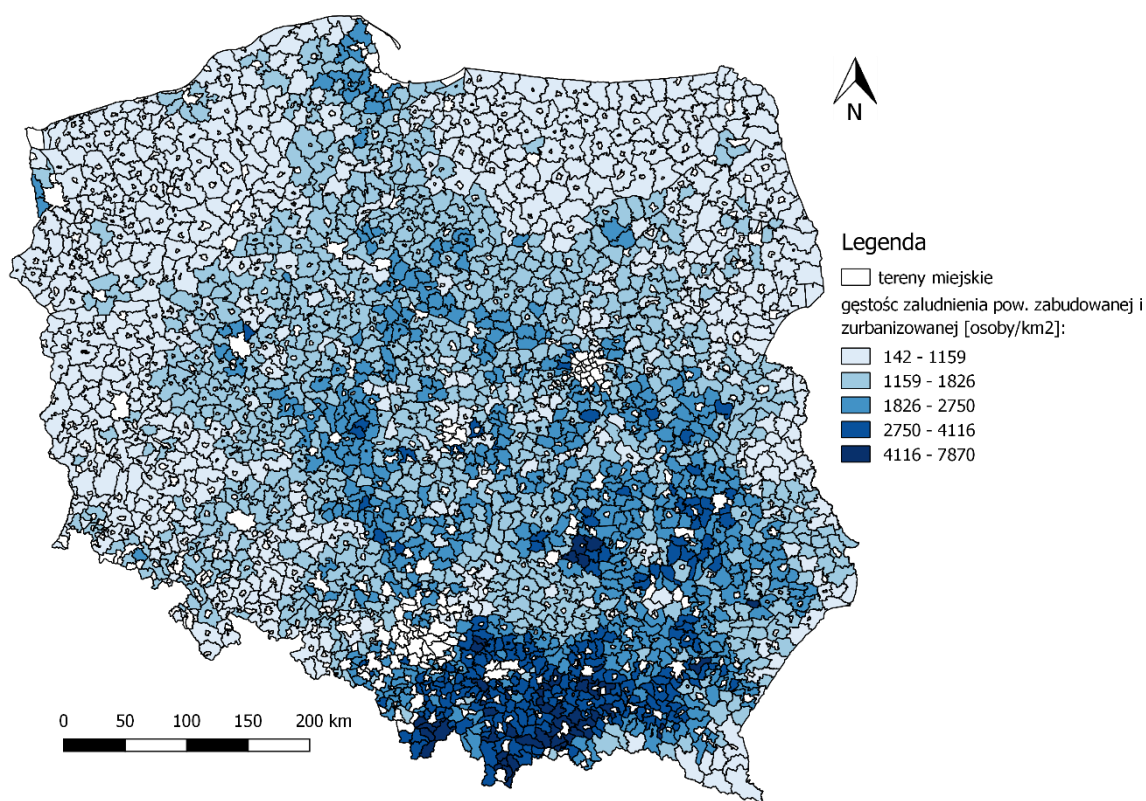
Ryc. 63. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli liczby budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 km² w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₅ - Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej

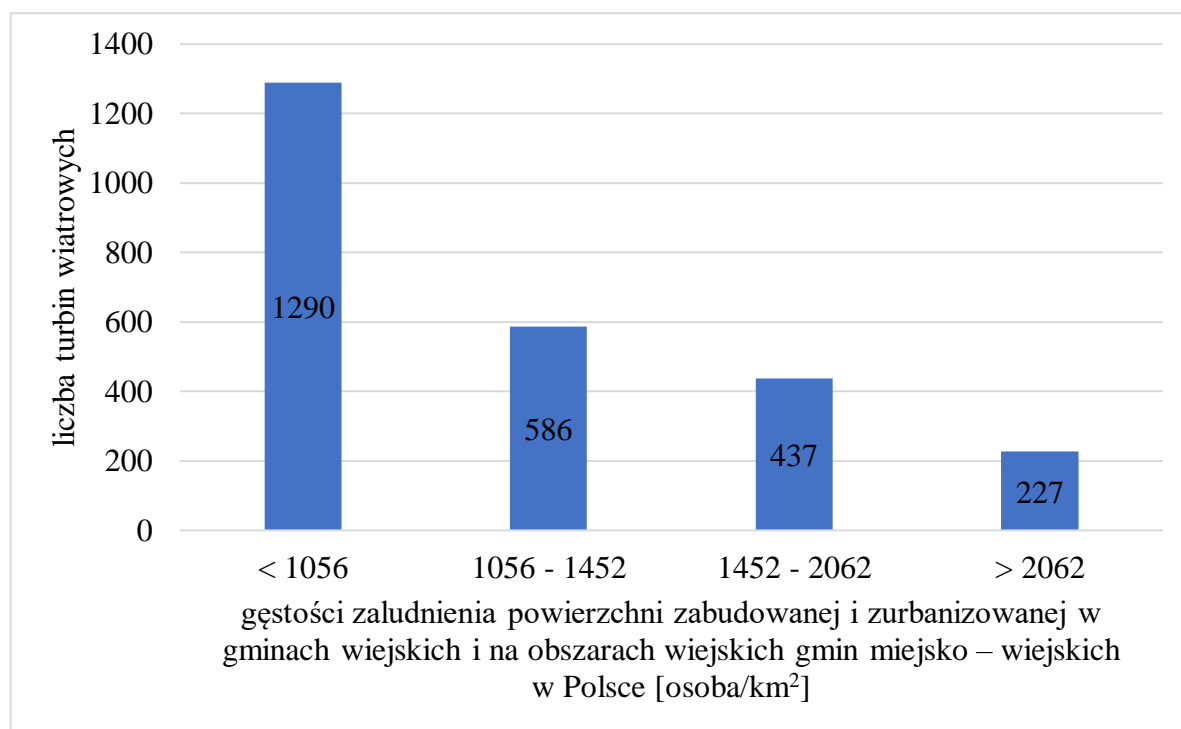
Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 64. Zdecydowanie najwyższe wartości tego wskaźnika występowały w województwie małopolskim oraz śląskim. Na tych obszarach ludność skupiona była na niewielkiej powierzchni. Związane było to z najwyższą gęstością zaludnienia w obu województwach na tle kraju. Najniższe wartości tej cechy występowały na zachodzie oraz północnym - wschodzie kraju. Można wnioskować, iż na tych terenach zabudowa mieszkaniowa miała charakter rozproszony. Średnia gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w kraju wynosiła 1680 osób/km², natomiast odchylenie standardowe równe było 915. 38% gmin posiadało wyższą wartość cechy x₅ od średniej krajowej, natomiast 62% - niższą. Występowała więc asymetria prawostronna. Kwartył Q₁ = 1056, Q₂ = 1452, Q₃ = 2062, zatem gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej dla 25% gmin była mniejsza niż 1056 osób/km², dla 25% gmin była większa niż 2062 osoby/km², natomiast medianą było 1452 osoby/km². Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 65). Średnia gęstość zaludnienia

powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, wynosiła 1407 osób/km², natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 1721 osoby/km². Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych w kraju, średnia gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej wynosiła 834 osoby/km². Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem gęstości zaludnienia terenów zabudowanych i zurbanizowanych w gminach, liczba turbin na ich terenie wyraźnie malała. Średnia wartość cechy x₅ dla gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa była o 16,3% niższa od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była aż o 50,4% niższa niż średnia krajowa.



Ryc. 64. Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



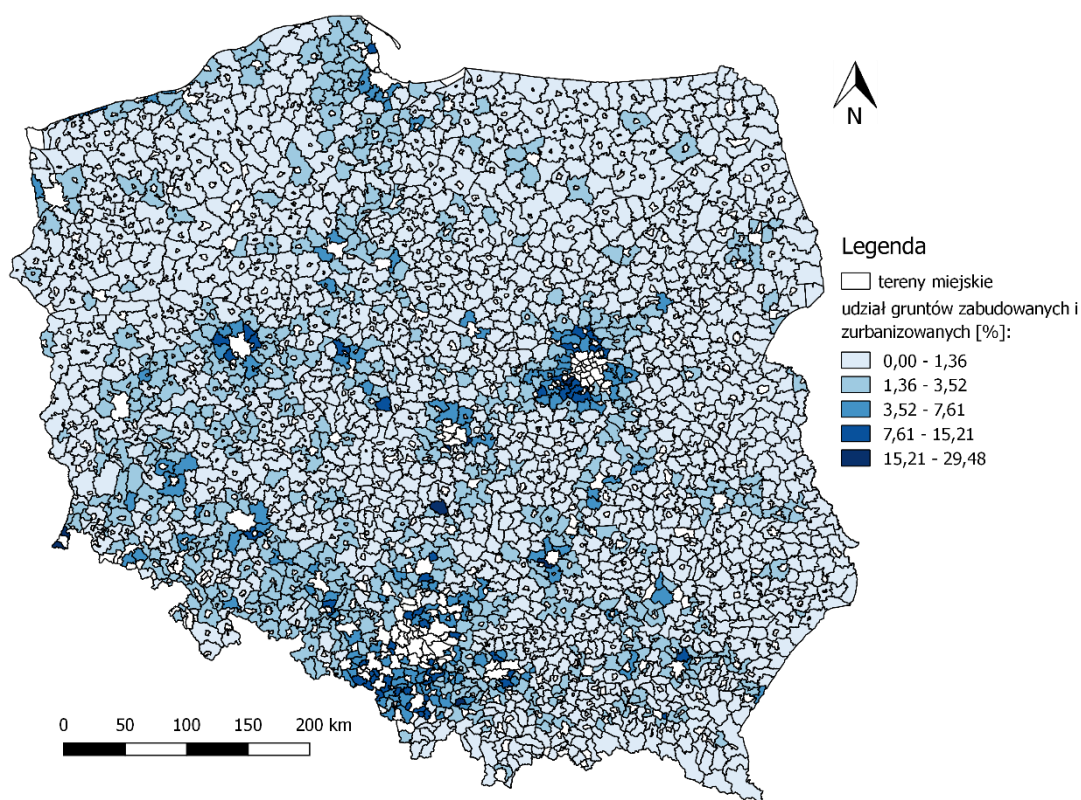
Ryc. 65. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli gęstości zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₆ - Grunty zabudowane i zurbanizowane (bez powierzchni dróg)

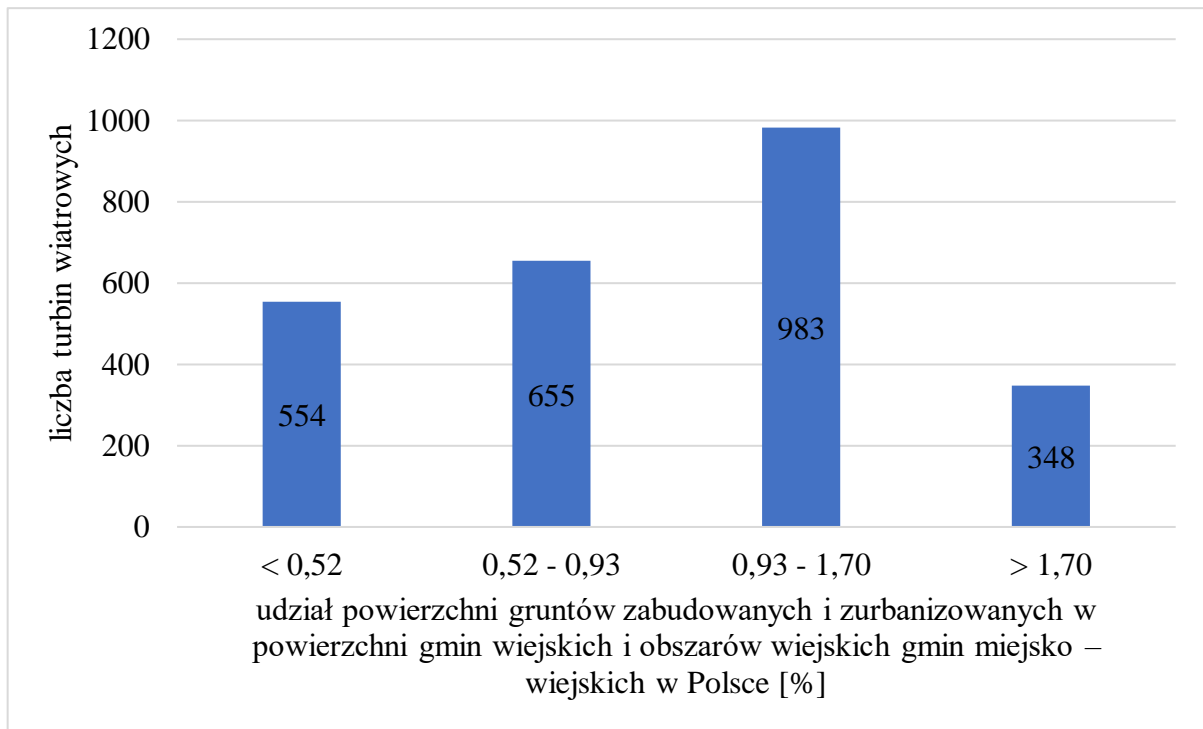
Udział powierzchni gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono ryc. 66. Najwyższe wartości tej cechy występowały w gminach znajdujących się na Górnym Śląsku oraz w gminach sąsiadujących z największymi miastami. Średni udział gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w gminach wynosił 1,57%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 2,20. 27% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_6 od średniej krajowej, natomiast 73% - niższą. Występowała więc asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 0,52$, $Q_2 = 0,93$, $Q_3 = 1,70$, zatem udział gruntów zabudowanych i zurbanizowanych na terenie 25% gmin był mniejszy od 0,52%, dla 25% gmin był większy niż 1,70%, natomiast medianą było 0,93%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 67). Średni udział gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchniach gmin, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 1,20%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 1,62%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych

w kraju, średni udział gruntów zabudowanych i zurbanizowanych wynosił 1,07%. Należy zatem uznać, iż liczba turbin wzrastała wraz ze wzrostem udziałów gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gmin, za wyjątkiem gmin najbardziej zurbanizowanych (w tym przedziale liczba turbin była najmniejsza). Jednak średnia wartość cechy x_6 dla gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, była o 23,6% niższa od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była o 31,8% niższa od średniej krajowej. Na tej podstawie nie można jednoznacznie określić wpływu udziału terenów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gmin na liczbę turbin znajdujących się na ich terenie.



Ryc. 66. Udział powierzchni gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



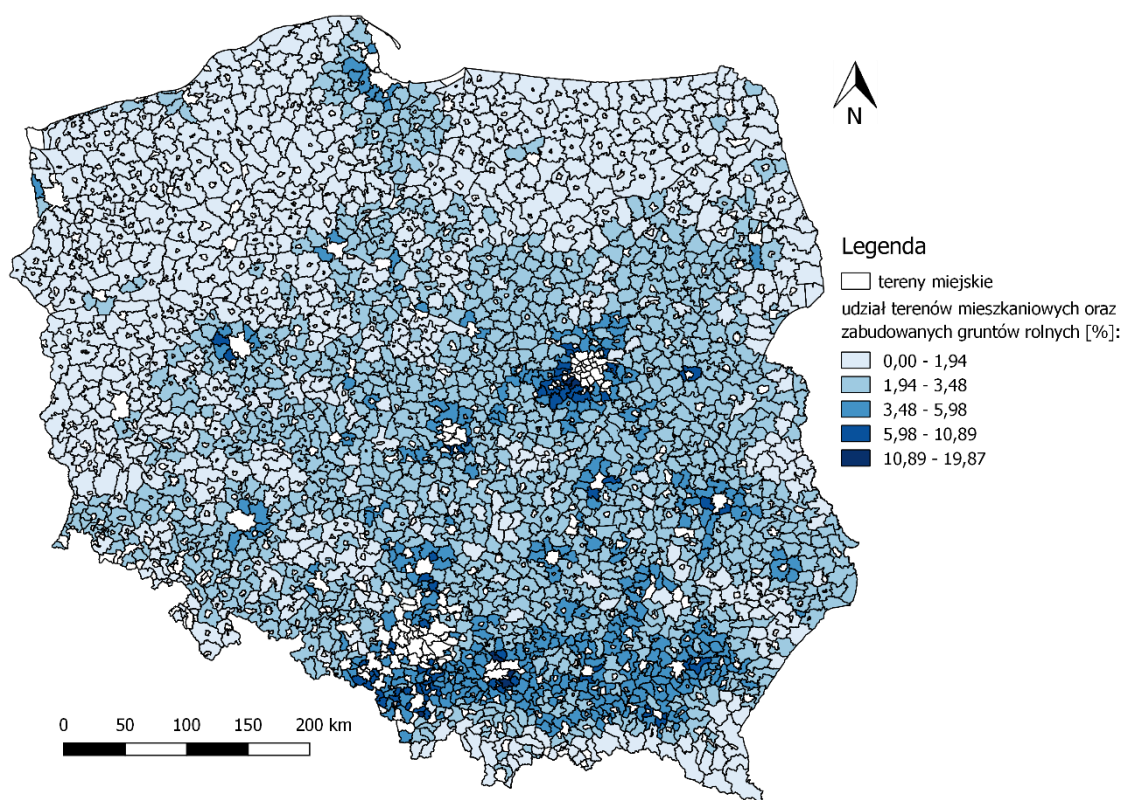
Ryc. 67. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₇ - Tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne

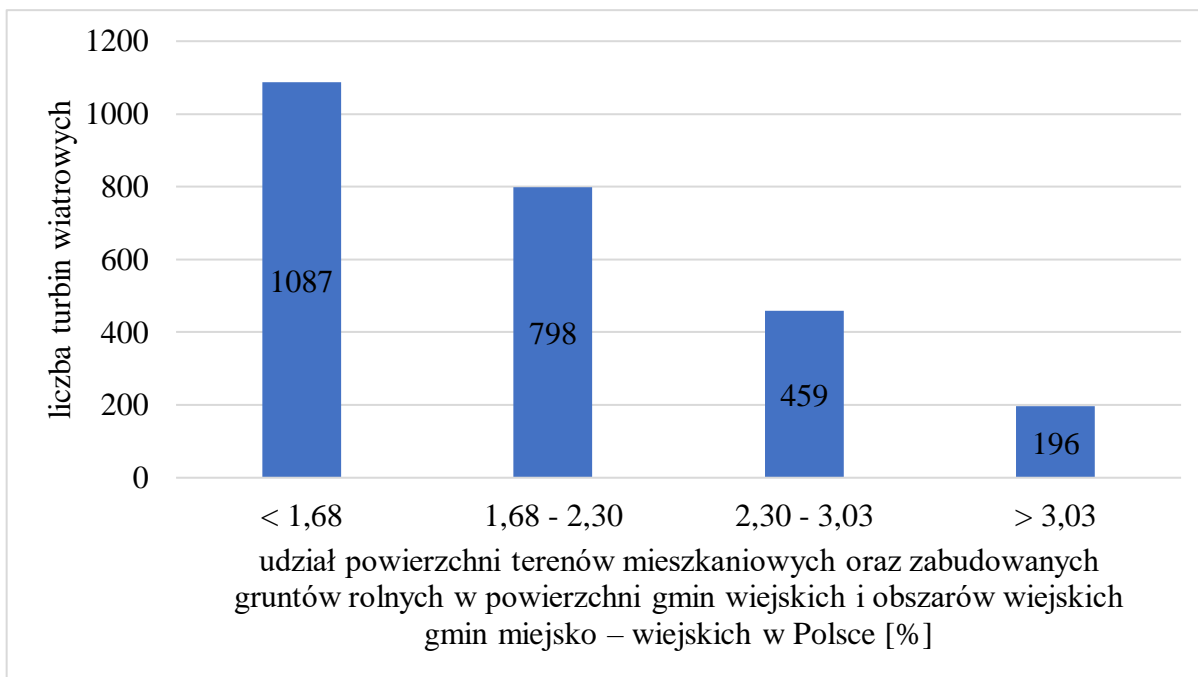
Udział powierzchni terenów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 68. Przestrzenne rozmieszczenie wartości tej cechy było wysoce skorelowane z rozmieszczeniem przestrzennym cech x_3 i x_4 . Najwyższe wartości cechy x_7 występowały na południu kraju oraz w gminach sąsiadujących z największymi miastami, natomiast najmniejsze na północy oraz zachodzie kraju. Średni udział terenów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w gminach wynosił 2,58%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 1,63. 39% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_7 od średniej krajowej, natomiast 61% - niższą. Występowała więc asymetria prawostronna. Kwartyli $Q_1 = 1,68$, $Q_2 = 2,30$, $Q_3 = 3,03$, zatem udział gruntów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych na terenie 25% gmin był mniejszy od 1,68%, dla 25% gmin był większy niż 3,03%, natomiast medianą było 2,30%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 69). Średni udział gruntów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w

powierzchniach gmin, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 2,14%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 2,65%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych w kraju, średni udział gruntów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych wynosił 1,40%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_7 w gminach, liczba turbin na ich terenie znacząco spadała. Średni udział gruntów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych dla gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, był o 17% niższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była aż o 46% niższa niż średnia krajowa.



Ryc. 68. Udział powierzchni terenów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



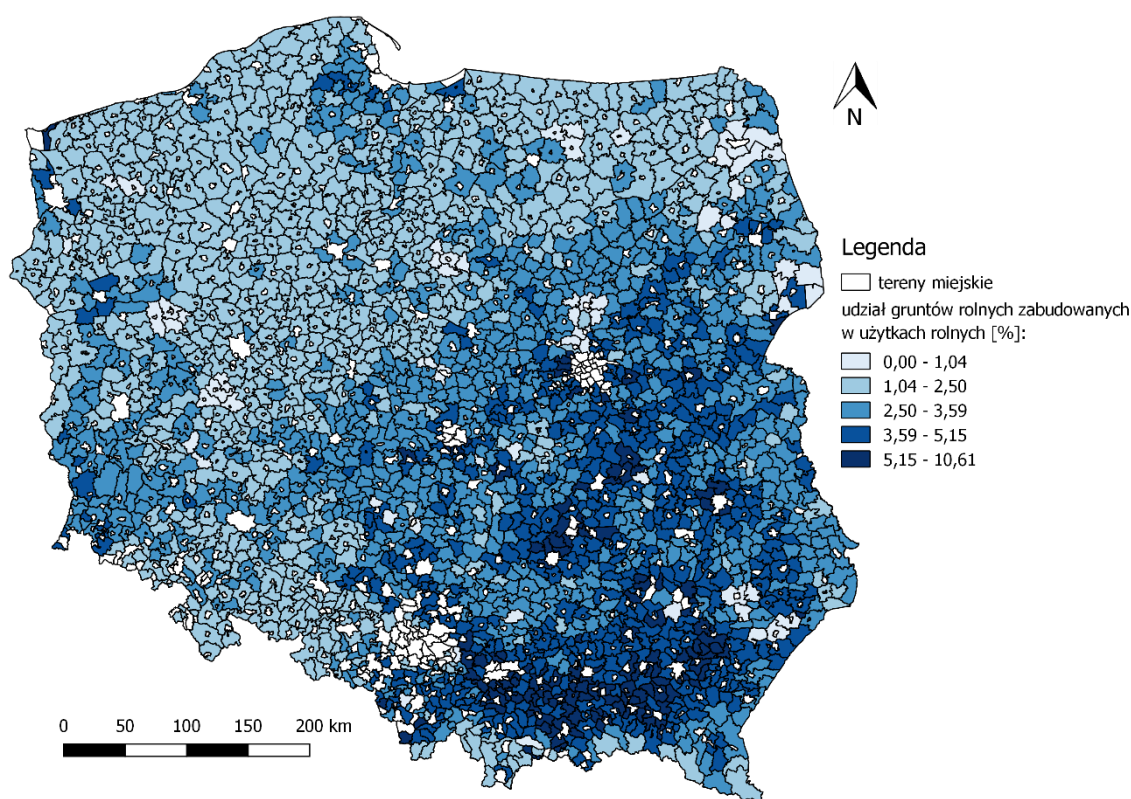
Ryc. 69. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni terenów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₈ - Udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych

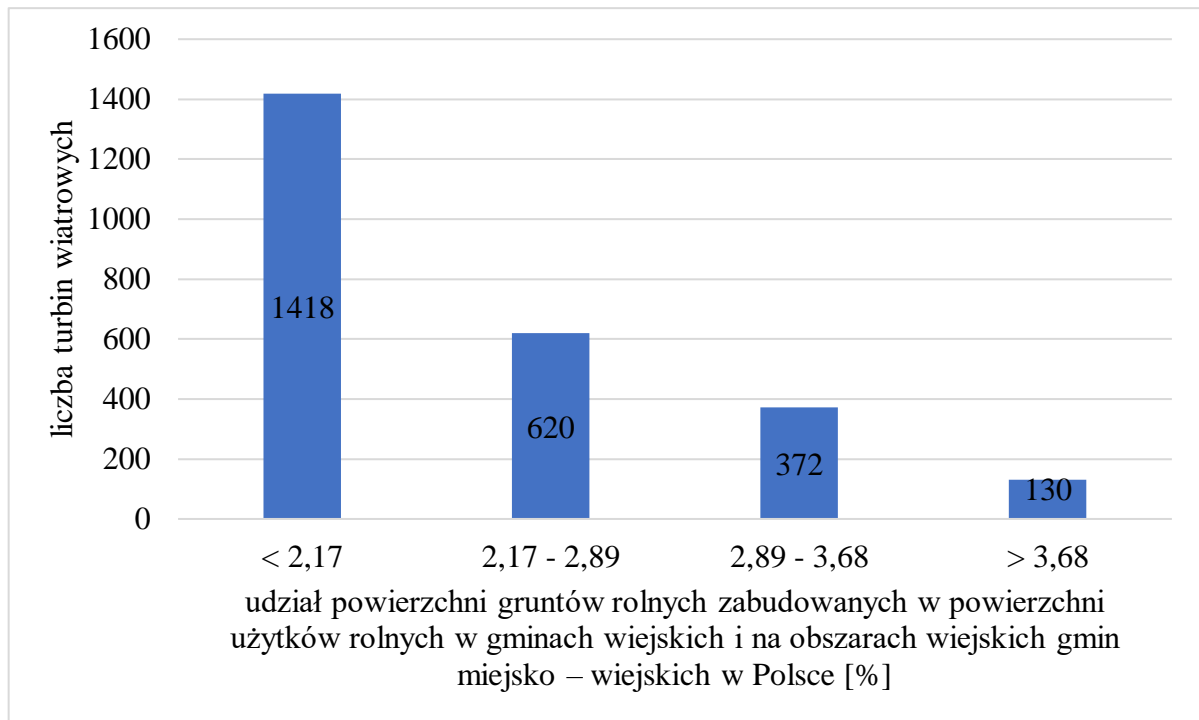
Udział powierzchni gruntów rolnych zabudowanych w powierzchni użytków rolnych w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 70. Najwyższe wartości tej cechy występowały w centralnej oraz w południowo – wschodniej części kraju, natomiast najniższe na północy oraz północnym zachodzie terytorium Polski. Średni udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych w gminach wynosił 3,01%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 1,29. 43% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_8 od średniej krajowej, natomiast 57% - niższą. Występowała więc asymetria prawostronna. Kwartyli $Q_1 = 2,17$, $Q_2 = 2,89$, $Q_3 = 3,68$, zatem udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych na terenie 25% gmin był mniejszy od 2,17%, dla 25% gmin był większy niż 3,68%, natomiast medianą było 2,89%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 71). Średni udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych gmin, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, wynosił

2,45%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 3,10%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych w kraju, średni udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych wynosił 1,65%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_8 w gminach, liczba turbin na ich terenie znacząco spadała. Średni udział gruntów zabudowanych w użytkach rolnych dla gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, był o 19% niższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin, wartość ta była aż o 45% niższa niż średnia krajowa.



Ryc. 70. Udział powierzchni gruntów rolnych zabudowanych w powierzchni użytków rolnych w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich (w %) w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



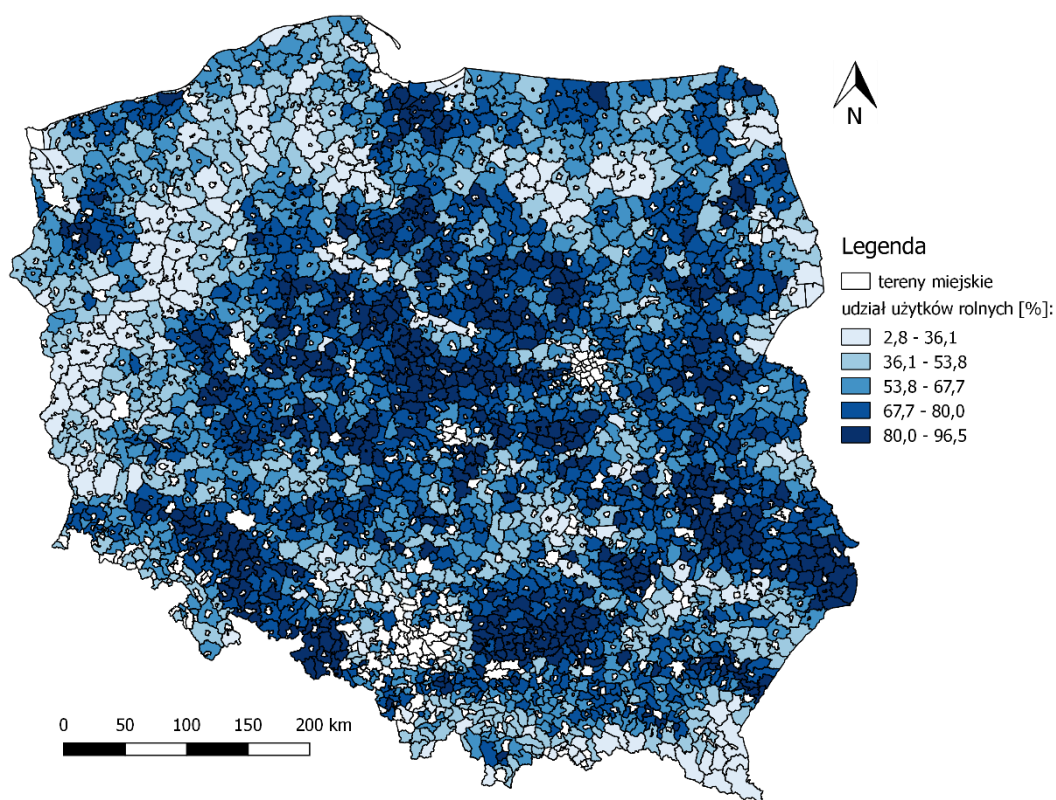
Ryc. 71. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów rolnych zabudowanych w powierzchni użytków rolnych w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₉ – użytki rolne

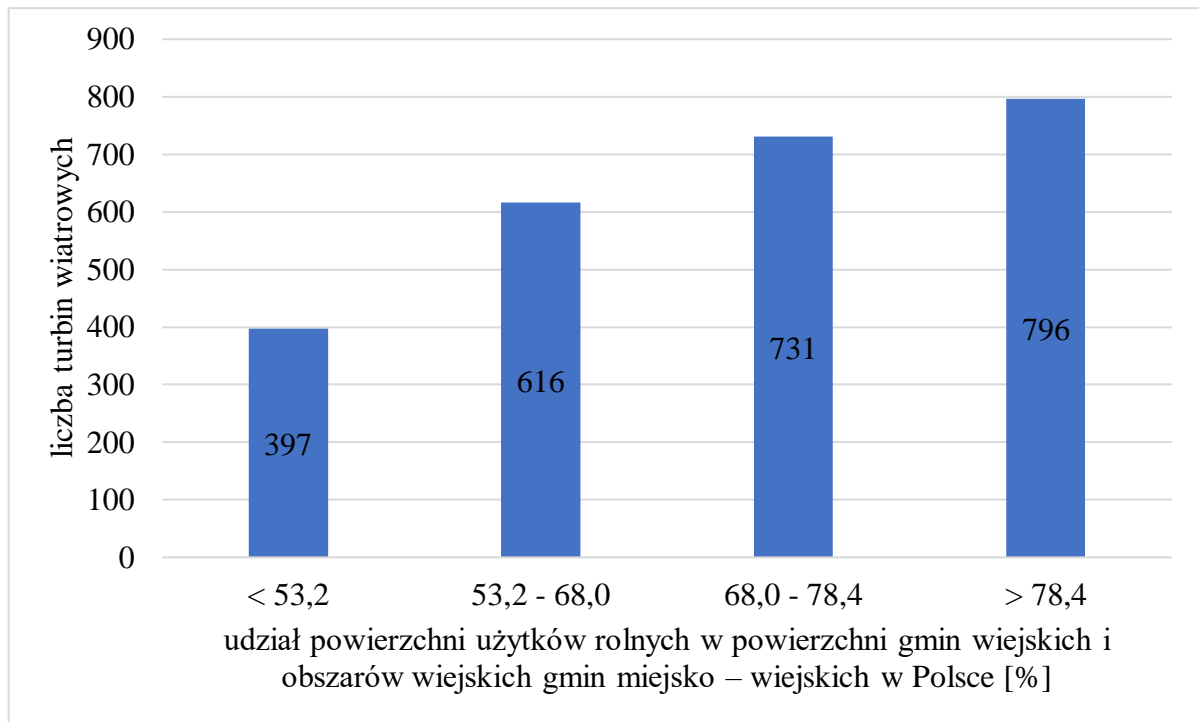
Udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 72. Najniższe wartości tej cechy występowały w północno – zachodniej części kraju, natomiast najwyższe znajdowały się w różnych częściach kraju w dużym rozproszeniu. Średni udział użytków rolnych w gminach wynosił 64,8%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 18,2. 57% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_9 od średniej krajowej, natomiast 43% - niższą. Występowała więc niewielka asymetria lewostronna. Kwartył $Q_1 = 53,2$, $Q_2 = 68,0$, $Q_3 = 78,4$, zatem udział użytków rolnych na terenie 25% gmin był mniejszy niż 53,2%, dla 25% gmin był większy niż 78,4%, natomiast medianą było 68%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 73). Średni udział użytków rolnych w powierzchniach gmin, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 71,5%, natomiast w gminach bez

tego typu obiektów – 63,8%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych, średni udział użytków rolnych w powierzchniach gmin wynosił 66,8%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_9 w gminach, liczba turbin na ich terenie wzrastała. Średni udział użytków rolnych w powierzchniach gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 10% wyższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była wyższa o jedynie 3%.



Ryc. 72. Udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



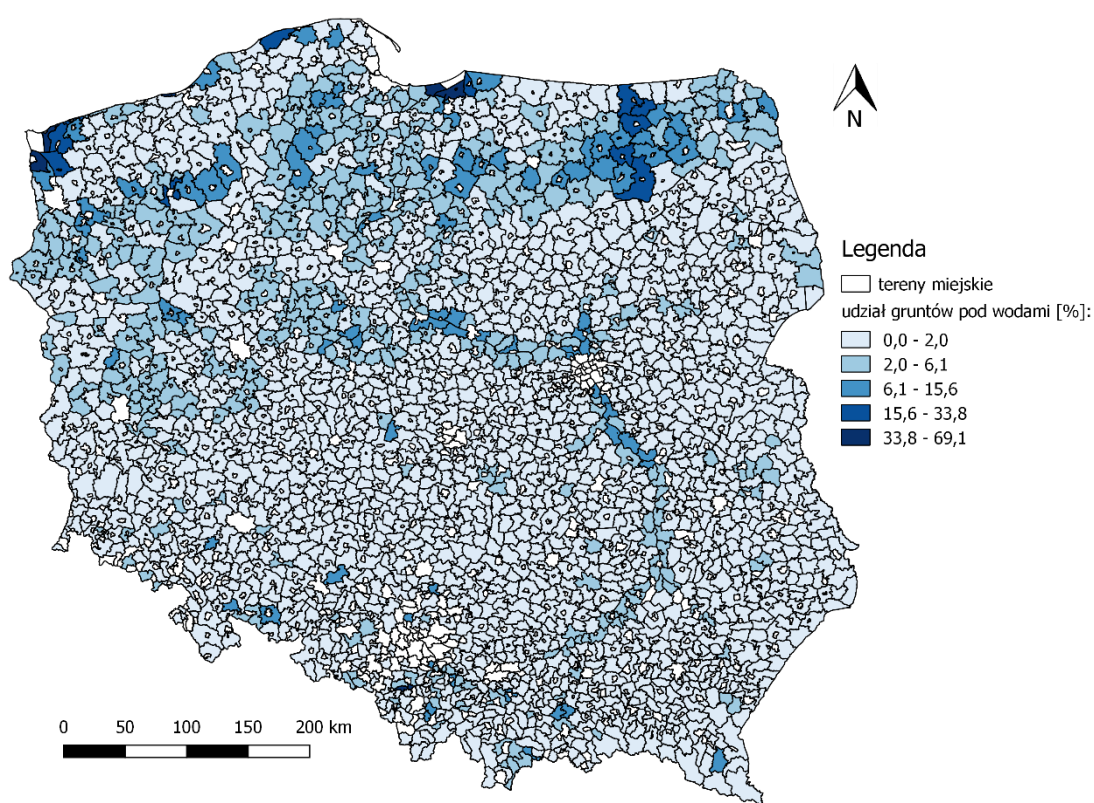
Ryc. 73. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₀ - Grunty pod wodami

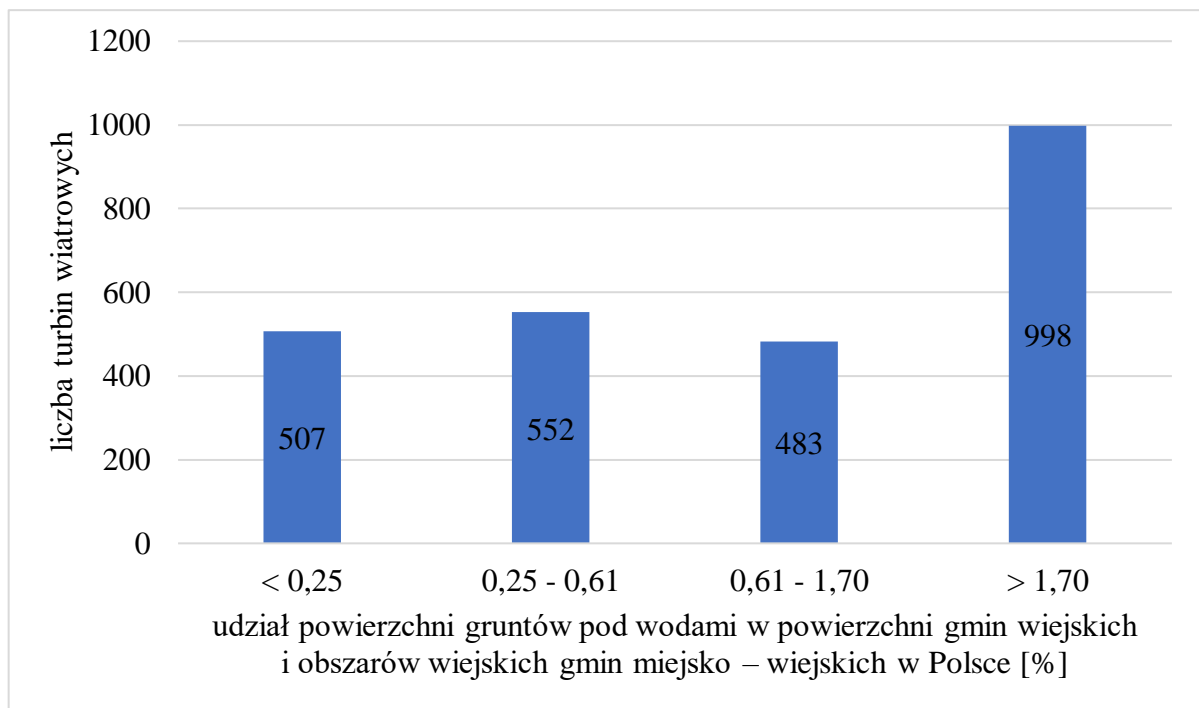
Udział powierzchni gruntów pod wodami w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 74. Najwyższe wartości tej cechy występowały na pojezierzach (w tym przede wszystkim na Mazurach), strefie przybrzeżnej oraz wzdłuż Wisły. Na pozostałym obszarze kraju wartości te były niewielkie. Średni udział gruntów pod wodami w gminach wynosił 1,65%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 3,73. 25% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{10} od średniej krajowej, natomiast 75% niższą. Występowała więc wysoka asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 0,25$, $Q_2 = 0,61$, $Q_3 = 1,70$, zatem udział gruntów pod wodami na terenie 25% gmin był mniejszy niż 0,25%, dla 25% gmin był większy niż 1,70%, natomiast medianą było 0,61%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 75). Średni udział gruntów pod wodami w powierzchni gminy, w której znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, wynosił 1,58%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 1,67%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych, średni udział gruntów pod wodami w

powierzchniach gmin wynosił 3,91%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{10} liczba turbin nie ulegała znaczącym zmianom (za wyjątkiem wartości najwyższych, gdzie liczba turbin była dużo wyższa). Potwierdza to również fakt, iż średni udział gruntów pod wodami w powierzchniach 10 gmin o największej liczbie turbin był aż o 137% wyższy od średniej krajowej, natomiast dla gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, wartość ta była niemal równa średniej krajowej. Na tej podstawie nie można jednoznacznie określić wpływu udziału gruntów pod wodami w powierzchniach gmin na liczbę turbin znajdujących się na ich terenie.



Ryc. 74. Udział powierzchni gruntów pod wodami w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



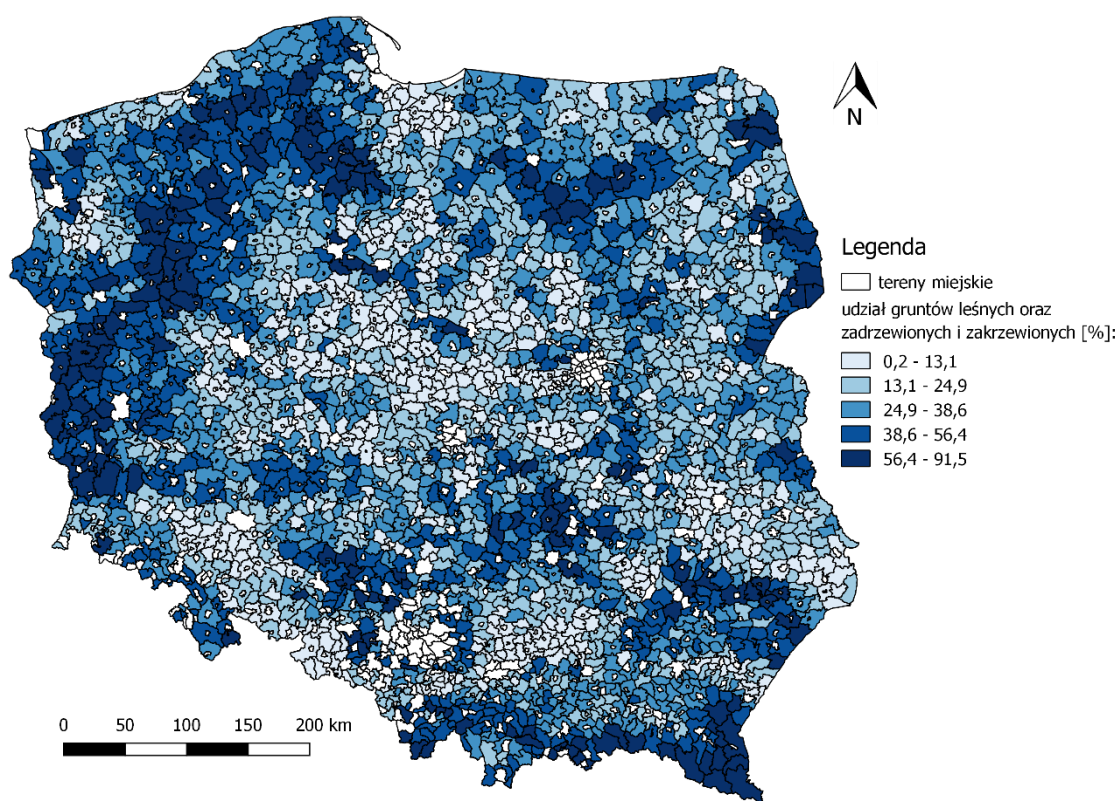
Ryc. 75. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów pod wodami w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₁ - Grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione

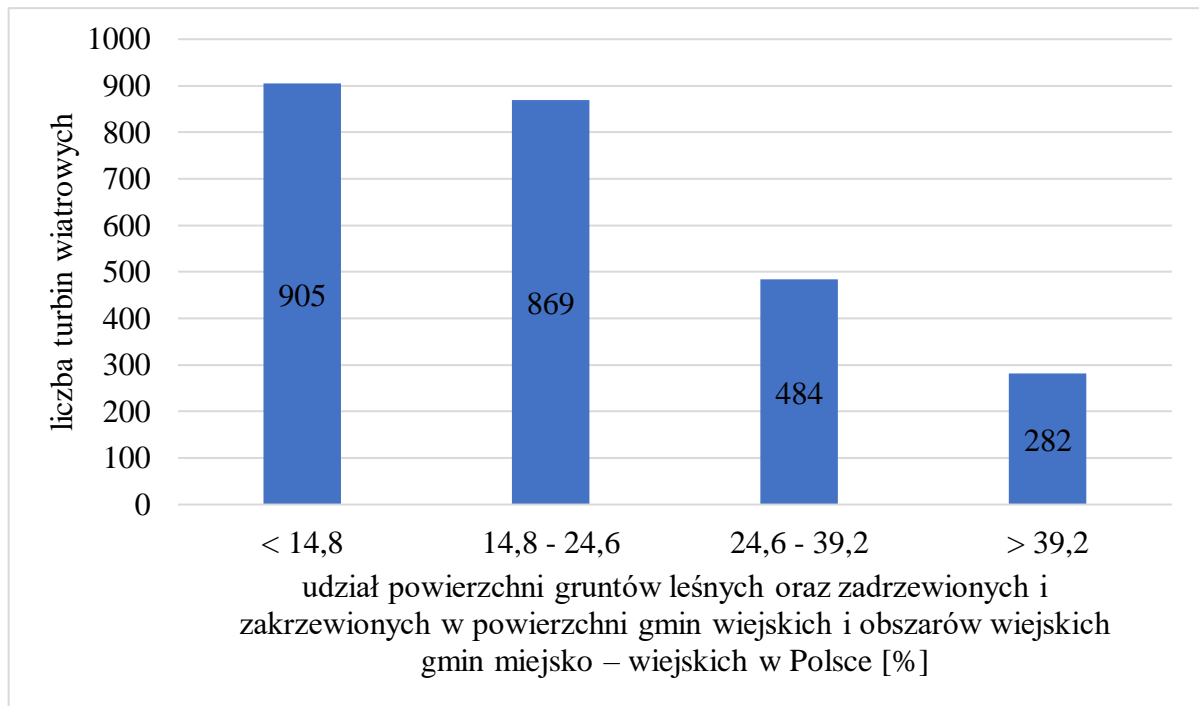
Udział powierzchni gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 76. Rozmieszczenie przestrzenne wartości tej cechy było ujemnie skorelowane z rozmieszczeniem wartości cechy x₁₁. Tam, gdzie udział użytków rolnych był wysoki, tam udział gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych był niski, i odwrotnie. Średni udział gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w gminach wynosił 27,9%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 17,7. 43% gmin posiadało wyższą wartość cechy x₁₁ od średniej krajowej, natomiast 57% - niższą. Występowała więc niewielka asymetria prawostronna. Kwartyli Q₁ = 14,8, Q₂ = 24,6, Q₃ = 39,2, zatem udział gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych na terenie 25% gmin był mniejszy niż 14,8%, dla 25% gmin był większy niż 39,2%, natomiast medianą było 24,6%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 77). Średni udział gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchni-gmin, w których znajdowała się co najmniej

jedna turbina wiatrowa wynosił 21,3%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 29,0%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin wiatrowych, średni udział gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchniach gmin wynosił 22,8%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem cechy x_{11} w gminach, liczba turbin na ich terenie malała. Średni udział gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchniach gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 24% niższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była niższa o 18%.



Ryc. 76. Udział powierzchni gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



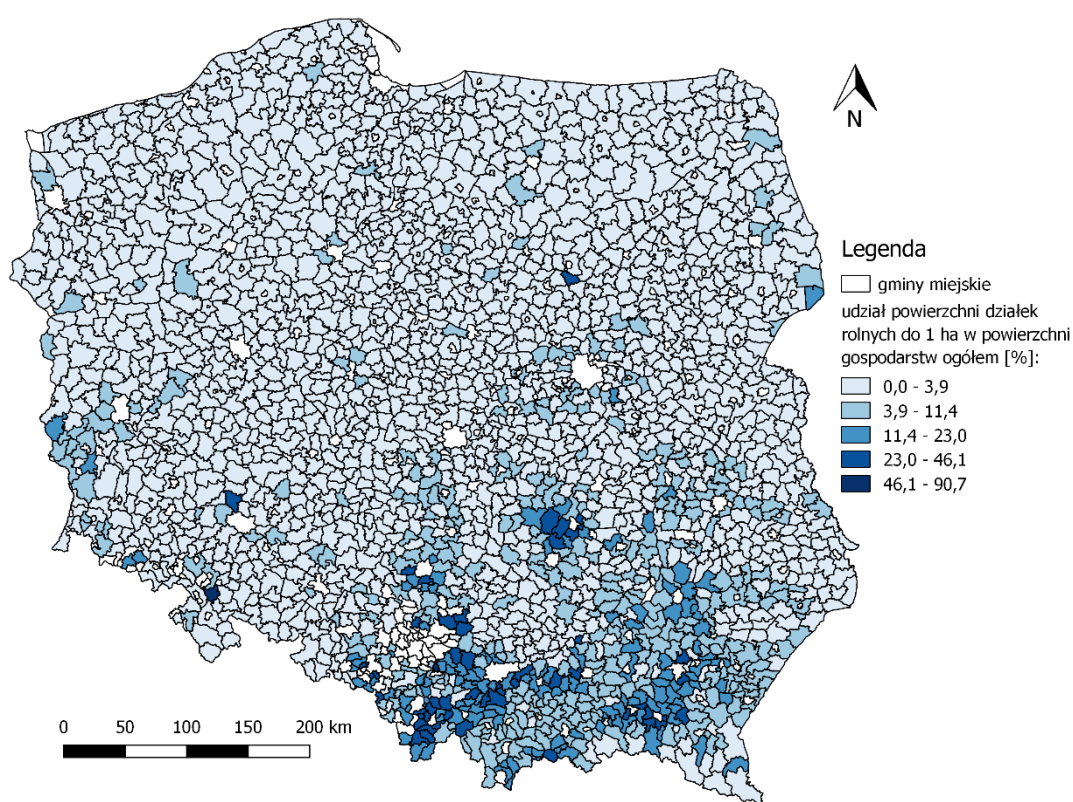
Ryc. 77. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₂ - Powierzchnia działek rolnych do 1 ha włącznie

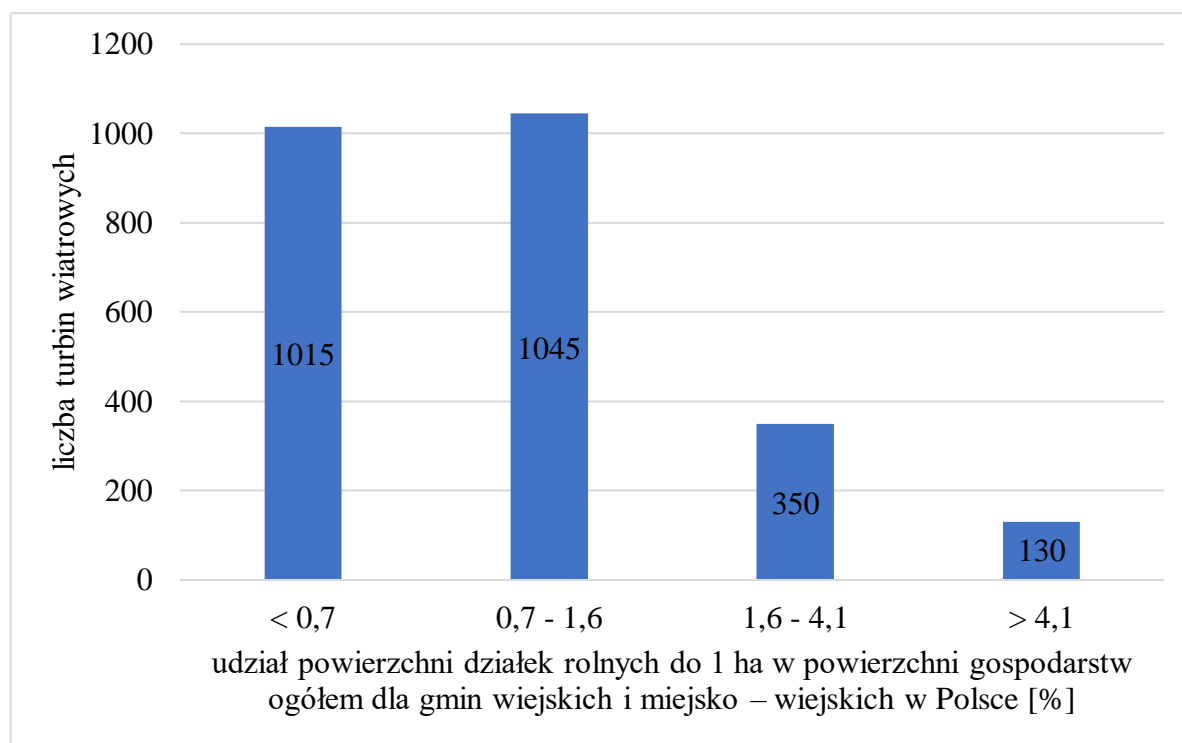
Udział powierzchni działek rolnych do 1 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 78. Najwyższe wartości tej cechy występowały na południu kraju, na pozostałym obszarze były one niewielkie. Ponadto zauważono, iż na obszarach o niskim stopniu natężenia cechy x_{12} , znajdowały się trzy gminy (Krasne, Oborniki Śląskie, Stoszowice), dla których wartości te były bardzo wysokie. Średni udział powierzchni działek rolnych do 1 ha w gminach wynosił 3,9%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 6,3. 25,8% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{12} od średniej krajowej, natomiast 74,2% - niższą. Występowała więc wysoka asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 0,7$, $Q_2 = 1,6$, $Q_3 = 4,1$, zatem udział powierzchni działek rolnych do 1 ha na terenie 25% gmin był mniejszy niż 0,7%, dla 25% gmin był większy niż 4,1%, natomiast medianą było 1,6%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 79). Średni udział powierzchni działek rolnych do 1 ha w ogólnej powierzchni

gospodarstw w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 1,7%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 4,2%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział powierzchni działek rolnych do 1 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach wynosił 0,9%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{12} w gminach, liczba turbin na ich terenie znacząco malała. Średni udział powierzchni działek rolnych do 1 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 56% niższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była niższa aż o 77%.



Ryc. 78. Udział powierzchni działek rolnych do 1 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw (w %) w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2010)



Ryc. 79. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni działek rolnych do 1 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

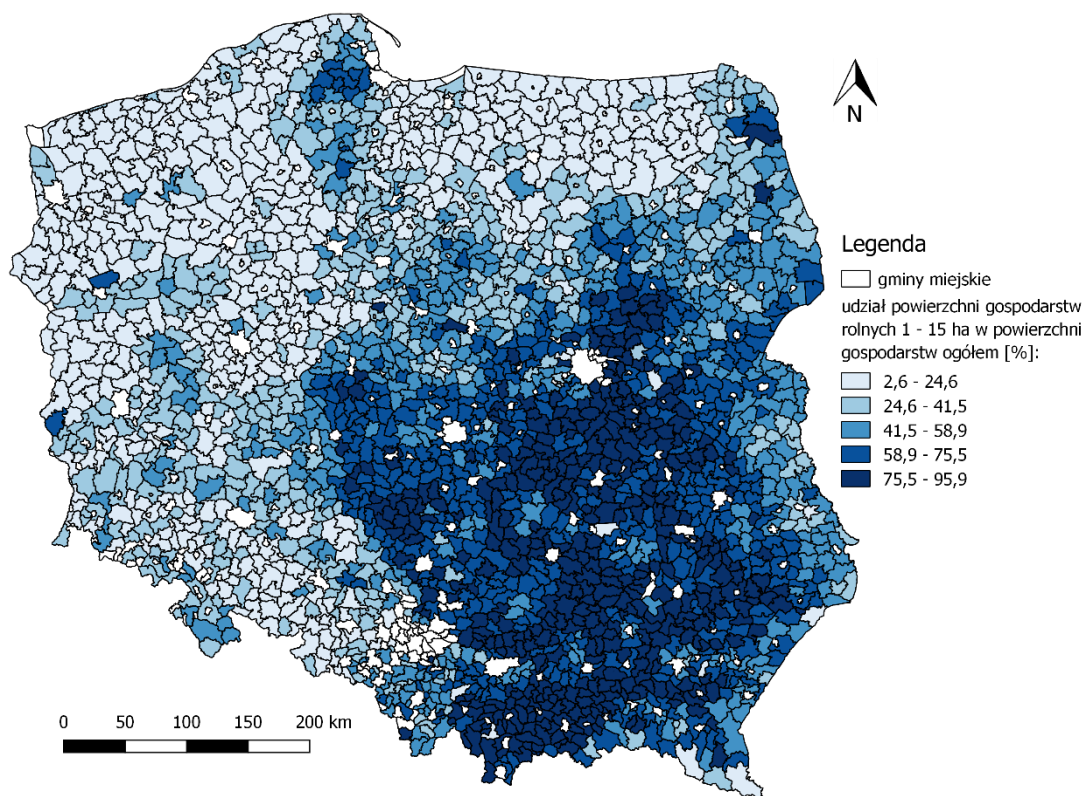
Źródło: Opracowanie własne

X₁₃ - Powierzchnia gospodarstw rolnych 1 – 15 ha

Udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 80. Rozmieszczenie przestrzenne wartości tej cechy uwarunkowane było historycznie³⁷, gdyż najwyższe wartości występowały na obszarze zajmowanym przez Rosję oraz Austrię przed wybuchem I wojny światowej, czyli w centralnej, wschodniej oraz południowej Polsce. Ponadto wysokie wartości cechy x_{13} odnotowano w centralnej części województwa pomorskiego. Średni udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w gminach wynosił 49,2%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 45. Niemal identyczna liczba gmin posiadała wartości cechy x_{13} niższe w stosunku do wartości wyższych od średniej krajowej. Kwartył $Q_1 = 26,5$, Q_2

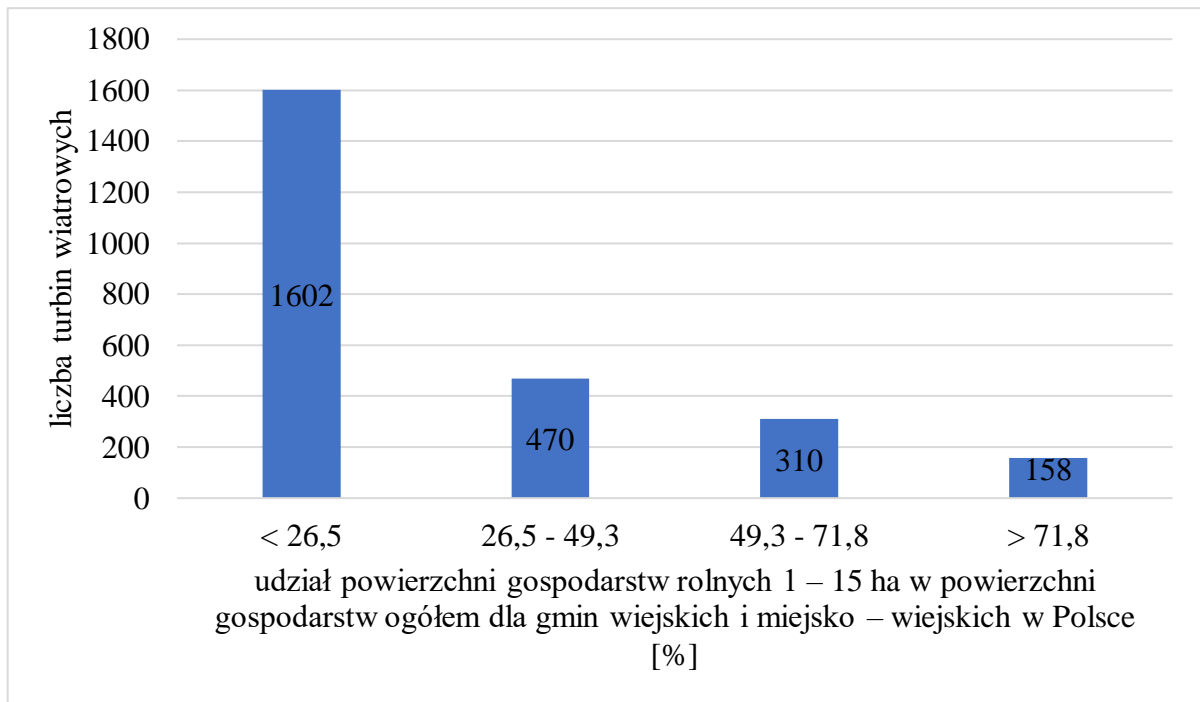
³⁷ Na strukturę agrarną (rozdrobienie gospodarstw) duży wpływ miały ogólne warunki umożliwiające rozwój rolnictwa i produkcji rolnej w danym zaborze (m. in. stopień rozwoju produkcji przemysłowej, zapotrzebowanie na żywność, możliwości eksportu rolnego). W Galicji rozwój pozarolniczych działów gospodarki był najsłabszy, w związku z tym gospodarstwa ulegały rozdrobnieniu poprzez dzielenie ich zwykle między rodzeństwo, które nie mogło zająć się działalnością pozarolniczą. Pozarolnicze działy gospodarki najsilniej rozwijały się w zaborze pruskim, stwarzając dla rolnictwa najlepsze warunki rozwoju, przez co struktura agrarna była tam mało rozdrobniona (Gorzela 2010).

= 49,3, $Q_3 = 71,8$, zatem udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha na terenie 25% gmin był mniejszy niż 26,5%, dla 25% gmin był większy niż 71,8%, natomiast medianą było 49,3%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 81). Średni udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 37,3%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 51,1%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach wynosił 15,1%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{13} w gminach, liczba turbin na ich terenie znacząco malała. Średni udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 24,2% niższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była niższa aż o 69,3%.



Ryc. 80. Udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 - 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2010)



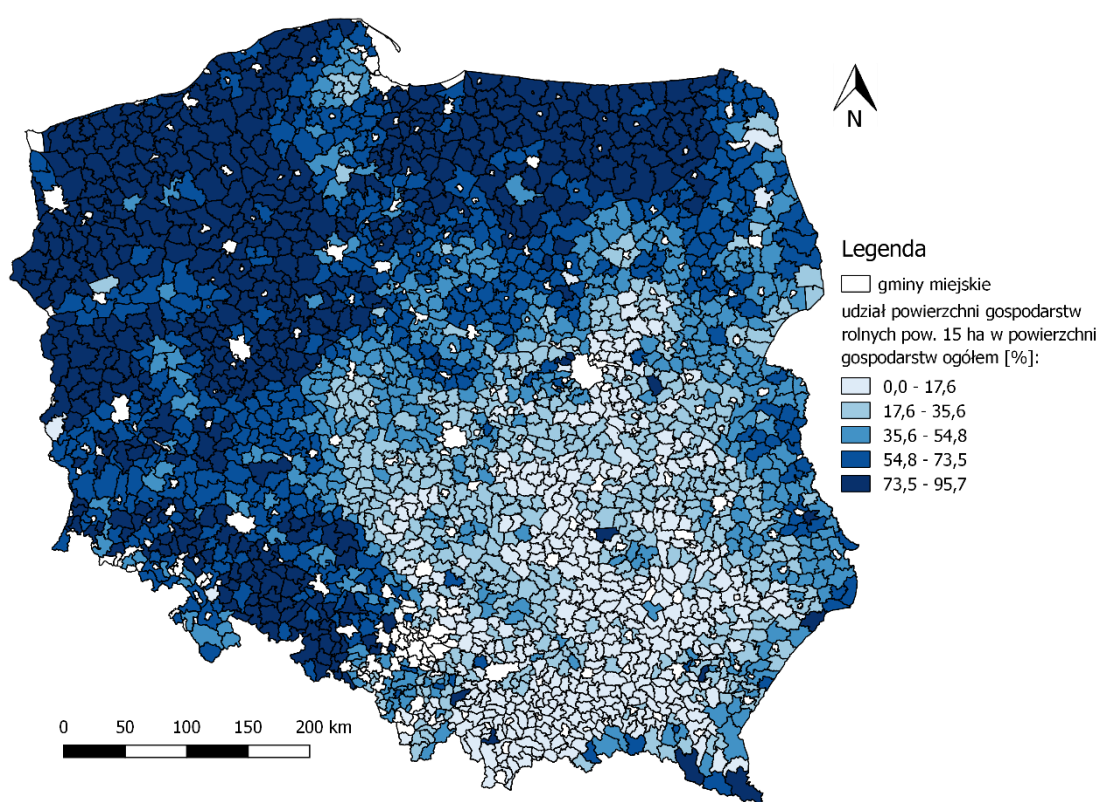
Ryc. 81. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₄ - Powierzchnia gospodarstw rolnych 15 ha i więcej

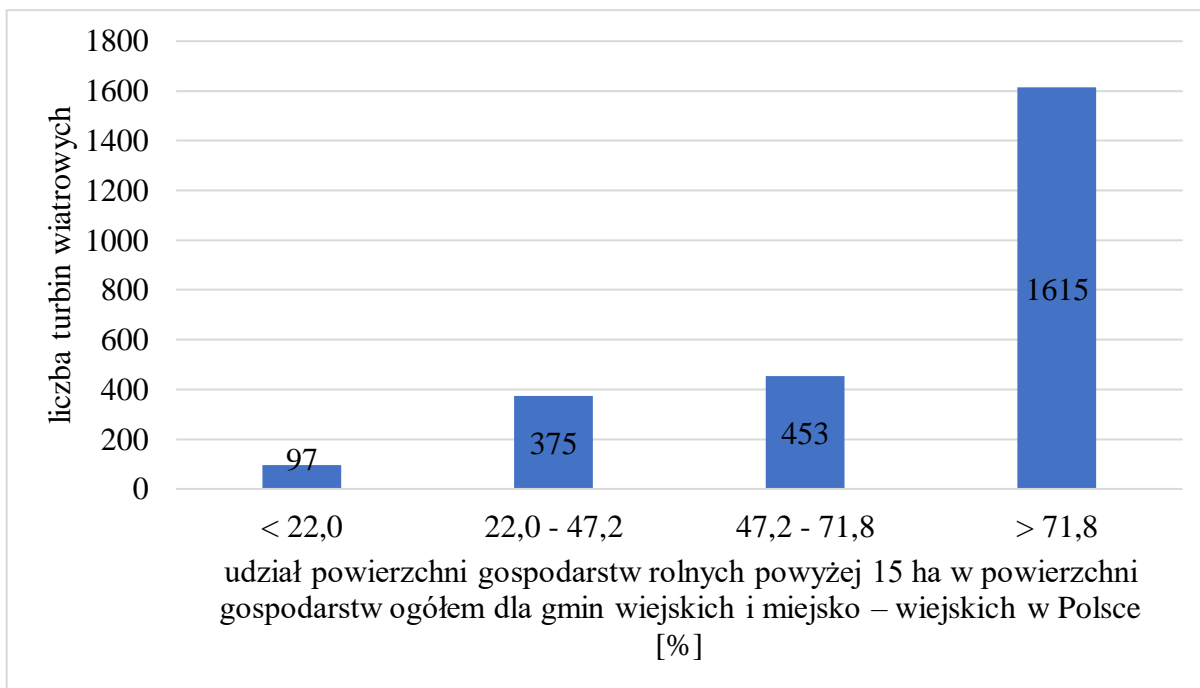
Udział powierzchni gospodarstw rolnych powyżej 15 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 82. Rozmieszczenie przestrzenne wartości tej cechy również było uwarunkowane historycznie, gdyż najwyższe wartości występowały na obszarze zajmowanym przez Prusy przed wybuchem I wojny światowej, czyli w północnej, zachodniej oraz południowo – zachodniej Polsce. Średni udział powierzchni gospodarstw rolnych pow. 15 ha w gminach wynosił 46,9%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 27,3. Niemal identyczna liczba gmin posiadała wartości cechy x_{14} niższe w stosunku do wartości wyższych od średniej krajowej. Kwartył $Q_1 = 22,0$ $Q_2 = 47,2$, $Q_3 = 71,8$, zatem udział powierzchni gospodarstw rolnych pow. 15 ha na terenie 25% gmin był mniejszy niż 22%, dla 25% gmin był większy niż 71,8%, natomiast medianą było 47,2%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 83). Średni udział powierzchni gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 61%, natomiast

w gminach bez tego typu obiektów – 44,7%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział powierzchni gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach wynosił 84%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{14} w gminach, liczba turbin na ich terenie znacząco wzrastała. Średni udział powierzchni gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 30,1% wyższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była wyższa aż o 79,1%.



Ryc. 82. Udział powierzchni gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2010)



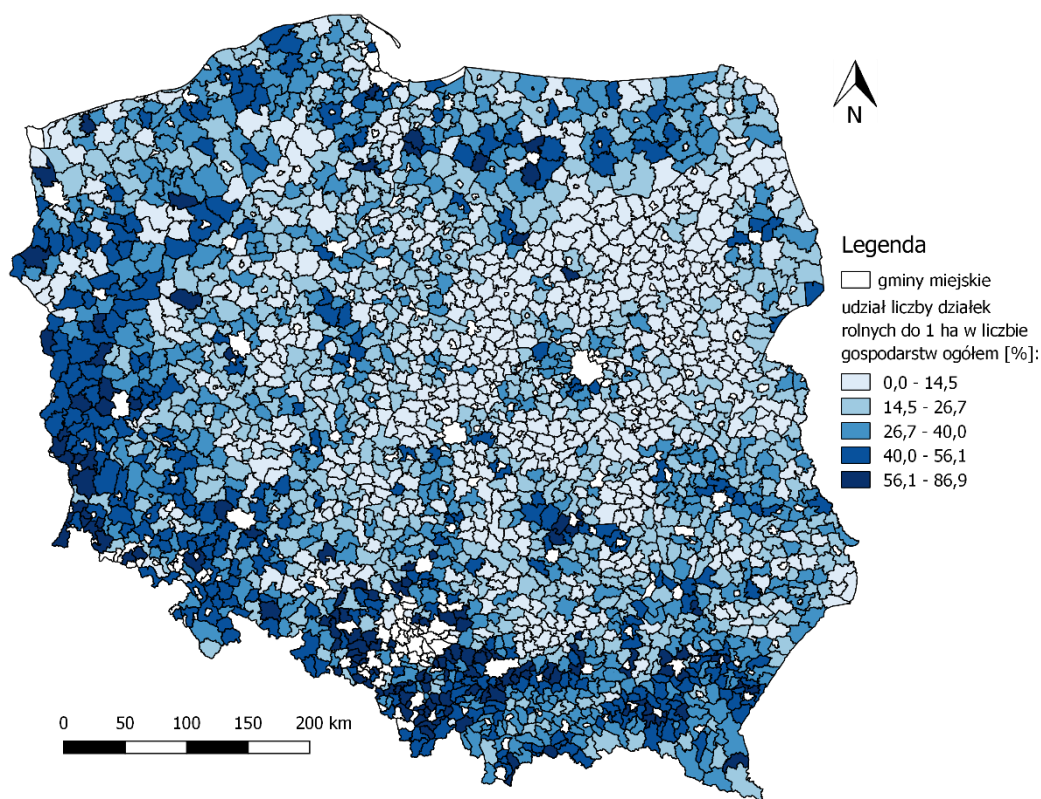
Ryc. 83. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gospodarstw rolnych powyżej 15 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₅ - Liczba działek rolnych do 1 ha włącznie

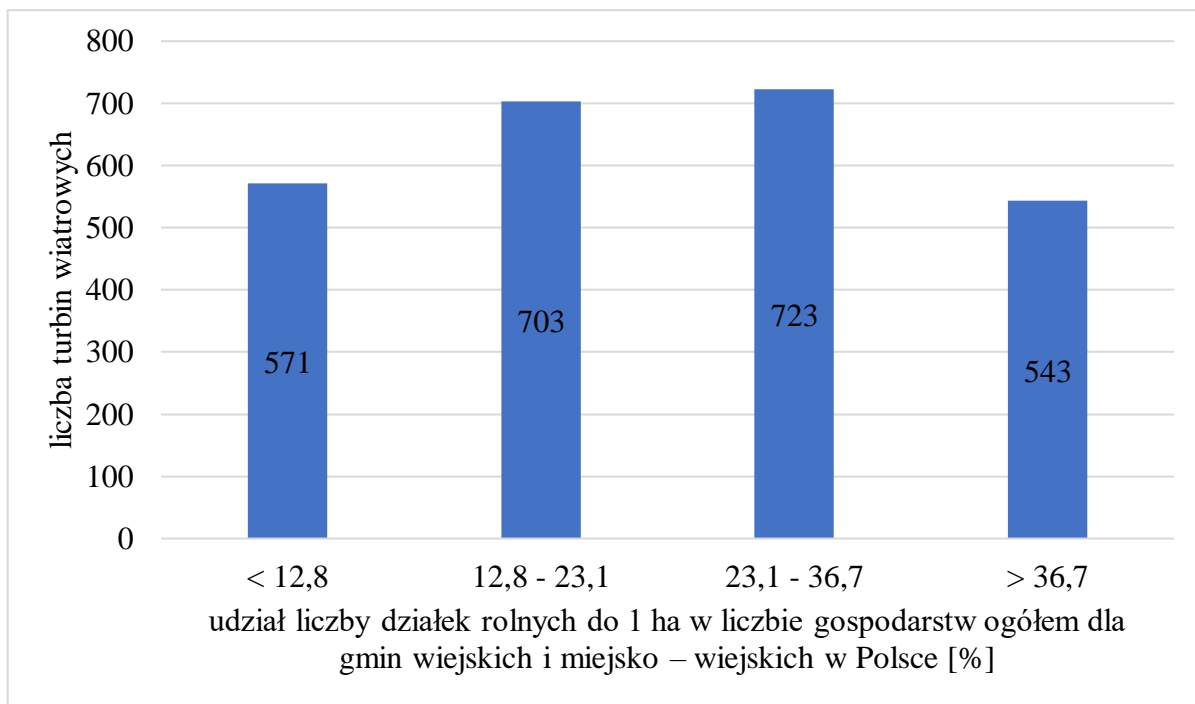
Udział liczby działek rolnych do 1 ha w liczbie gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 84. Najwyższe wartości tej cechy występowały w sąsiedztwie największych miast oraz na północy, wschodzie i południu kraju. Średni udział liczby działek rolnych do 1 ha w gminach wynosił 26,3%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 17. 43,1% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{15} od średniej krajowej, natomiast 56,9% - niższą. Występowała więc niewielka asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 12,8$, $Q_2 = 23,1$, $Q_3 = 36,7$, zatem udział liczby działek rolnych do 1 ha na terenie 25% gmin był mniejszy niż 12,8%, dla 25% gmin był większy niż 36,7%, natomiast medianą było 23,1%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 85). Średni udział liczby działek rolnych do 1 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 23,1%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 26,8%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział liczby działek rolnych do 1 ha w ogólnej liczbie

gospodarstw w gminach wynosił 27,0%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{15} w gminach, liczba turbin na ich terenie nie ulegała znaczącym zmianom. Potwierdza to również fakt, iż średni udział liczby działek rolnych do 1 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 12,2% niższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była wyższa o jedynie 2,7%. Na tej podstawie nie można jednoznacznie określić wpływu udziału liczby działek rolnych do 1 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach na liczbę turbin znajdujących się na ich terenie.



Ryc. 84. Udział liczby działek rolnych do 1 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2010)



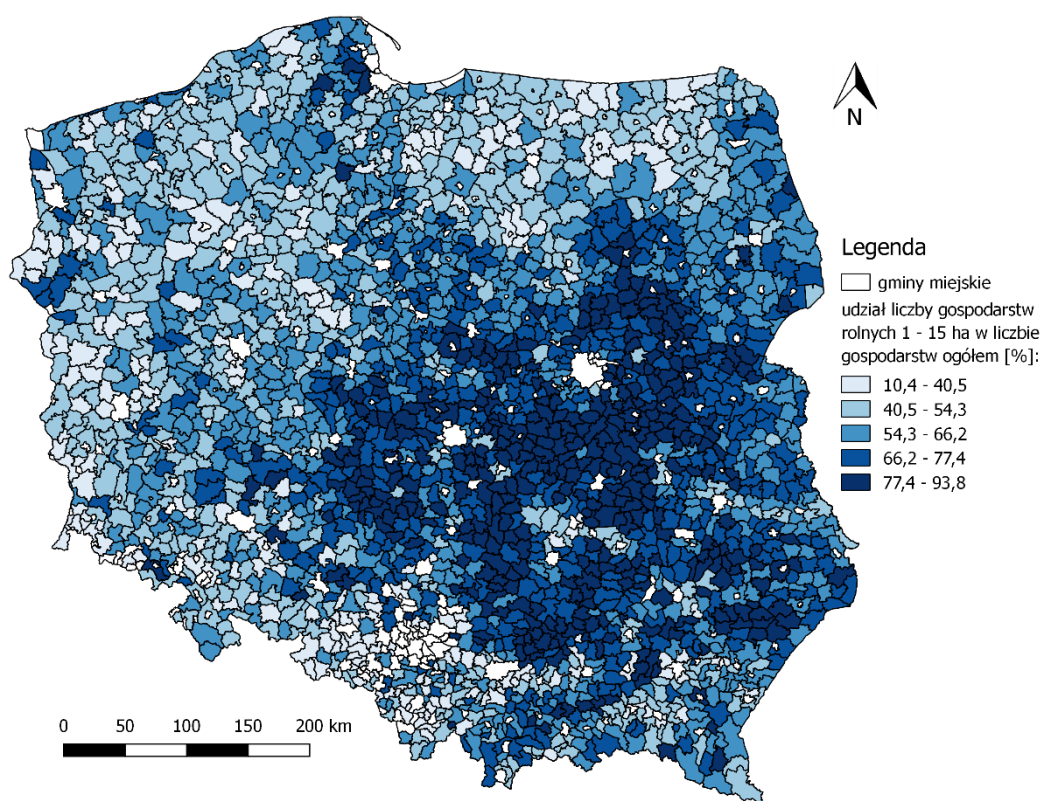
Ryc. 85. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału liczby działek rolnych do 1 ha w liczbie gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₆ - Liczba gospodarstw rolnych 1 – 15 ha

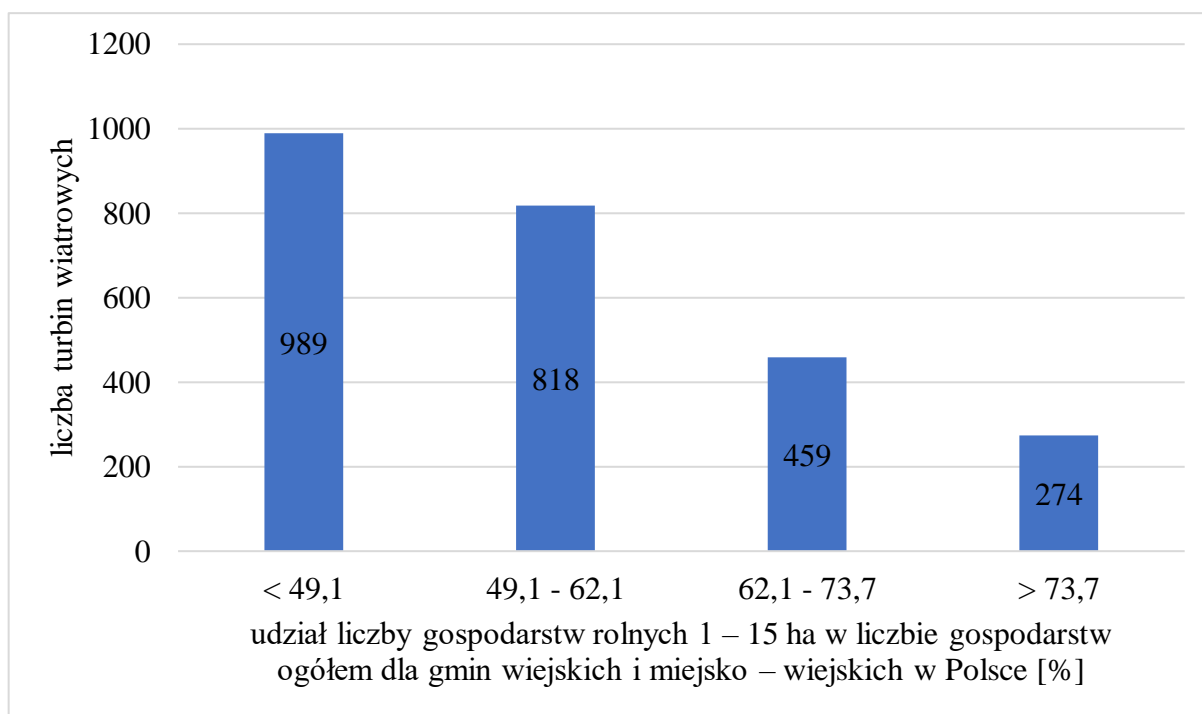
Udział liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w liczbie gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 86. Rozmieszczenie przestrzenne wartości tej cechy było zbliżone do rozmieszczenia przestrzennego wartości cechy x_{13} , tj. najwyższe wartości występowały w centralnej oraz wschodniej części kraju oraz w centralnej części województwa pomorskiego. Średni udział liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w gminach wynosił 61%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 16. 52,3% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{16} od średniej krajowej, natomiast 47,7% - niższą, zatem nie należy wskazywać istotnej asymetrii. Kwartyli $Q_1 = 49,1$, $Q_2 = 62,1$, $Q_3 = 73,7$, zatem udział liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha na terenie 25% gmin był mniejszy niż 49,1%, dla 25% gmin był większy niż 73,7%, natomiast medianą było 62,1%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 87). Średni udział liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 58,5%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów

– 61,4%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wynosił 45,0%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{16} w gminach, liczba turbin na ich terenie malała. Średni udział liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw rolnych w gminach, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa, był niższy o jedynie 4,1%, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była niższa o 26,2%.



Ryc. 86. Udział liczby gospodarstw rolnych 1 - 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2010)



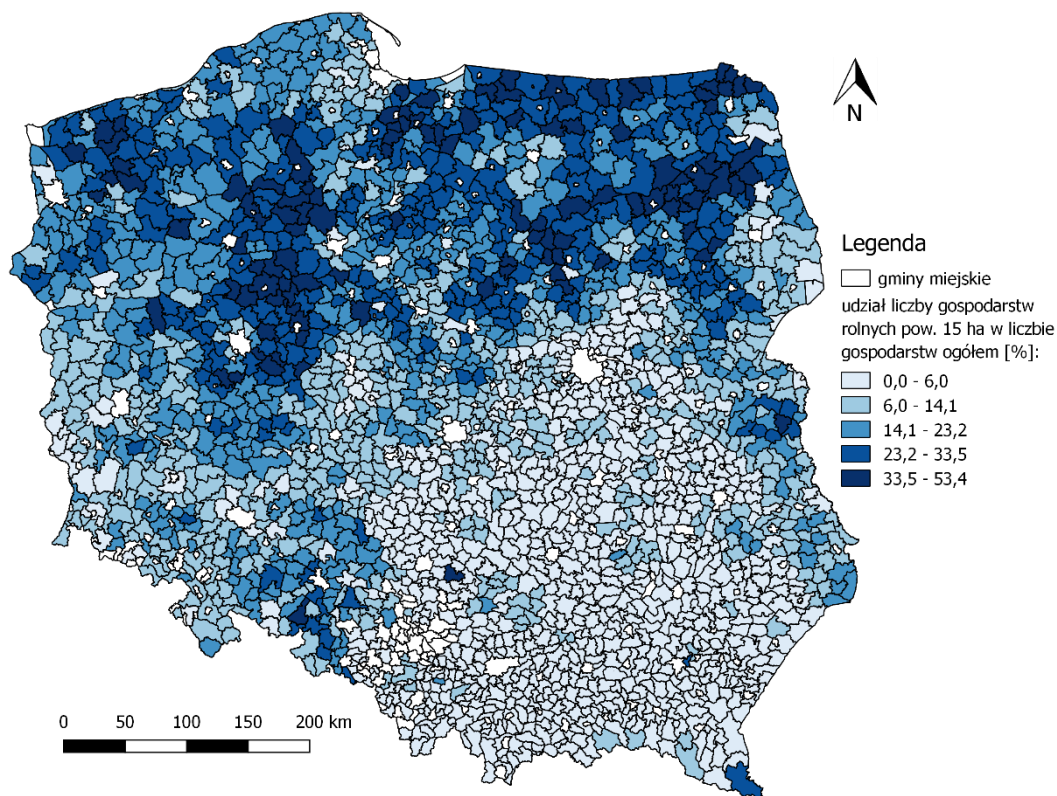
Ryc. 87. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w liczbie gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₇ - Liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej

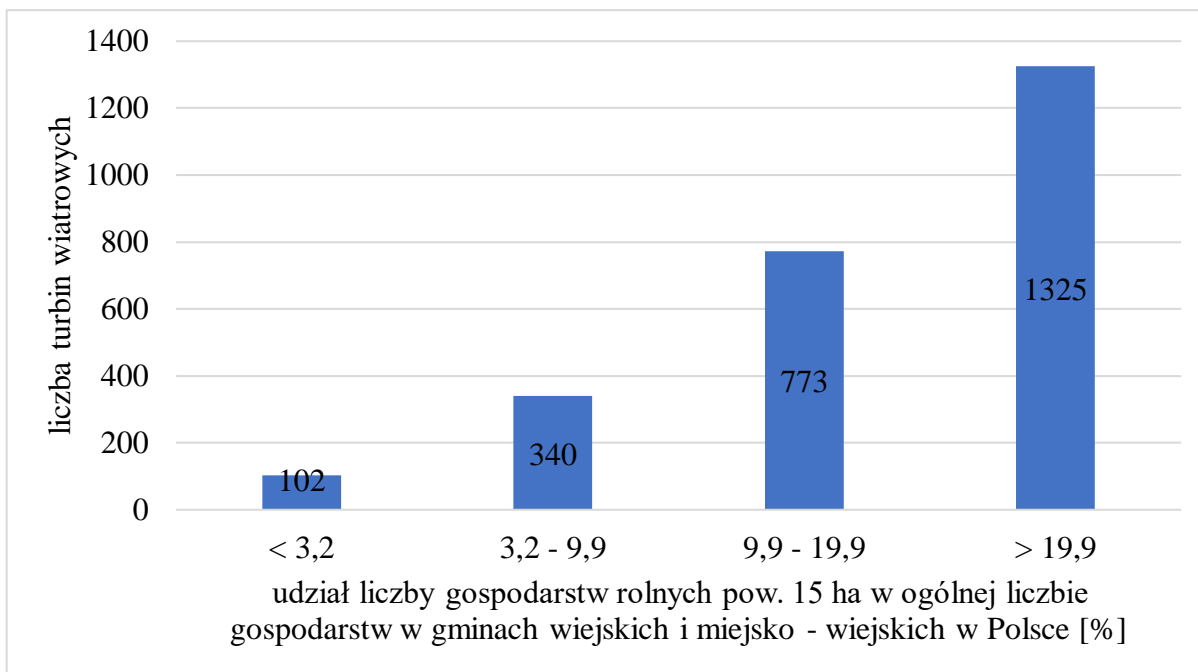
Udział liczby gospodarstw rolnych powyżej 15 ha w liczbie gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 88. Najwyższe wartości tej cechy występowały na północy kraju, natomiast najniższe w centralnej oraz południowo – wschodniej Polsce. Średni udział liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha w gminach wynosił 12,7%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 11,1. 42% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{17} od średniej krajowej, natomiast 58% - niższą. Występowała więc niewielka asymetria prawostronna. Kwartyli $Q_1 = 3,2$, $Q_2 = 9,9$, $Q_3 = 19,9$, zatem udział liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha na terenie 25% gmin był mniejszy niż 3,2%, dla 25% gmin był większy niż 19,9%, natomiast medianą było 9,9%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 89). Średni udział liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 18,4%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 11,8%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział liczby gospodarstw

rolnych pow. 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wynosił 26%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{17} w gminach, liczba turbin na ich terenie znacząco wzrastała. Średni udział liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 44,9% wyższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin, wartość ta była wyższa aż o 104,7%.



Ryc. 88. Udział liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2010)



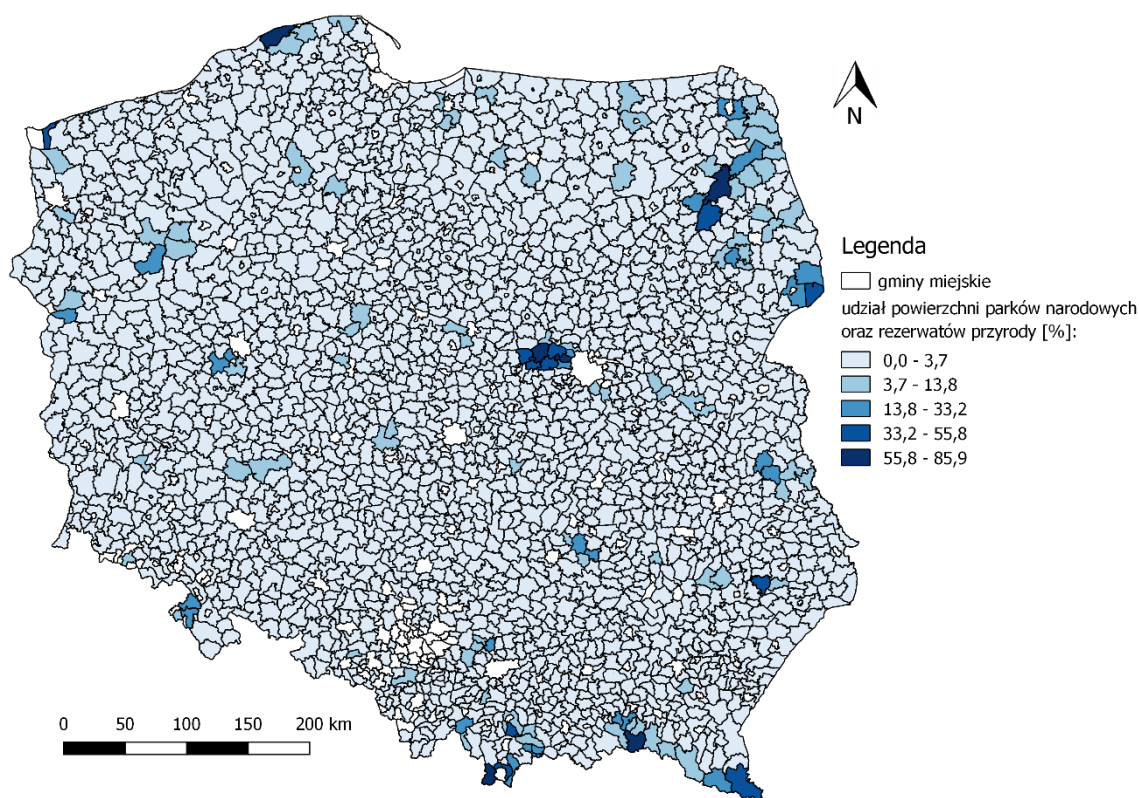
Ryc. 89. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₁₈ – Parki narodowe oraz rezerваты przyrody

Udział powierzchni parków narodowych i rezerwatów przyrody w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 90. Należy zwrócić uwagę na gminy: Smołdzino, Głównyzyce oraz Damnica, które znajdują się w strefie przybrzeżnej o najlepszych zasobach energetycznych wiatru. W sąsiednich gminach występuje znaczna liczba turbin wiatrowych, natomiast w wymienionych nie są zlokalizowane tego typu instalacje. Prawdopodobne zatem jest, że występująca dysproporcja w liczbie turbin wiatrowych w strefie przybrzeżnej jest wynikiem występowania Słowińskiego Parku Narodowego pokrywającego części powierzchni gmin Smołdzino, Głównyzyce i Damnica. Średni udział powierzchni parków narodowych i rezerwatów przyrody w gminach wynosił 1,22%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 5,54. 13% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{18} od średniej krajowej, natomiast 87% - niższą. Występowała więc bardzo duża asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 0$, $Q_2 = 0$, $Q_3 = 0,38$, zatem występowała bardzo duża liczba gmin, na terenie których nie znajdował się park narodowy oraz rezerwat przyrody. W związku z tym podzielono gminy na dwie grupy: 1 – gminy z występującymi parkami narodowymi lub rezerwatami przyrody na swoim terenie, 2 – gminy z nie występującymi parkami narodowymi lub

rezerwatami przyrody na swoim terenie. W pierwszej grupie (898 gmin) zlokalizowane były 1072 turbiny (średnio 1,19 turbiny/gmina), w grupie drugiej (1276 gmin) zlokalizowanych było 1468 turbin (średnio 1,15 turbiny/gmina). Średni udział powierzchni parków narodowych i rezerwatów przyrody w powierzchniach gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 0,58%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 1,31%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział powierzchni parków narodowych i rezerwatów przyrody w powierzchniach gmin wynosił 1,31%. Wartość ta była wyższa o 7% od średniej krajowej i była równa wartości dla gmin, w których nie występowała żadna turbina wiatrowa. Natomiast średni udział powierzchni parków narodowych i rezerwatów przyrody w powierzchniach gmin, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 48% niższy od średniej krajowej. W związku z powyższym, nie można jednoznacznie określić wpływu udziału parków narodowych i rezerwatów przyrody w gminach na liczbę turbin znajdujących się na ich terenie.

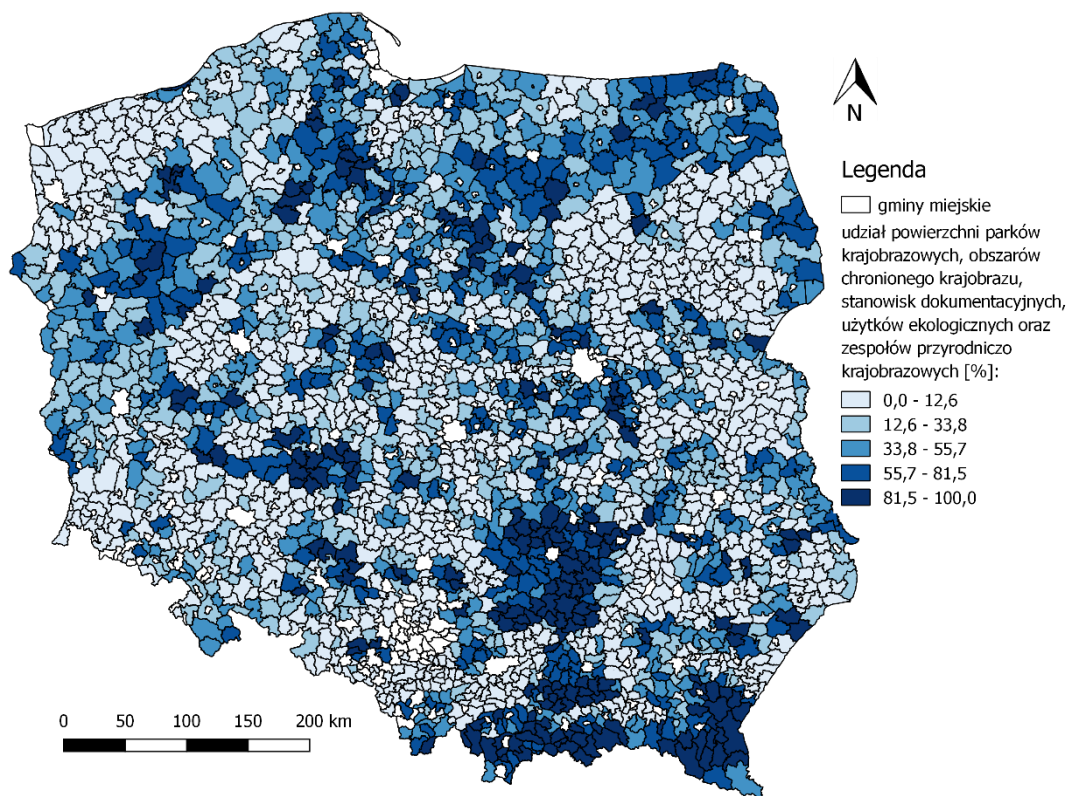


Ryc. 90. Udział powierzchni parków narodowych oraz rezerwatów przyrody w powierzchni gmin wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2014 roku

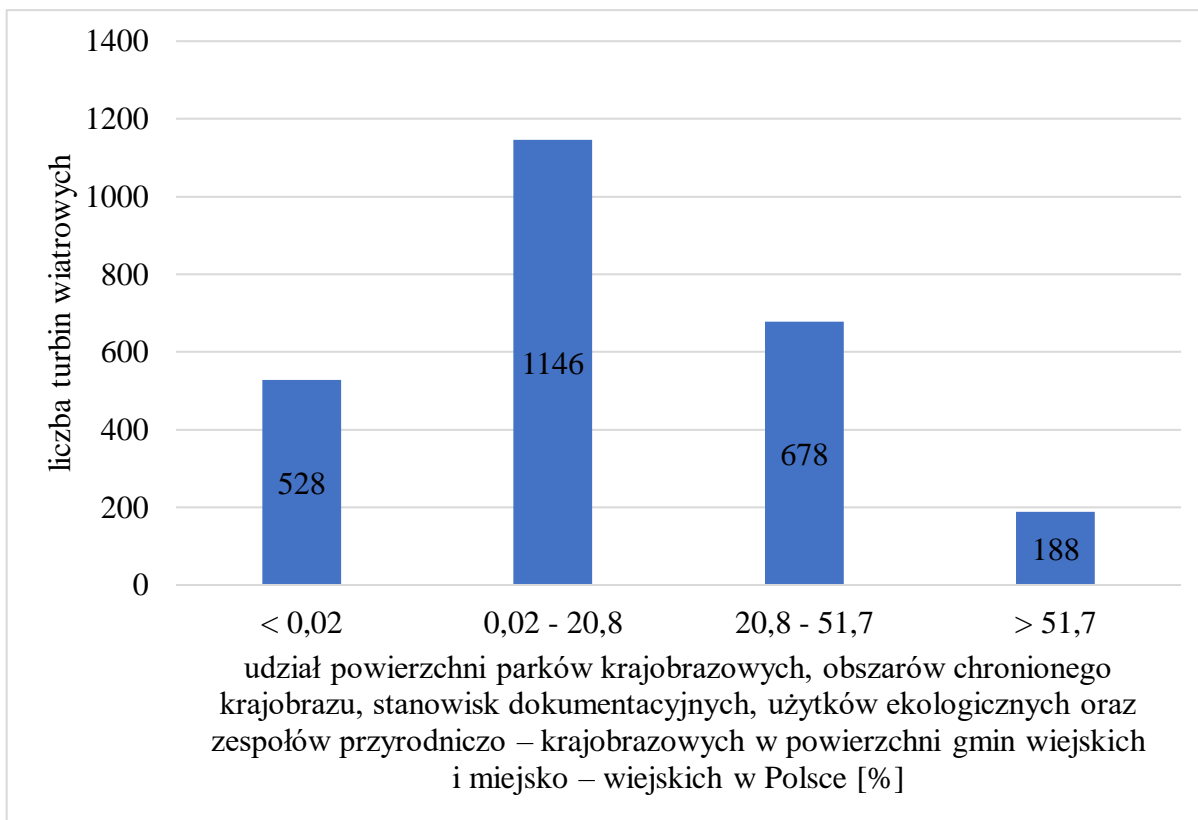
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)

X₁₉ – Udział powierzchni parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo - krajobrazowych

Udział powierzchni parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – krajobrazowych w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 91. Największe skupienia wysokich wartości tej cechy występowały na południu kraju oraz w województwie świętokrzyskim. Niemniej wysokie wartości odnotować można niemal w każdej części Polski. Średni udział powierzchni wymienionych form ochrony przyrody w powierzchniach gmin wynosił 30,1%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 32,2. 42% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{19} od średniej krajowej, natomiast 58% – niższą. Występowała więc niewielka asymetria prawostronna. Kwartyli $Q_1 = 0,02$, $Q_2 = 20,8$, $Q_3 = 51,7$, zatem udział wymienionych form ochrony w powierzchniach gmin dla 25% gmin był mniejszy niż 0,02%, dla 25% gmin był większy niż 51,7%, natomiast medianą było 20,8%. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 92). Średni udział powierzchni wymienionych form ochrony przyrody w powierzchniach gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 21,4%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 31,5%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział powierzchni wymienionych form ochrony przyrody w powierzchniach gmin wynosił 9,5%. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{19} w gminach, liczba turbin na ich terenie malała (za wyjątkiem wartości najniższych cechy x_{19}), wyraźne było to zwłaszcza przy wysokich wartościach tej cechy. Średni udział powierzchni wymienionych form ochrony przyrody w powierzchniach gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 29% niższy od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była niższa aż o 68%.



Ryc. 91. Udział powierzchni parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – krajobrazowych w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)



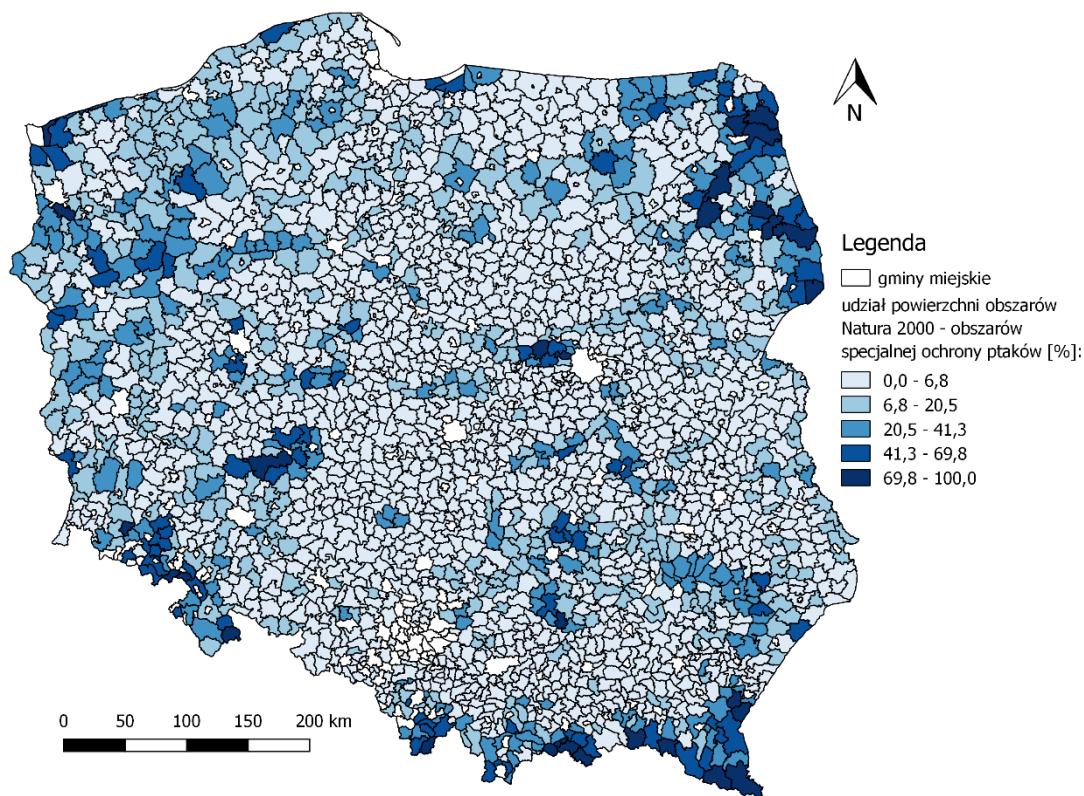
Ryc. 92. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – krajobrazowych w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₂₀ - Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków

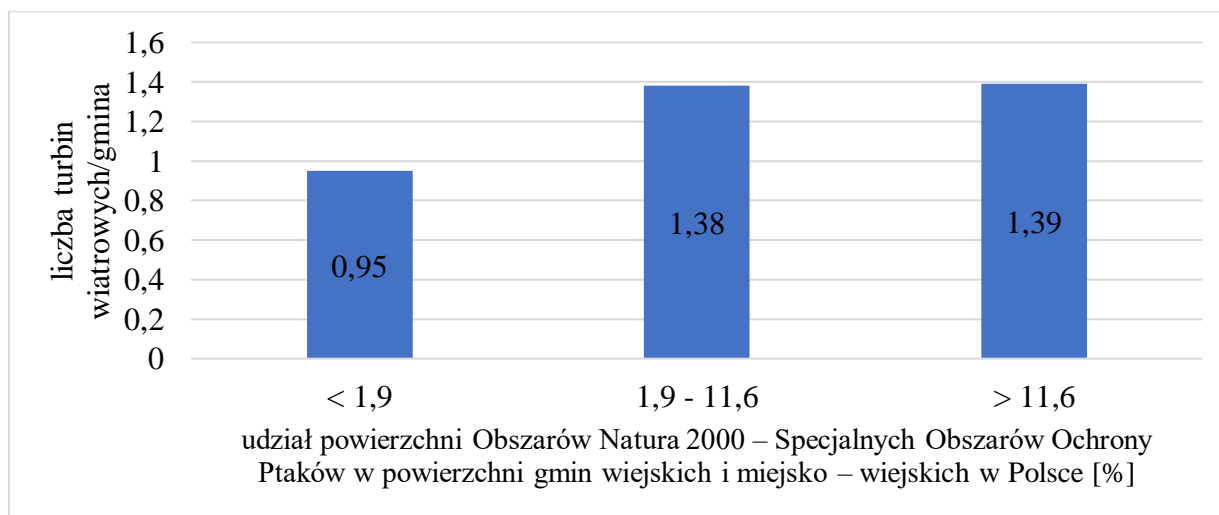
Udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 93. Najwyższe wartości tej cechy występowały na południu kraju (m.in. Bieszczady, Ostoja Popradzka) oraz w województwie podlaskim (m.in. Dolina Biebrzy, Ostoja Knyszyńska, Ostoja Augustowska). Średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 - specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchniach gmin wynosił 9,2%, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 15,9. 30% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{20} od średniej krajowej, natomiast 70% - niższą. Występowała więc duża asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 0$, $Q_2 = 1,9$, $Q_3 = 11,6$, zatem udział Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków dla co najmniej 25% gmin wynosił 0, dla 25% gmin był większy niż 11,6%, natomiast medianą było 1,9%. W związku z tym, zdecydowano analizować liczbę turbin na terenach gmin, nie uwzględniając

pierwszego kwartyla. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono trzy grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 94). Na terenie gmin w przedziale $< 1,9\%$ znajdowało się 1036 turbin (0,95 turbiny/gmina), w przedziale $1,9 - 11,6\%$ znajdowało się 749 turbin (1,38 turbiny/gmina), w przedziale $> 11,6\%$ znajdowało się 755 turbin (1,39 turbiny/gmina). Średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchniach gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 6,3%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 9,7%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchniach gmin wynosił 9,0%. W związku z powyższym, wraz ze wzrostem wartości cechy x_{20} w gminach, liczba turbin na ich terenie nieznacznie wzrastała. Jednak średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchniach gmin, na terenie których zlokalizowana była co najmniej jedna turbina był o 32% niższy od średniej krajowej, a dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była niższa o jedynie 2%. Nie można zatem jednoznacznie określić wpływu udziału powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchniach gmin na liczbę turbin znajdującą się na ich terenie.



Ryc. 93. Udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GDOŚ (2014)

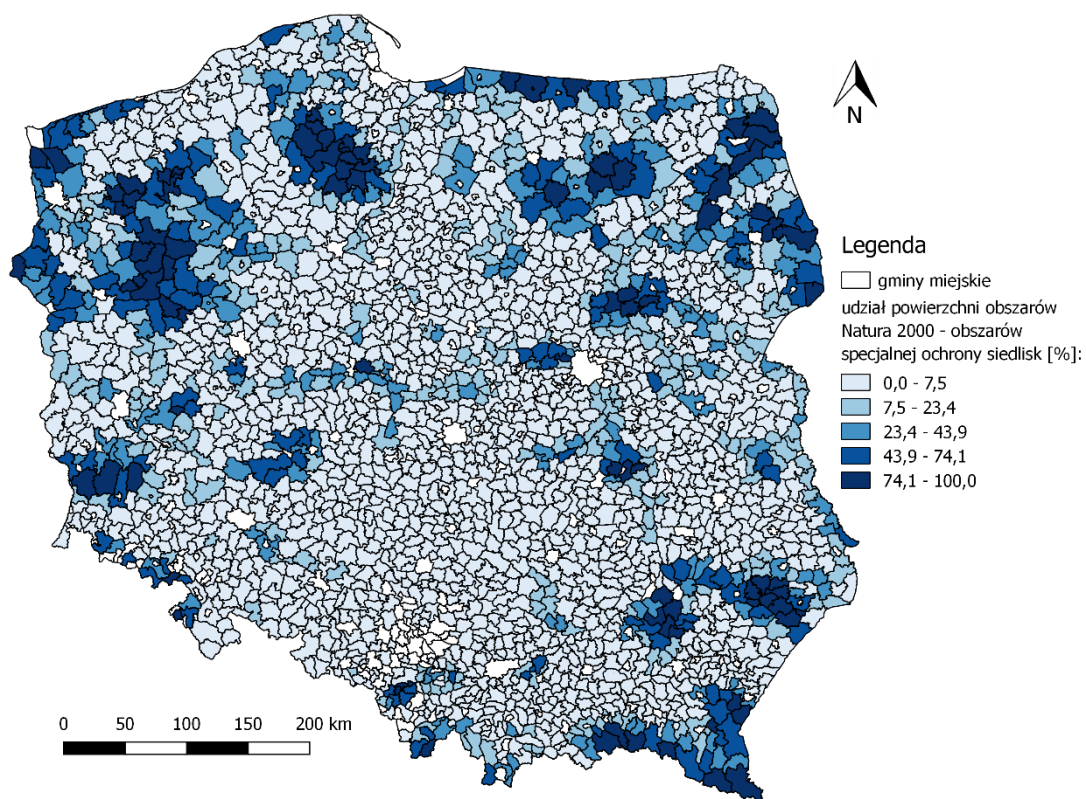


Ryc. 94. Średnia liczba turbin wiatrowych przypadająca na gminy znajdujące się w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

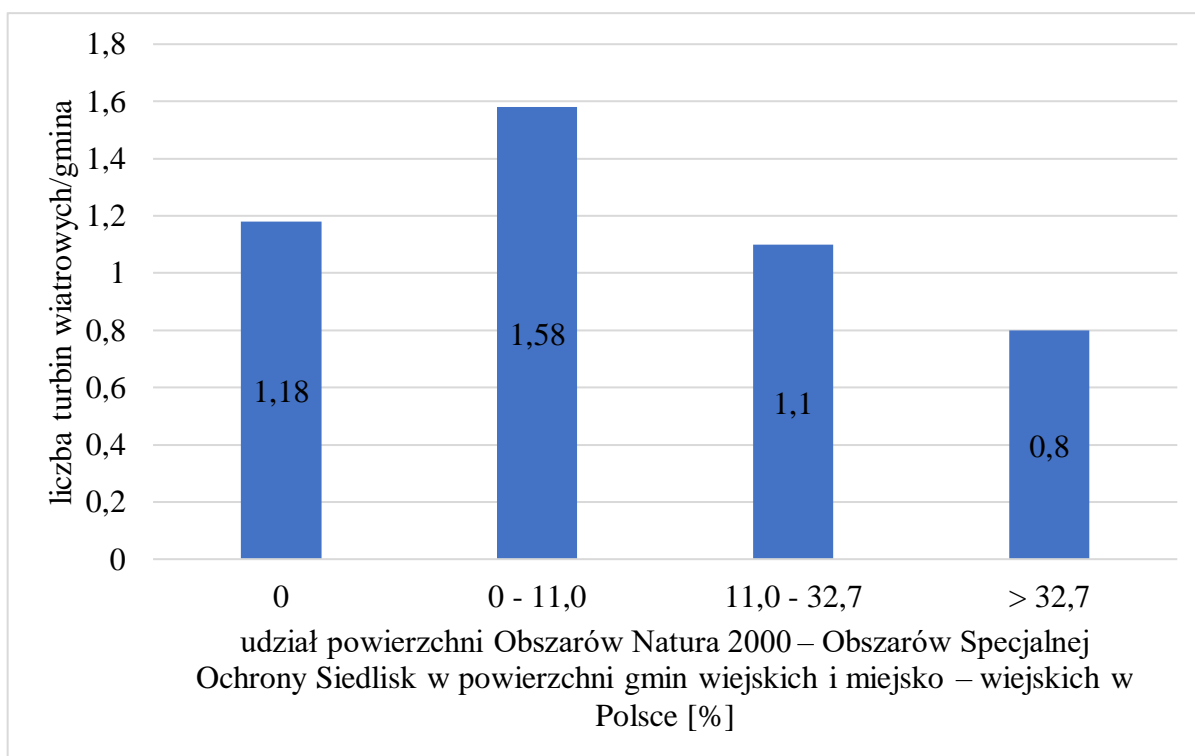
X₂₁ - Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk

Udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 95. Najwyższe wartości tej cechy występowały na północy kraju (m.in. Bory Tucholskie, Puszcza Knyszyńska, Puszcza Augustowska, Puszcza Piska, Puszcza Notecka) oraz w południowo- wschodniej części kraju (m.in. Bieszczady, Beskid Niski, Roztocze, Puszcza Solska). Średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchniach gmin wynosił 12,0%, natomiast wartość odchylenie standardowego równa była 22,9. 26% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{21} od średniej krajowej, natomiast 74% - niższą. Występowała więc duża asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 0$, $Q_2 = 0$, $Q_3 = 13,4$, zatem udział Obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk dla co najmniej 50% gmin wynosił 0, a dla 25% gmin był większy niż 13,4%. W związku z tym, zdecydowano analizować liczbę turbin na terenach gmin, dzieląc gminy na te, na których występują Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk (trzy grupy – percentyl 33% (11,0%) oraz percentyl 66% (32,7%)) oraz na te, na terenie których nie występują tego typu obszary chronione. Na podstawie określonych przedziałów wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 96). Na terenie gmin na terenie których nie występowały Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk znajdowało się 1516 turbin (1,18 turbiny/gmina), w przedziale 0 – 11,0% znajdowały się 462 turbiny (1,58 turbiny/gmina), w przedziale 11,0 – 32,7% znajdowało się 321 turbin (1,10 turbiny/gmina) w przedziale > 32,7% znajdowało się 241 turbin (0,80 turbiny/gmina). Średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk w powierzchniach gmin, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosił 8,0%, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 12,6%. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchniach gmin wynosił 3,2%. W związku z powyższym, wraz ze wzrostem wartości cechy x_{21} w gminach, liczba turbin na ich terenie wyraźnie malała jedynie w przypadku wartości najwyższych cechy x_{22} . Średni udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchniach gmin, na terenie których zlokalizowana była co najmniej jedna turbina wiatrowa był o 33% niższy od średniej krajowej, a dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była niższa aż o 73%. Na tej podstawie można uznać, iż wraz ze wzrostem wartości cechy x_{22} w gminach, liczba turbin na ich terenie malała (dotyczy to przede wszystkim wysokich wartości cechy x_{22}).



Ryc. 95. Udział powierzchni obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GDOŚ (2014)

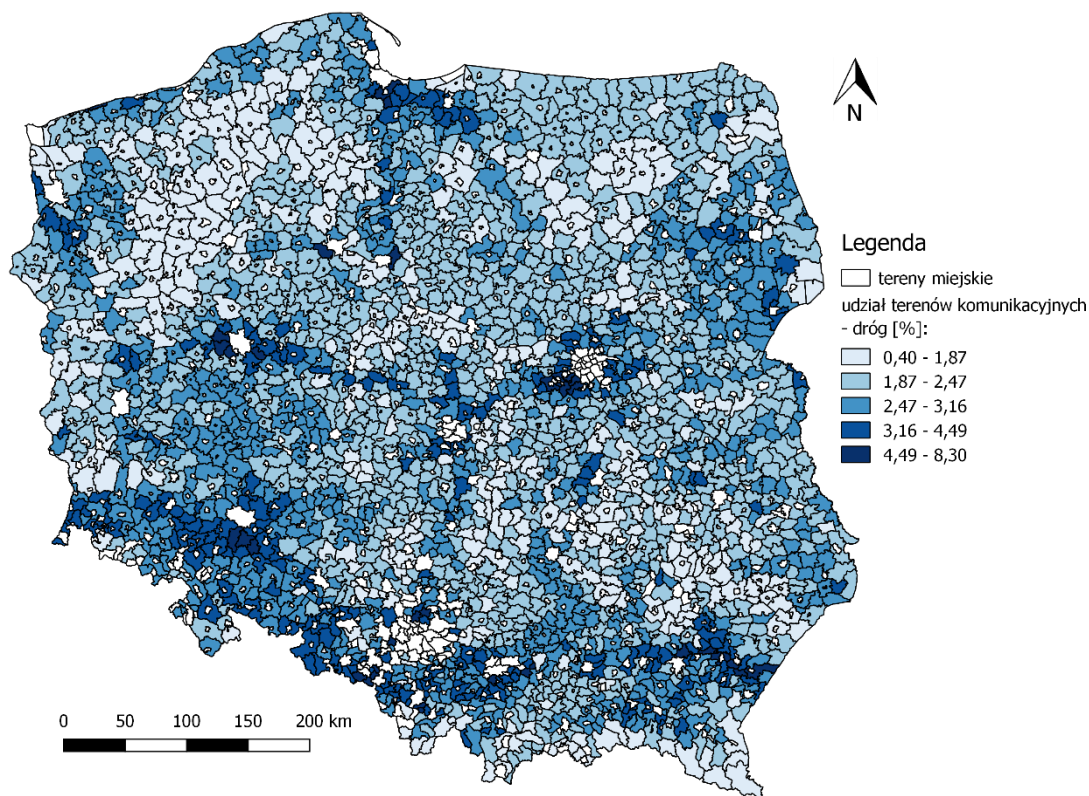


Ryc. 96. Średnia liczba turbin wiatrowych przypadająca na gminy znajdujące się w wyznaczonych przedziałach percentyli udziału obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich oraz gmin bez tego typu obszarów na swoim terenie w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

X₂₂ - Tereny komunikacyjne – drogi

Udział powierzchni terenów komunikacyjnych – dróg w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 97. Najwyższy odsetek wartości cechy x₂₂ występował w gminach, na terenie których przebiegały autostrady. Należy podkreślić, że drogi tej klasy nie stanowiły bezpośredniego skrzyżowania z drogą dojazdową do turbiny wiatrowej, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. 2016 poz. 124 t. j.). W związku z powyższym, udział terenów komunikacyjnych – dróg w powierzchni gmin, nie informuje o faktycznym, możliwym dostępie elektrowni wiatrowych do dróg publicznych.

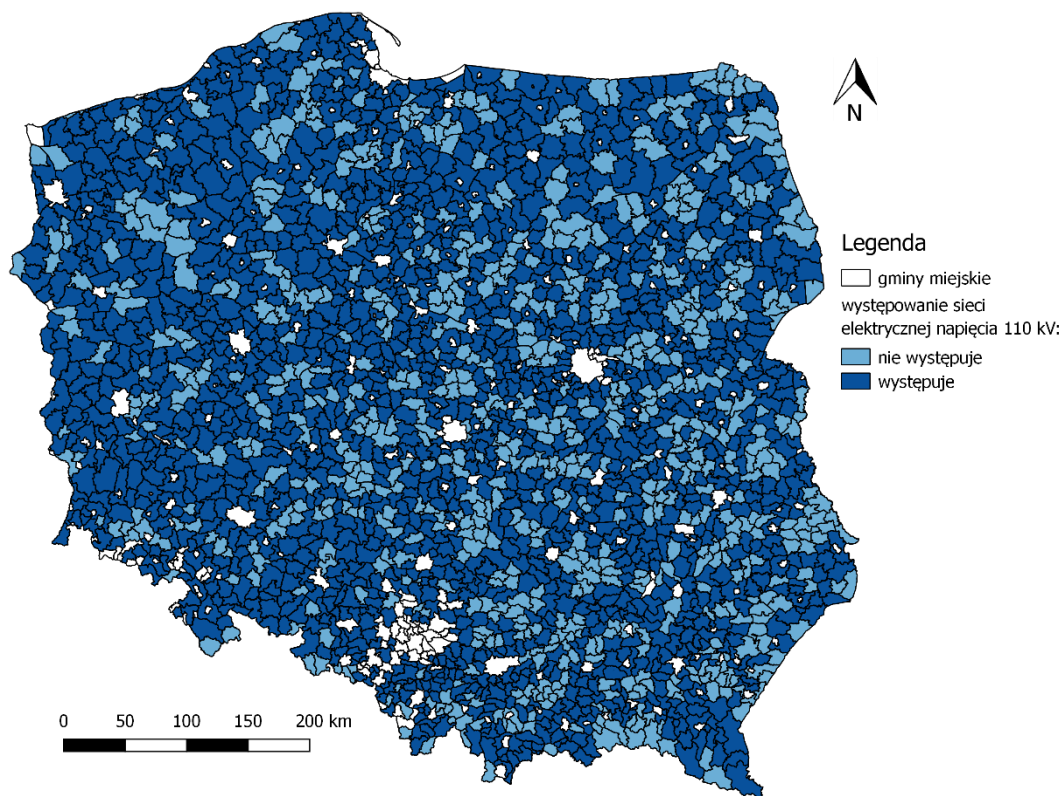


Ryc. 97. Udział powierzchni terenów komunikacyjnych – dróg w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2014)

X₂₃ - Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV

Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV w gminach wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 98. Należy uznać, iż cecha x_{23} była rozłożona równomiernie na terenie kraju. Na terenie 1452 gmin zlokalizowano przebieg sieci, natomiast na terenie 722 gmin sieć nie występowała. Na terenie gmin, w których występowała sieć elektryczna napięcia 110 kV znajdowały się 2153 turbiny (1,48 turbiny/gmina), natomiast na terenie gmin, w których sieć nie występowała, znajdowało się 387 turbin (0,54 turbiny/gmina). Można zatem uznać, iż cecha x_{23} miała wyraźny wpływ na liczbę turbin w gminach. Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV w gminach sprzyjało lokalizacji turbin wiatrowych na ich terenie.



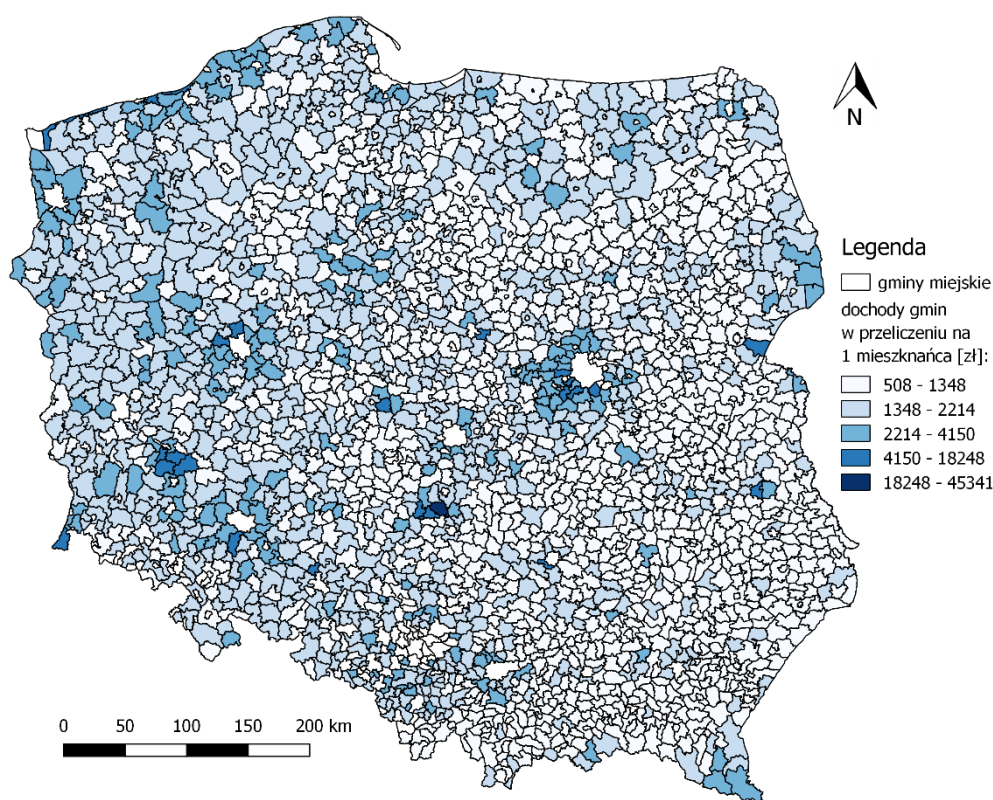
Ryc. 98. Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV w gminach wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2017 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie OpenStreetMap ,GUGiK (Geoportal) (2017)

X₂₄ - Dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca

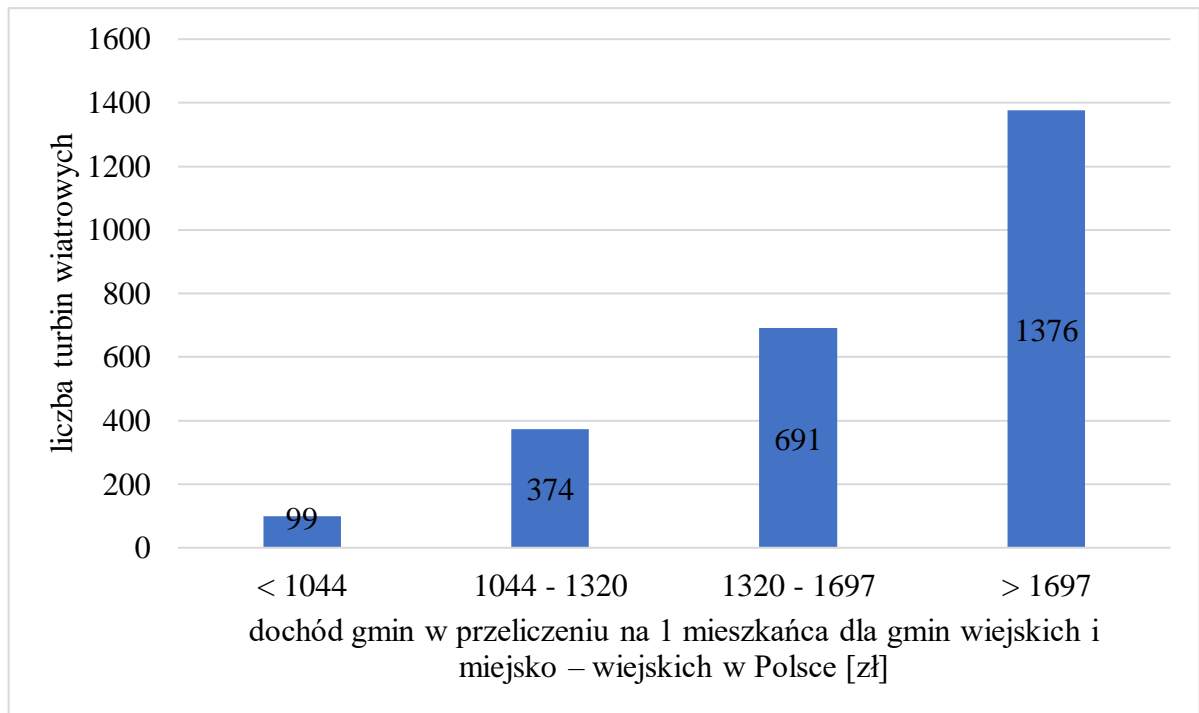
Dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich przedstawiono na ryc. 99. Najwyższe wartości tej cechy występowały w gminach sąsiadujących z największymi miastami, ponadto na wybrzeżu kraju oraz na terenie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Należy zaznaczyć, iż zdecydowanie najwyższe dochody w przeliczeniu na 1 mieszkańca posiadała gmina Kleszczów. Związane było to z występowaniem na jej terenie Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów i Elektrowni Bełchatów. Wyraźna jest również różnica pomiędzy wysokimi wartościami cechy x_{24} dla Polski zachodniej i niższymi dla Polski południowo – wschodniej. Średnie dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca wynosiły 1511 zł, natomiast wartość odchylenia standardowego równa była 1247. 35% gmin posiadało wyższą wartość cechy x_{24} od średniej krajowej, natomiast 65% - niższą. Występowała więc wyraźna asymetria prawostronna. Kwartył $Q_1 = 1044$, $Q_2 = 1320$, $Q_3 = 1697$, zatem dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca dla 25% gmin były mniejsze niż 1044 zł, dla 25% gmin

były wyższe niż 1697 zł, natomiast medianą było 1320 zł. Na podstawie określonych kwartyli wyznaczono cztery grupy gmin, zliczając łączną liczbę turbin wiatrowych znajdujących się na terenie gmin w każdej grupie (ryc. 100). Średnie dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca w gminach, w których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa wynosiły 1668 zł, natomiast w gminach bez tego typu obiektów – 1487 zł. Dla 10 gmin, na terenie których znajdowała się największa liczba turbin, średnie dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca wynosiły 2701 zł. Można zatem uznać, iż wraz ze wzrostem liczby turbin w gminach, wartości cechy x_{24} wzrastały. Średnie dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca w gminach, na terenie których znajdowała się co najmniej jedna turbina wiatrowa były o 10% wyższe od średniej krajowej, natomiast dla 10 gmin o największej liczbie turbin wartość ta była wyższa aż o 79%.



Ryc. 99. Dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2016 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2016)



Ryc. 100. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli dochodu gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce

Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie przeprowadzonych analiz **statystyki opisowej** należy uznać, iż:

- wraz ze wzrostem wartości cech x_2 , x_9 , x_{14} , x_{17} , x_{23} , x_{24} w gminach, liczba turbin (x_1) na ich terenie znacząco wzrastała,
- wraz ze wzrostem wartości cech x_3 , x_4 , x_5 , x_7 , x_8 , x_{11} , x_{12} , x_{13} , x_{16} , x_{19} , x_{21} w gminach, liczba turbin (x_1) na ich terenie znacząco malała,
- nie można jednoznacznie określić wpływu wartości cech x_6 , x_{10} , x_{15} , x_{18} , x_{20} , w gminach, na liczbę turbin (x_1) znajdującą się na ich terenie.

Ponadto lokalizacji elektrowni wiatrowych najsilniej sprzyjały wysokie wartości cech x_2 , x_{14} , x_{17} , x_{23} , natomiast najsilniej niesprzyjające lokalizacji były wysokie wartości cech x_3 , x_4 , x_5 , x_7 , x_8 , x_{12} , x_{13} (tab. 18).

Tab. 17. Wpływ określonych cech opisujących czynniki lokalizacji na liczbę turbin wiatrowych w gminach w Polsce

	Cecha	siła i kierunek wpływu
X₂	Moc wiatru na terenach otwartych [$\text{kWh} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{rok})^{-1}$]	↑↑
X₁₄	Powierzchnia gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]	↑↑
X₁₇	Liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]	↑↑
X₂₃	Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110kV	↑↑
X₉	Użytki rolne [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↑
X₃	Gęstość zaludnienia [liczba ludności/powierzchnia gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↓↓
X₄	Liczba budynków mieszkalnych na 1 km ² [liczba budynków/powierzchnia gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↓↓
X₅	Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej [liczba ludności/powierzchnia terenów zabudowanych i zurbanizowanych gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↓↓
X₇	Tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↓↓
X₈	Udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych [%]	↓↓
X₁₂	Powierzchnia działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]	↓↓
X₁₃	Powierzchnia gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]	↓↓
X₁₁	Grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione [udział w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↓

X ₁₆	Liczba gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]	↓
X ₁₉	Parki krajobrazowe, obszarów chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo - krajobrazowe [udział % w powierzchni gminy]	↓
X ₂₁	Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk [udział % w powierzchni gminy]	↓
X ₆	Grunty zabudowane i zurbanizowane (bez powierzchni dróg) [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↔
X ₁₀	Grunty pod wodami [udział % w powierzchni gmin wiejskich oraz obszarów wiejskich w gminach miejsko – wiejskich]	↔
X ₁₅	Liczba działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]	↔
X ₁₈	Parki narodowe oraz rezerваты przyrody [udział % w powierzchni gminy]	↔
X ₂₀	Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków [udział % w powierzchni gminy]	↔

objaśnienia:

↑↑ - cechy silnie sprzyjające; ↑ - cechy sprzyjające; ↓↓ - cechy silnie niesprzyjające; ↓ - cechy niesprzyjające; ↔ - cechy dla których nie można jednoznacznie określić kierunku i siły wpływu

Źródło: opracowanie własne

4.2. Określenie istotności wpływu wyznaczonych cech za pomocą metod wnioskowania statystycznego

W celu zbadania, czy zachodzą istotne statystycznie związki pomiędzy wyznaczonymi cechami a występującą liczbą turbin wyrażoną w przeliczeniu na 1 km² obszarów wiejskich gmin, zastosowano **metody wnioskowania statystycznego**. Wyniki przeprowadzonych testów: test t - Studenta dla dwóch grup niezależnych, test U Manna-Whitneya, test Kruskala-Wallisa oraz test mediany przedstawiono w tab. 19 i tab. 20.

Wyniki testu t - Studenta dla dwóch grup niezależnych:

- dla wartości statystyki t dla $x_2 - x_9$, $x_{11} - x_{17}$, $x_{19} - x_{21}$, x_{24} graniczny poziom istotności $p = 0,00$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ należy odrzucić hipotezę zerową,
- dla wartości statystyki t dla x_{10} , x_{18} , x_{22} graniczny poziom istotności $p > 0,03$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

Wyniki testu ANOVA rang Kruskala – Wallisa:

- dla wartości statystyki H dla $x_2 - x_5$, $x_7 - x_9$, $x_{11} - x_{14}$, x_{16} , x_{17} , x_{19} , x_{21} , x_{23} , x_{24} graniczny poziom istotności $p = 0,00$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ należy odrzucić hipotezę zerową,
- dla wartości statystyki H dla x_6 , x_{10} , x_{15} , x_{18} , x_{20} , x_{22} graniczny poziom istotności $p > 0,02$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

Wyniki testu mediany:

- dla wartości statystyki χ^2 dla $x_2 - x_5$, $x_7 - x_9$, $x_{11} - x_{14}$, x_{16} , x_{17} , x_{19} , x_{21} , x_{24} graniczny poziom istotności $p = 0,00$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ należy odrzucić hipotezę zerową,
- dla wartości statystyki χ^2 dla x_6 , x_{10} , x_{15} , x_{18} , x_{20} , x_{22} graniczny poziom istotności $p > 0,02$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

Wyniki testu U Manna – Whitneya:

- dla wartości statystyki z dla x_{23} graniczny poziom istotności $p = 0,00$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ należy odrzucić hipotezę zerową.

Tab. 18. Wyniki przeprowadzonych testów: ANOVA rang Kruskala-Wallisa, test mediany, test t – Studenta określających zależności statystyczne pomiędzy liczbą turbin wiatrowych a określonymi cechami

CECHA	ANOVA RANG KRUSKALA-WALLISA		TEST MEDIANY		TEST T - STUDENTA	
	H	p	χ^2	p	t	p
X₂	99,70	0,0000	39,31	0,0000	10,31	0,0000
X₃	24,23	0,0001	23,43	0,0001	-5,13	0,0000
X₄	54,06	0,0000	40,31	0,0000	-6,29	0,0000

X₅	29,38	0,0000	16,00	0,0024	-5,46	0,0000
X₆	0,63	0,9595	1,47	0,8321	-3,06	0,0022
X₇	28,13	0,0000	25,41	0,0000	-4,95	0,0000
X₈	82,43	0,0000	57,93	0,0000	-7,00	0,0000
X₉	44,38	0,0000	24,90	0,0001	6,73	0,0000
X₁₀	4,91	0,2972	3,11	0,5400	-0,38	0,7028
X₁₁	48,30	0,0000	34,54	0,0000	-6,84	0,0000
X₁₂	75,03	0,0000	67,71	0,0000	-6,49	0,0000
X₁₃	83,87	0,0000	59,53	0,0000	-8,85	0,0000
X₁₄	97,39	0,0000	67,33	0,0000	9,64	0,0000
X₁₅	11,07	0,0258	6,35	0,1744	-3,45	0,0006
X₁₆	17,91	0,0013	16,87	0,0020	-2,85	0,0044
X₁₇	107,97	0,0000	79,53	0,0000	9,64	0,0000
X₁₈	5,60	0,2308	4,28	0,3697	-2,09	0,0371
X₁₉	18,11	0,0012	18,07	0,0012	-4,98	0,0000
X₂₀	11,57	0,0210	6,98	0,1372	-3,35	0,0008
X₂₁	16,07	0,0029	14,43	0,0060	-3,14	0,0017
X₂₂	9,44	0,0510	9,56	0,0486	-0,29	0,7703
X₂₄	64,46	0,0000	46,57	0,0000	72,34	0,0000

Objaśnienia: H – wartość testu Anova rang Kruskala – Wallisa; χ^2 – wartość testu mediany; t – wartość testu t-Studenta; p – prawdopodobieństwo testowe

Źródło: Obliczenia własne z programu STATISTICA

Tab. 20. Wyniki przeprowadzonych testów: ANOVA rang Kruskala - Wallisa, test U Manna – Whitneya określających zależności statystyczne pomiędzy liczbą turbin wiatrowych a określoną cechą

CECHA	ANOVA RANG KRUSKALA - WALLISA		TEST U MANNA - WHITNEYA	
	H	p	z	p
X₂₃	41,36	0,0000	5,19	0,0000

Objaśnienia: H – wartość testu Anova rang Kruskala – Wallisa; z – wartość testu U Manna – Whitneya; p - prawdopodobieństwo testowe

Źródło: Obliczenia własne z programu STATISTICA

Należy zwrócić uwagę, iż wyniki wykonanych testów były do siebie bardzo zbliżone. W związku z tym, już niewielka liczba turbin miała istotny związek z wartościami określonych cech. Aby uwidocznić kierunek wpływu wyznaczonych cech na liczebność turbin wiatrowych w gminach, wykonano wykresy średnich wartości poszczególnych cech w wyznaczonych przedziałach cechy x_1 (tab. 21) (pionowe słupki oznaczają 95% przedziały ufności). Na osi OX umieszczono wyznaczone przedziały klasowe cechy x_1 (zgodnie z tab. 2), natomiast na osi OY umieszczono wyznaczone średnie wartości poszczególnych cech dla każdego przedziału klasowego. W przypadku cechy x_{23} na osi OX umieszczono informację binarną (TAK/NIE) występowania sieci elektrycznej napięcia 110 kV, natomiast na osi OY średnią liczbę turbin wiatrowych przeliczoną na 1 km² powierzchni gminy.

W przypadku mocy wiatru na terenach otwartych, obserwowany był spadek średniej wartości tej cechy w klasie 4. Związane było to z faktem, iż sześć gmin posiadających na swoim terytorium znaczną liczbę turbin, znajdowało się w strefie wiatru 500 – 750 [kWh·(m²·rok)⁻¹]. Zatem można wnioskować, iż na obszarze tych gmin, lokalne warunki energetyczne wiatru są korzystniejsze, niż wynika to z opracowania Lorenc (2002). Wyraźna była jednak różnica mocy wiatru pomiędzy gminami posiadającymi i nieposiadającymi turbiny wiatrowe na swoim terytorium. W przypadku użytków rolnych, powierzchni i liczby gospodarstw rolnych powyżej 15 ha, również obserwowana była duża różnica wartości pomiędzy pierwszą a pozostałymi klasami. Zatem wartości tych cech miały wpływ na lokalizowanie już pojedynczych turbin. Udział użytków rolnych w klasach 2 – 5 systematycznie wzrastał, jednak różnice w wartościach w tych klasach były do siebie stosunkowo zbliżone. Dla powierzchni i liczby gospodarstw rolnych obserwowany był znaczny wzrost średnich wartości tych cech w klasie 5. Zatem największe farmy wiatrowe lokalizowane były na obszarach dużych gospodarstw. W przypadku dochodów gmin w przeliczeniu na jednego mieszkańca, niewielka liczba turbin miała na tę cechę mały wpływ. Natomiast im większa liczba turbin, tym różnice były coraz większe. Wynikało to z oczywistego faktu, że im większa liczba turbin na terenie gminy, tym wpływy do budżetu związane z ich funkcjonowaniem były wyższe. W gminach, w których występowała sieć elektryczna napięcia 110 kV, średnia liczba turbin przeliczona na 1 km² była ponad dwa razy wyższa niż w gminach, przez które taka sieć nie przebiegała.

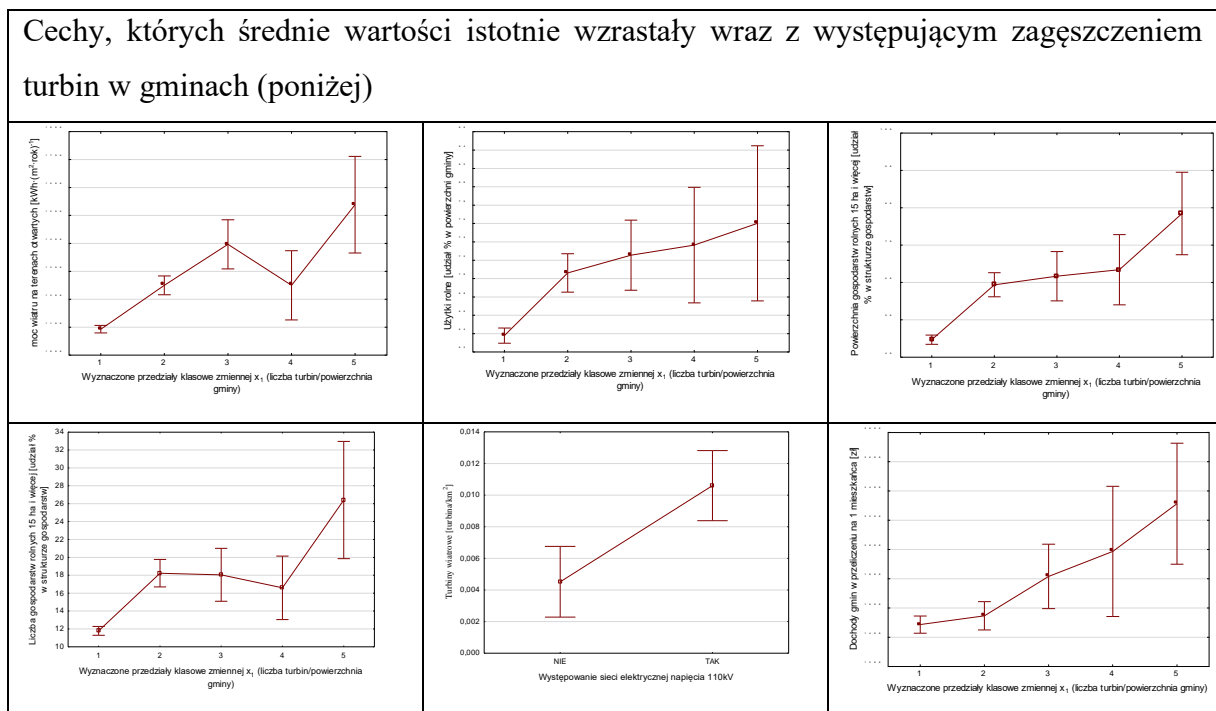
Gęstość zaludnienia oraz liczba budynków mieszkalnych na 1 km² niemal w identyczny sposób wpływały na liczbę turbin wiatrowych. Obserwowana była w tych przypadkach duża różnica pomiędzy klasą 1 a pozostałymi, podobne wartości dla klas 2 – 4 oraz ponownie duża różnica pomiędzy klasą 5 a pozostałymi. Zbliżona zależność występowała również dla gęstości zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej, terenów mieszkaniowych oraz

zabudowanych gruntów rolnych oraz dla udziału gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych. Zatem cechy związane z urbanizacją miały bardzo podobny wpływ na samą lokalizację, jak i na gęstość lokalizacji turbin wiatrowych. W przypadku gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych, duża różnica średnich wartości pomiędzy klasą 1 a pozostałymi może oznaczać, iż już lokalizacja pojedynczych turbin wymagała istotnie mniejszych wartości tej cechy, stanowiącej przeszkodę dla przemieszczających się mas powietrza, niż w gminach w których turbiny nie występowały. Wzrost wartości udziału powierzchni i liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha wpływał negatywnie na zagęszczenie turbin wiatrowych. Zatem gospodarstwa o tej powierzchni nie spełniały wystarczających warunków dla ich lokalizacji. W związku z tym wydaje się, iż wartość udziału powierzchni mniejszych działek rolnych (do 1 ha) miała jeszcze bardziej negatywny wpływ na występowanie turbin wiatrowych. Należy jednak zaznaczyć, iż udział liczby działek rolnych (do 1 ha) nie miał istotnego związku z zagęszczeniem tego typu instalacji. W przypadku udziału parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – krajobrazowych obserwowany był systematyczny spadek średniej wartości tej cechy wraz ze wzrostem gęstości występowania turbin. Dla Obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk występowała znaczna różnica średniej wartości tej cechy pomiędzy klasami 2, 4 i 5 a klasą 1. Wyjątek stanowiła klasa 3, dla której średnia wartość była niemal równa średniej wartości klasy 1. Wpływ na to miało sześć gmin, w których Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk zajmowały ponad 40% powierzchni, a w których występowała duża gęstość turbin wiatrowych. Podkreślając, iż dla Obszarów Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków nie wykazano zależności pomiędzy średnimi wartościami tej cechy a gęstością występowania turbin wiatrowych można uznać, iż niektóre Obszary Natura 2000 i ich otuliny mogły nie być w odpowiedni sposób chronione przed negatywnym oddziaływaniem farm wiatrowych.

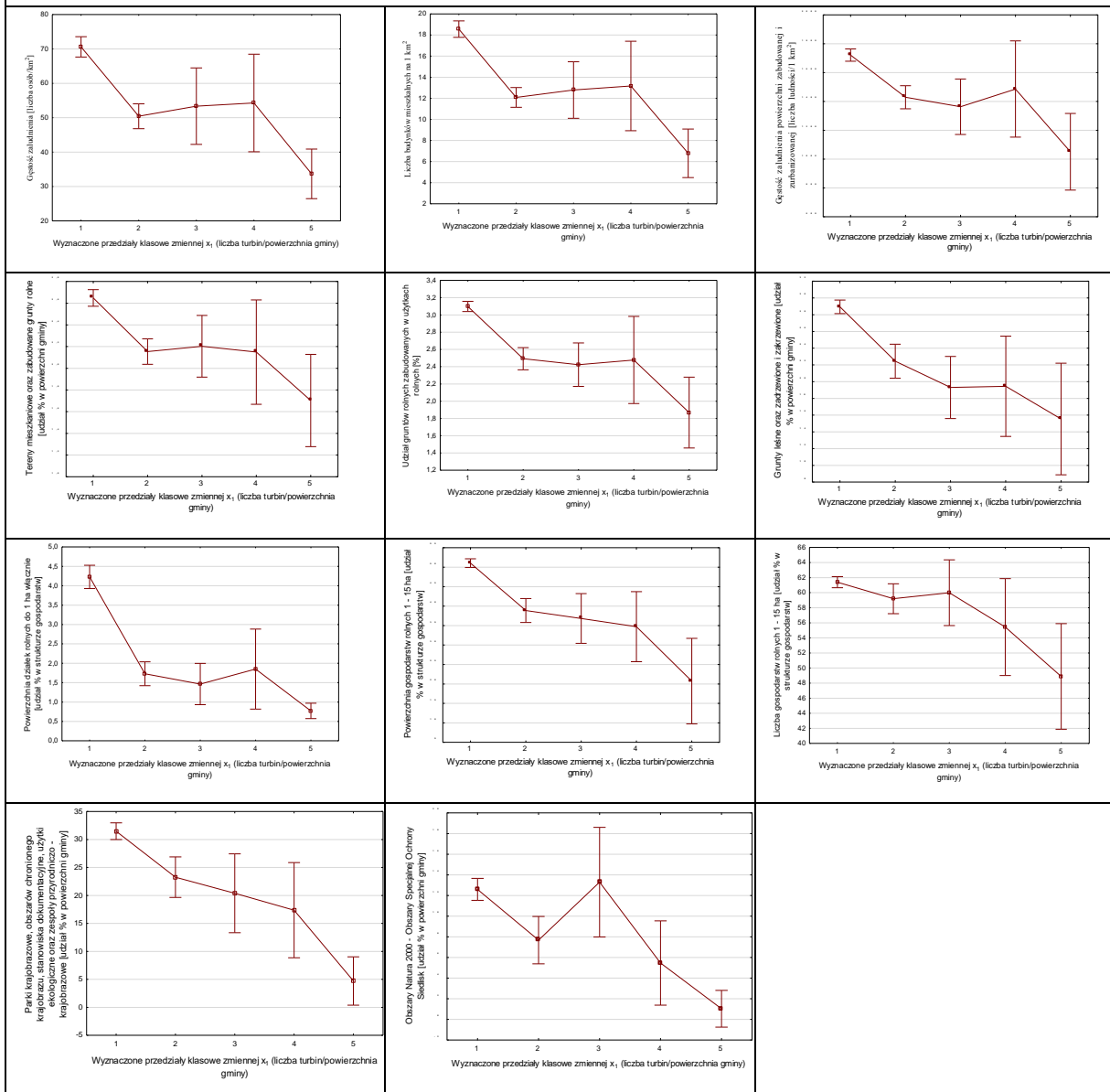
Średnia wartość udziału gruntów zabudowanych i zurbanizowanych była niższa dla gmin z występującymi turbinami wiatrowymi w porównaniu z gminami bez tego typu obiektów. Jednak różnica ta nie była istotnie statystyczna. Wpływ na to mógł mieć fakt, iż do gruntów zabudowanych i zurbanizowanych zalicza się, poza terenami mieszkaniowymi, m.in.: tereny przemysłowe, tereny zurbanizowane niezabudowane, tereny kolejowe. Nie mają one wyraźnego związku z elektrowniami wiatrowymi. Jak już wspomniano, udział powierzchni terenów komunikacyjnych – dróg nie jest optymalną miarą dla badania zależności pomiędzy gęstością występowania turbin wiatrowych a koniecznością wyznaczania do nich dróg dojazdowych. Wykonano również test ANOVA rang Kruskala-Wallisa (H) oraz test t –

Studenta (t) eliminując przy obliczeniach gminy, w których udział terenów komunikacyjnych był najwyższy ($> 3,16\%$) (przez tereny których często przebiegały autostrady). $H = 12,66$, $p = 0,0130$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. $t = -2,60$, $p = 0,0094$, zatem na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ należy odrzucić hipotezę zerową. Wynik testu t oznacza, że turbiny wiatrowe lokalizowane były w gminach, w których udział dróg w powierzchni gminy był istotnie niższy od gmin, w których nie występowały turbiny wiatrowe. Natomiast test ANOVA rang Kruskala-Wallisa nie potwierdza założenia o występującej istotności. Stwierdza się zatem, iż występująca sieć dróg nie była istotnym czynnikiem dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Wyznaczanie dłuższych dróg dojazdowych na gruntach rolnych nie stanowiło bariery dla inwestorów. Udział gruntów pod wodami nie wpływał na gęstość występowania turbin. Cecha ta mogła by mieć znaczenie, jedynie gdyby wody powierzchniowe zajmowały duże obszary wielu gmin. Udział parków narodowych i rezerwatów przyrody również nie miał istotnie statystycznego związku z gęstością występowania turbin wiatrowych. Wynikało to ze stosunkowo niewielkiej powierzchni zajmowanej przez te formy ochrony przyrody. Jednak jak wykazano analizując kartogram (ryc. 90), wysokie wartości tej cechy czasami stanowiły barierę dla lokalizacji farm wiatrowych i wyjaśniały niektóre istniejące dysproporcje w liczbie występujących turbin wiatrowych pomiędzy sąsiadującymi gminami.

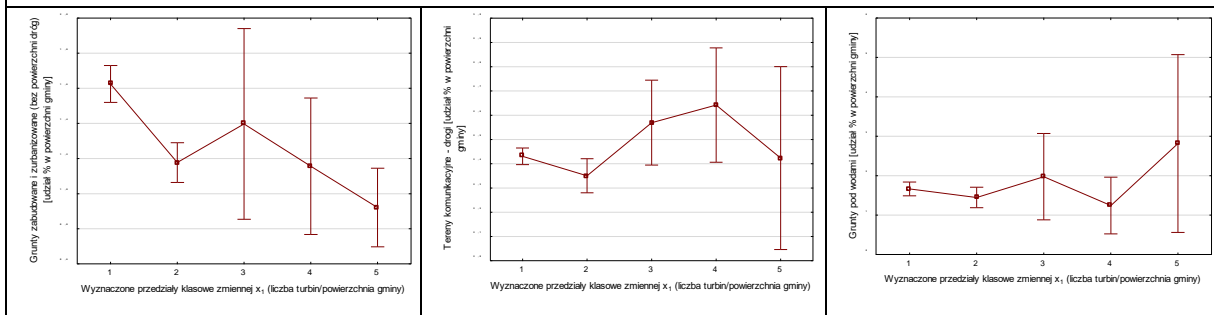
Tab. 19. Średnie wartości cech ($x_2 - x_{24}$) dla wyznaczonych przedziałów klasowych cechy x_1

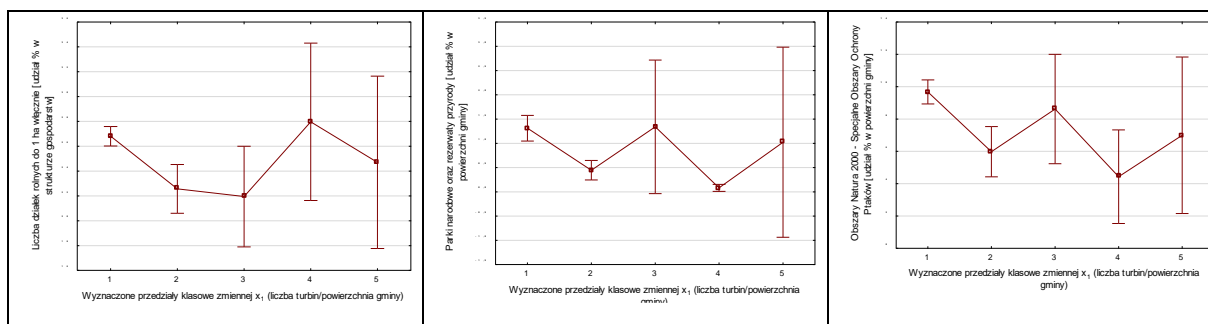


Cechy, których średnie wartości istotnie malały wraz z występującym zagęszczeniem turbin w gminach (poniżej)



Cechy, których średnie wartości nie były istotnie statystycznie powiązane z występującym zagęszczeniem turbin w gminach (poniżej)





Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie wykonanych analiz statystyki opisowej oraz przeprowadzonych statystyk testowych zestawiono chronologicznie cechy (pod względem siły wpływu) **(na skali porządkowej)** (ryc. 101), których wzrost wartości sprzyjał, nie sprzyjał oraz nie miał statystycznego znaczenia z punktu widzenia lokalizacji elektrowni wiatrowych:

Cechy, których wzrost wartości **sprzyjał lokalizacji** elektrowni wiatrowych (stymulanty):

1. Moc wiatru na terenach otwartych [$\text{kWh} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{rok})^{-1}$]
2. Liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]
3. Powierzchnia gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]
4. Użytki rolne [udział % w powierzchni gminy]
5. Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110kV

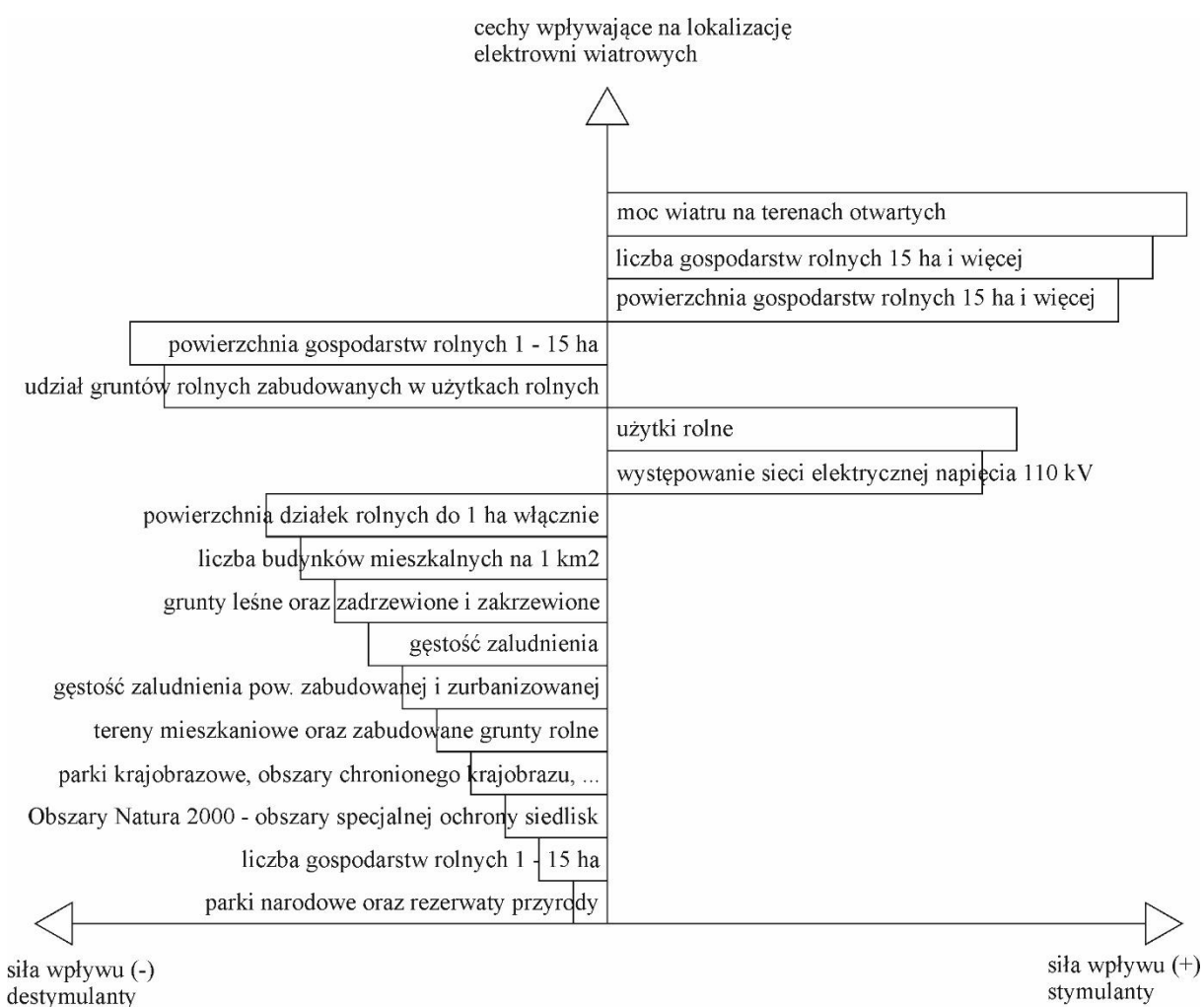
Cechy, których wzrost wartości **nie sprzyjał lokalizacji** elektrowni wiatrowych (destymulanty):

1. Powierzchnia gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]
2. Udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych [%]
3. Powierzchnia działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]
4. Liczba budynków mieszkalnych na 1 km^2 [liczba budynków/powierzchnia gminy]
5. Grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione [udział % w powierzchni gminy]
6. Gęstość zaludnienia [liczba ludności/powierzchnia gminy]
7. Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej [liczba ludności/powierzchnia terenów zabudowanych i zurbanizowanych]
8. Tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne [udział % w powierzchni gminy]
9. Parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo - krajobrazowe [udział % w powierzchni gminy]
10. Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk [udział % w powierzchni gminy]
11. Liczba gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]

12. Parki narodowe oraz rezerwy przyrody [udział % w powierzchni gminy]

Cechy, które **nie miały statystycznie istotnego związku z lokalizacją** elektrowni wiatrowych:

1. Grunty zabudowane i zurbanizowane (bez powierzchni dróg) [udział % w powierzchni gminy]
2. Tereny komunikacyjne – drogi [udział % w powierzchni gminy]
3. Grunty pod wodami [udział % w powierzchni gminy]
4. Liczba działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]
5. Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków [udział % w powierzchni gminy]



Ryc. 101. Wpływ określonych cech na lokalizację elektrowni wiatrowych

Źródło: Opracowanie własne

4.3. Konstrukcja wskaźnika określającego atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych

Zgodnie z opracowanym modelem lokalizacji elektrowni wiatrowych, inwestorzy decydujący się na lokalizację tego typu instalacji posiadali odpowiedni zasób oraz zdolność przetwarzania informacji, zatem występujące elektrownie wiatrowe powstawały w lokalizacjach możliwych oraz takich, które są rentowne. W związku z tym, z punktu widzenia inwestora, cechy które były istotne dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, będą również miały znaczenie dla przyszłych instalacji. Jednak może zmieniać się siła ich wpływu ze względu na ogólnokrajowe czynniki, takie jak np. wysokość finansowego wsparcia rządu, cena prądu czy występująca koniunktura w branży. Należy również zwrócić uwagę na pozostałe podmioty, takie jak społeczność lokalna oraz organy administracji samorządowej, które mimo dogodnych przestrzennych warunków dla lokalizacji elektrowni wiatrowych mogą nie wyrazić na nią zgody. Jednak głównym podmiotem jest rząd, który za pomocą aktów prawnych może całkowicie zmienić istotność oraz wpływ niektórych z czynników. Skonstruowany wskaźnik określa atrakcyjność gmin dla lokalizacji turbin, uwzględniając cechy istotne dla wszystkich podmiotów. Uznano, iż taka analiza może mieć wpływ na przyszłe ustawy.

Skonstruowany wskaźnik był wypadkową trzech działań. Po pierwsze, przeanalizowano cechy, które były najbardziej istotne z punktu widzenia lokalizacji elektrowni wiatrowych. Weryfikację istotności przeprowadzono na podstawie wykonanych i opisanych analiz. Po drugie, przeprowadzono korelacyjną weryfikację cech (tab. 22). W ten sposób wykluczono uwzględnianie tej samej (podobnej) informacji. Po trzecie wybrano cechy, które według autora niniejszej pracy powinny być istotne w przyszłości (na podstawie zidentyfikowanych teoretycznych czynników lokalizacji).

Tab. 20. Macierz wartości korelacji cech

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃
X ₂	1,00	-0,11	-0,10	-0,15	-0,01	-0,05	-0,15	0,02	0,14	-0,07	-0,19	-0,11	0,15	-0,21	0,07	0,21	0,01	-0,06	-0,01	-0,11	0,05	-0,01
X ₃	-0,11	1,00	0,97	0,59	0,70	0,87	0,43	0,10	-0,05	-0,19	0,55	0,25	-0,36	0,43	-0,17	-0,42	-0,03	-0,07	-0,15	0,54	-0,18	0,15
X ₄	-0,10	0,97	1,00	0,58	0,68	0,90	0,48	0,10	-0,06	-0,18	0,57	0,33	-0,43	0,40	-0,10	-0,47	-0,01	-0,05	-0,15	0,52	-0,18	0,12
X ₅	-0,15	0,59	0,58	1,00	0,02	0,46	0,56	0,18	-0,12	-0,14	0,47	0,55	-0,61	0,23	0,12	-0,52	0,01	0,08	-0,09	0,03	-0,18	-0,02
X ₆	-0,01	0,70	0,68	0,02	1,00	0,65	0,14	-0,10	0,04	-0,05	0,29	0,01	-0,07	0,32	-0,19	-0,21	-0,01	-0,09	-0,07	0,47	-0,08	0,20
X ₇	-0,05	0,87	0,90	0,46	0,65	1,00	0,60	0,28	-0,12	-0,35	0,39	0,35	-0,41	0,23	0,03	-0,40	-0,07	-0,14	-0,26	0,55	-0,26	0,09
X ₈	-0,15	0,43	0,48	0,56	0,14	0,60	1,00	0,02	-0,08	0,00	0,40	0,58	-0,62	0,17	0,21	-0,57	0,02	0,06	-0,08	0,15	-0,15	0,00
X ₉	0,02	0,10	0,10	0,18	-0,10	0,28	0,02	1,00	-0,26	-0,96	-0,17	0,09	-0,04	-0,27	0,19	0,15	-0,23	-0,37	-0,47	0,37	-0,45	-0,06
X ₁₀	0,14	-0,05	-0,06	-0,12	0,04	-0,12	-0,08	1,00	0,04	0,04	-0,04	-0,17	0,17	0,04	-0,12	0,10	0,14	0,09	0,23	-0,13	0,22	0,04
X ₁₁	-0,07	-0,19	-0,18	-0,14	-0,05	-0,35	0,00	-0,96	0,04	1,00	0,16	-0,02	-0,02	0,23	-0,12	-0,17	0,19	0,38	0,43	-0,44	0,41	0,01
X ₁₂	-0,19	0,55	0,57	0,47	0,29	0,39	0,40	-0,17	-0,04	0,16	1,00	0,26	-0,47	0,65	-0,36	-0,48	0,03	0,09	0,06	0,19	-0,05	0,08
X ₁₃	-0,11	0,25	0,33	0,09	0,64	0,58	0,00	1,00	-0,17	-0,02	0,26	1,00	-0,97	-0,12	0,64	-0,73	0,00	0,14	-0,08	-0,05	-0,10	-0,14
X ₁₄	0,15	-0,36	-0,43	-0,97	1,00	-0,02	-0,62	-0,04	0,17	-0,02	-0,47	-0,97	1,00	-0,04	-0,50	0,78	0,00	-0,15	0,06	0,00	0,10	0,11
X ₁₅	-0,21	0,43	0,40	0,23	0,32	0,17	0,00	0,04	0,04	0,23	0,65	-0,12	-0,04	1,00	-0,78	-0,41	0,04	0,05	0,11	0,23	0,03	0,15
X ₁₆	0,07	-0,17	-0,10	0,12	-0,19	0,03	0,21	0,19	-0,12	-0,12	-0,36	0,64	-0,50	-0,78	1,00	-0,25	-0,02	0,05	-0,09	-0,17	-0,06	-0,15
X ₁₇	0,21	-0,42	-0,47	-0,52	-0,21	-0,40	-0,57	0,15	0,10	-0,17	-0,48	-0,73	0,78	-0,41	-0,25	1,00	-0,03	-0,15	-0,05	-0,10	0,04	-0,01
X ₁₈	0,01	-0,03	-0,01	0,01	-0,01	-0,07	0,02	-0,23	0,14	0,19	0,03	0,00	0,00	0,04	-0,03	-0,03	1,00	0,04	0,45	-0,14	0,31	-0,05
X ₁₉	-0,06	-0,07	-0,05	0,08	-0,09	-0,14	0,06	-0,37	0,09	0,38	0,09	0,14	-0,15	0,05	0,05	-0,15	0,04	1,00	0,30	-0,23	0,19	-0,07
X ₂₀	-0,01	-0,15	-0,15	-0,09	-0,07	-0,26	-0,08	-0,47	0,23	0,43	0,06	-0,08	0,06	0,11	-0,09	-0,05	0,45	0,30	1,00	-0,26	0,53	-0,03
X ₂₁	0,05	-0,18	-0,18	-0,08	-0,08	-0,26	-0,15	-0,45	0,22	0,41	-0,05	-0,10	0,03	0,03	-0,06	0,04	0,31	0,19	0,53	-0,29	1,00	-0,04
X ₂₂	-0,11	0,54	0,52	0,03	0,47	0,55	0,15	0,37	-0,13	-0,44	0,19	-0,05	0,00	0,23	-0,17	-0,10	-0,14	-0,23	-0,26	1,00	-0,29	0,12
X ₂₃	-0,01	0,15	0,12	-0,02	0,20	0,09	0,00	-0,06	0,04	0,01	0,08	-0,14	0,11	0,15	-0,15	-0,01	-0,05	-0,07	-0,03	0,12	-0,04	1,00

Zródło: Opracowanie własne

Pierwszą, wybraną kluczową cechą była moc wiatru na terenach otwartych (x_2). Nie przypisywano jej liczbowej wyższej wagi, ponieważ jak stwierdzono wcześniej, lokalne zasoby energii wiatru mogą posiadać inne wartości. Ponadto obliczona istotność była zbliżona do pozostałych cech. Kolejną cechą był udział liczby gospodarstw rolnych powyżej 15 ha w strukturze gospodarstw (x_{17}). Wyższy udział liczby dużych gospodarstw stwarza możliwości dla lokalizacji dużych farm wiatrowych, jak i daje większy wybór gospodarstw dla lokalizacji mniejszej liczby turbin. Inwestor może zwrócić się do wielu właścicieli gruntów, co stwarza większe prawdopodobieństwo uzyskania zgody na lokalizację. Występuje również większe prawdopodobieństwo na znalezienie gospodarstwa znajdującego się z dala od zabudowy mieszkaniowej oraz obszarów chronionych. Kolejną cechą był udział użytków rolnych w powierzchni obszarów wiejskich gmin (x_9). Konieczne było uwzględnienie tej cechy, gdyż lądowe elektrownie wiatrowe lokalizuje się na użytkach rolnych. Kolejną cechą był udział terenów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w powierzchni obszarów wiejskich gmin (x_7). Zdecydowano się na jej uwzględnienie, ponieważ jak wykazano w rozdziale 3.5.1 wśród części społeczeństwa występuje niechęć posiadania w sąsiedztwie elektrowni wiatrowych. Cecha ta przeciętnie korelowała ($r = 0,40$) z cechą x_{17} . Była to jedna z najwyższych wartości korelacji wśród wyodrębnionych dziewięciu cech. Uznano jednak, iż należałoby minimalizować możliwe konflikty wynikające z niechęci lokalnej społeczności do planowanej inwestycji. Może się to odbywać poprzez wybór terenów dla lokalizacji na obszarach o mniejszej koncentracji ludności. Kolejne cechy dotyczyły obszarów chronionych. Pierwsza z nich – udział parków narodowych i rezerwatów przyrody w powierzchni obszarów wiejskich gmin (x_{18}) nie była statystycznie istotnie powiązana z gęstością występujących turbin. Jednak jak wykazano wcześniej, jest ona na tyle istotna, że zdecydowano się uwzględnić ją we wskaźniku. W gminach, w których występują wskazane obszary chronione, lokalizacja elektrowni wiatrowych jest ograniczona lub niemożliwa. Kolejną cechą dotyczącą obszarów chronionych był udział parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – krajobrazowych w powierzchni obszarów wiejskich gmin (x_{19}). Uznano, iż obszary te należy nadal chronić, w związku z tym ograniczać lokalizowanie turbin wiatrowych w gminach, w których wartości cechy x_{19} są wysokie. Kolejnymi cechami były udziały powierzchni Obszarów Natura 2000 w powierzchni gmin (x_{20} oraz x_{21}). Gęstość występowania turbin nie była wysoce zależna od wartości cechy x_{21} , ponadto uznano ją za statystycznie niepowiązaną z wartościami cechy x_{20} . Stwierdzono jednak, iż cechy te należy uwzględnić we wskaźniku, ze względu na konieczność ochrony tych obszarów przede wszystkim w związku z występującymi oddziaływaniami turbin

wiatrowych na ptactwo (jak opisano w rozdziale 3.1.2). Ponieważ Specjalne obszary ochrony ptaków oraz obszary specjalnej ochrony siedlisk mogą się pokrywać, wartości udziału powierzchni tych obszarów w powierzchni gmin wysoko ze sobą korelują ($r = 0,53$). Ponadto wysoka korelacja występuje również w stosunku do użytków rolnych. Z tego względu, cechom tym przypisano liczbowo mniejsze wagi (0,5). Ostatnią cechą uwzględnioną we wskaźniku było występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV. Cecha ta była bardzo istotna dla inwestorów. Uwzględniono ją w celu wyeliminowania konieczności prowadzenia długich sieci przyłączeniowych. Wartości cech poddano standaryzacji podstawiając je do wzoru wskaźnika syntetycznego Perkala (1953).

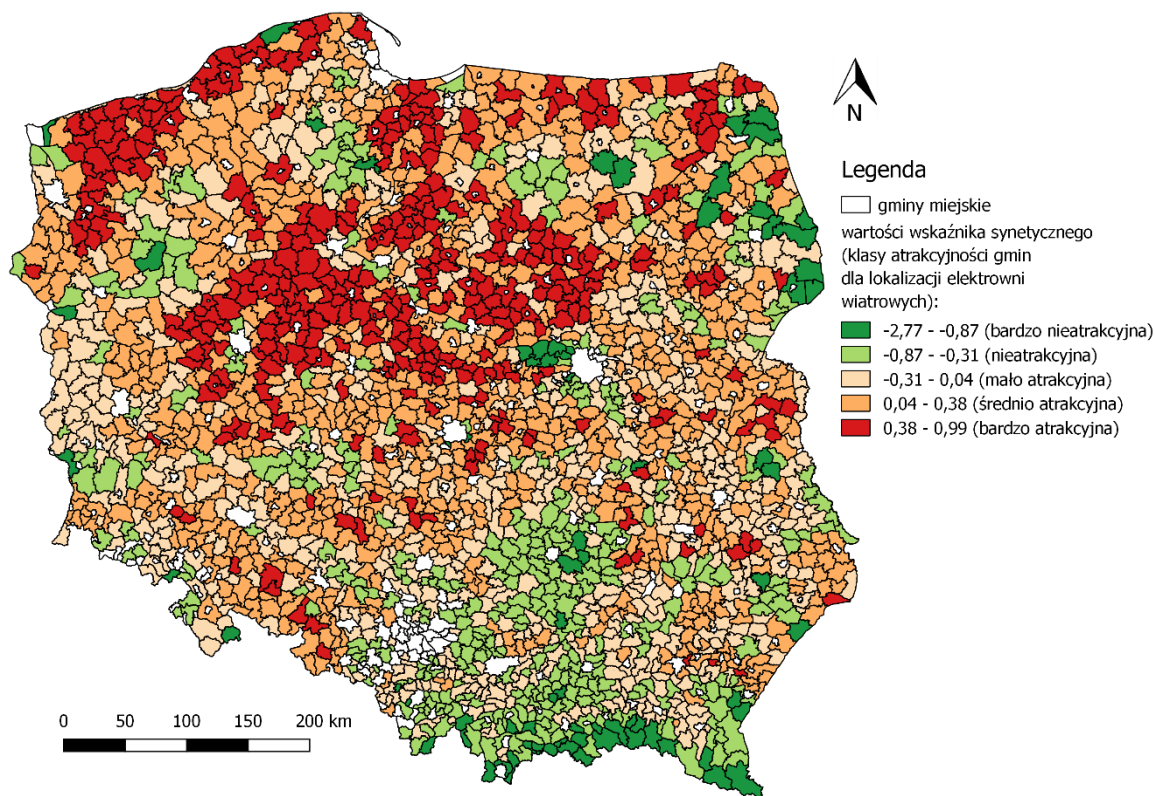
Wskaźnik określający atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych ma postać:

$$W = \frac{z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 + z_6 + z_7 + 0,5 * z_8 + 0,5 * z_9}{8} \quad (21)$$

gdzie:

- z_1 - moc wiatru na terenach otwartych [$\text{kWh} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{rok})^{-1}$],
- z_2 - tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne [udział % w powierzchni obszarów wiejskich gminy],
- z_3 - użytki rolne [udział % w powierzchni obszarów wiejskich gminy],
- z_4 - liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw],
- z_5 - parki narodowe oraz rezerваты przyrody [udział % w powierzchni gminy],
- z_6 - parki krajobrazowe, obszarów chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo - krajobrazowe [udział % w powierzchni gminy],
- z_7 - występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV
- z_8 - Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków [udział % w powierzchni gminy],
- z_9 - Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk [udział % w powierzchni gminy].

Na podstawie wyżej przedstawionego wzoru określono atrakcyjność poszczególnych gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych (ryc. 102) (im wyższa wartość wskaźnika, tym większa atrakcyjność). Określoną atrakcyjność podzielono na 5 klas: 1 klasa – bardzo nieatrakcyjna, 2 klasa – nieatrakcyjna, 3 klasa – mało atrakcyjna, 4 klasa – średnio atrakcyjna, 5 klasa – bardzo atrakcyjna.



Ryc. 102. Wartości wskaźnika syntetycznego określające atrakcyjność poszczególnych gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych

Źródło: opracowanie własne

Końcowym etapem było porównanie wykonanego kartogramu ze skonstruowanymi kartogramami dla poszczególnych cech, w celu weryfikacji braku występowania najwyższych wartości sprzyjających/niesprzyjających lokalizacji elektrowni wiatrowych w najwyższym przedziale wartości wskaźnika syntetycznego. Stwierdzono, iż takie wartości w tym przedziale nie występują. Ponadto, dla każdej z wyznaczonych klas atrakcyjności określono liczbę występujących w niej turbin: bardzo nieatrakcyjna (5 turbin), nieatrakcyjna (43 turbiny), mało atrakcyjna (73 turbiny), średnio atrakcyjna (906 turbin), bardzo atrakcyjna (1513 turbin). W pierwszych trzech klasach znajdowało się zaledwie 4,8% wszystkich występujących turbin. Do klasy bardzo nieatrakcyjnej zakwalifikowano 75 gmin miejsko - wiejskich i wiejskich o łącznej powierzchni obszarów wiejskich 11 622 km², do klasy nieatrakcyjnej zakwalifikowano 381 gmin miejsko - wiejskich i wiejskich o łącznej powierzchni obszarów wiejskich 45 545 km², do klasy mało atrakcyjnej zakwalifikowano 613 gmin miejsko - wiejskich i wiejskich o łącznej powierzchni obszarów wiejskich 78 420 km², do klasy średnio atrakcyjnej zakwalifikowano 737 gmin miejsko - wiejskich i wiejskich o łącznej powierzchni obszarów wiejskich 103 077

km², do klasy bardzo atrakcyjnej zakwalifikowano 368 gmin miejsko – wiejskich i wiejskich o łącznej powierzchni obszarów wiejskich 52 406 km². Trzeba podkreślić, iż wyznaczona atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych stanowi informację orientacyjną, na podstawie której można dokonać wstępnej weryfikacji terenu pod przyszłą inwestycję. Szczegółowe analizy są często kosztowne oraz czasochłonne i niemal niemożliwe do wykonania na obszarze całego kraju. Należało by je przeprowadzić w wyznaczonych gminach. Można w tym celu wykorzystać narzędzia GIS oraz środowiskowe kryteria oceny uwarunkowań lokalizacyjnych zaproponowane przez Kistowskiego (2012). Ponadto w wyznaczonych gminach należało by przeprowadzić dokładne pomiary zasobów energetycznych wiatru.

Powyższy kartogram (ryc. 102) przedstawia informację o występujących najlepszych warunkach dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Nie uwzględnia już funkcjonujących elektrowni, które mogą ograniczać lub uniemożliwiać możliwości lokalizacji nowych. Jednak należy zwrócić uwagę, iż czas funkcjonowania instalacji jest ograniczony. Najczęściej okres eksploatacji turbiny wynosi maksymalnie 20 lat, przy czym dużo elektrowni funkcjonuje już od dawna lub było używanych przed zamontowaniem na terenie Polski. W przypadku konieczności likwidacji elektrowni wiatrowej w gminie, w której obliczony wskaźnik syntetyczny był wysoki, autor niniejszej pracy zaleca kontynuowanie wytwarzania energii z wiatru w danej gminie.

Uznano, iż elektrownie wiatrowe powinny występować na wybrzeżu Morza Bałtyckiego oraz w centralnej części województwa zachodniopomorskiego i wschodniej części pomorskiego. Ponadto najkorzystniejsze warunki dla lokalizacji elektrowni wiatrowych występują w województwie kujawsko – pomorskim, środkowej i północnej części województwa wielkopolskiego oraz północno – wschodniej części województwa mazowieckiego. Wartości wskaźnika syntetycznego dla poszczególnych gmin przedstawiono w załączniku nr 1, natomiast 10 najwyższych wartości w tab. 23:

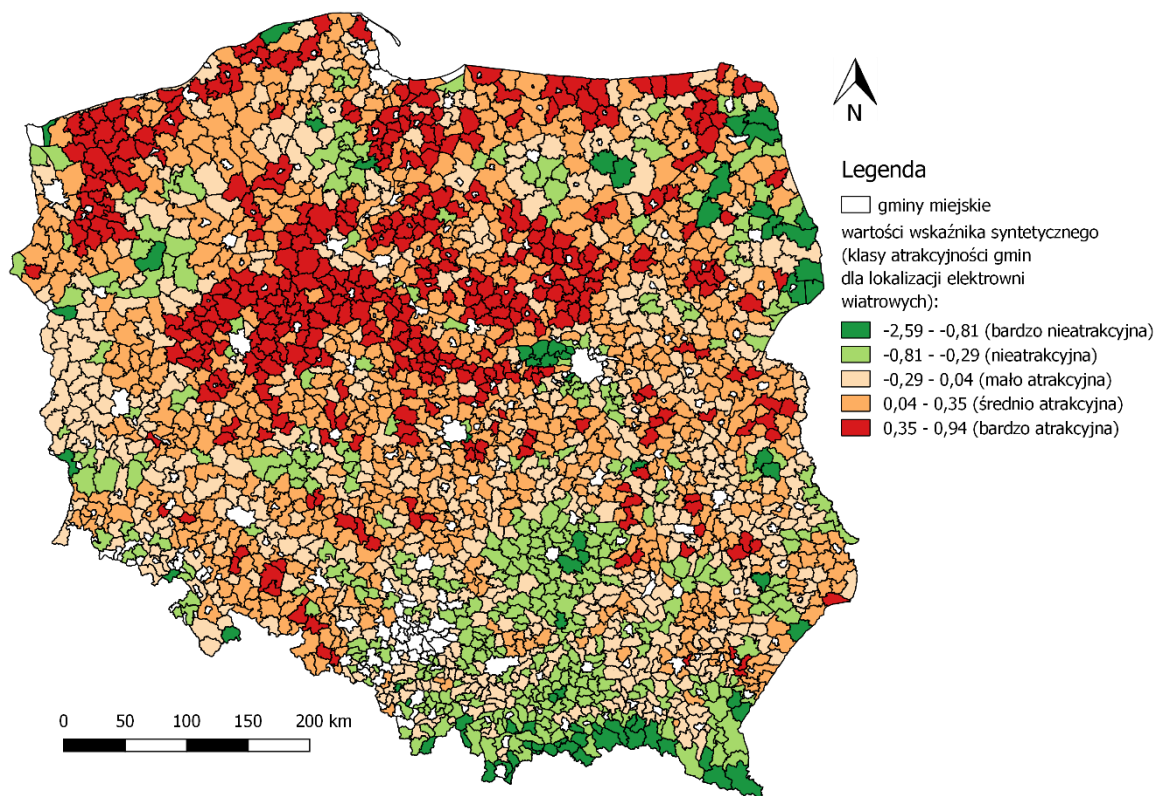
Tab. 21. Gminy o najwyższych wartościach wskaźnika syntetycznego (mediana dla wszystkich gmin = 0,05)

Lp.	Nazwa gminy	Wartość wskaźnika W	Województwo
1	Dąbrowice	0,990	łódzkie
2	Kleszczewo	0,986	wielkopolskie
3	Niechanowo	0,964	wielkopolskie

4	Mieścisko	0,941	wielkopolskie
5	Gryfice	0,911	zachodniopomorskie
6	Morzeszczyn	0,907	pomorskie
7	Złotniki Kujawskie	0,882	kujawsko-pomorskie
8	Grudusk	0,872	mazowieckie
9	Lubień Kujawski	0,863	kujawsko-pomorskie
10	Mieleszyn	0,858	wielkopolskie

Źródło: Opracowanie własne

Warto odnotować, iż dla gmin z piątego przedziału wartości wskaźnika syntetycznego średnia liczba turbin przypadająca na gminę wynosiła 4,1, natomiast dla pozostałych przedziałów 0,6 turbiny/gmina. W gminach, w których występuje duże zagęszczenie turbin wiatrowych oczywiście jest, iż możliwości przestrzenne dla nowych instalacji są ograniczone lub wyczerpane. Dlatego zdecydowano się na określenie atrakcyjności gmin dla nowych elektrowni wiatrowych (mogących powstać w krótkim terminie), zakładając długi okres eksploatacji już funkcjonujących (ryc. 103, załącznik nr 2). Określono ją poprzez uwzględnienie w skonstruowanym wskaźniku liczby turbin przypadających na 1 km² gminy. Dla tej cechy przypisano wagę równą 0,5. Niska wartość tego współczynnika jest wypadkową trzech powodów. Po pierwsze uznano, iż w gminach, w których występują dogodne warunki przestrzenne, funkcjonujące farmy wiatrowe powinny być rozbudowywane. Po drugie, w gminach, na terenie których działa elektrownia wiatrowa zakłada się, że przeprowadzone zostały odpowiednie pomiary i analizy, uwzględniające m.in. jej rentowność oraz brak negatywnego oddziaływania na środowisko. Po trzecie założono, iż funkcjonujące elektrownie w większości przypadków nie wyczerpują całkowicie zasobów przestrzennych w gminie. Mnogość czynników sprawia, iż trudno jest określić możliwą, maksymalną liczbę turbin w stosunku do powierzchni gminy. W gminie Kozielice występuje najwyższa wartość – 0,52 turbiny/km², natomiast dla dwudziestej z kolei pod tym względem gminy Ustronie Morskie jest to już mniej niż połowa tej wartości – 0,23 turbiny/km². Nie można jednak jednoznacznie uznać, iż w gminie Ustronie Morskie możliwe jest podwojenie liczby turbin. Dlatego wartość nadanej wagi znacznie obniża wartości wskaźnika syntetycznego dla gmin z dużym zagęszczeniem turbin wiatrowych, jednocześnie całkowicie nie wyklucza ich możliwości przestrzennych pod nowe inwestycje.



Ryc. 103. Wartości wskaźnika syntetycznego określające atrakcyjność poszczególnych gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, uwzględniający ograniczenia przestrzenne wynikające z funkcjonujących elektrowni wiatrowych

Źródło: opracowanie własne

W przypadku, gdyby polityka energetyczna kraju dotycząca odnawialnych źródeł energii była by planowana centralnie, wskazane było by również uwzględnianie dochodów gmin w celu wyrównywania poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego, gdyż jak wykazano, elektrownie wiatrowe przyczyniają się do wyraźnego wzrostu dochodu gmin. Wartości wskaźnika syntetycznego uwzględniającego tę cechę zawarto w załączniku nr 3.

5. Dyskusja wyników

Umiejscowienie zagadnienia lokalizacji elektrowni wiatrowych w teoriach lokalizacji nie było dotąd przedmiotem zainteresowania badaczy. Można jednak wskazać na wpływ ustawy z 2016 roku o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961 t. j.) na przyjęte założenia teoretyczne. W niniejszej pracy na podstawie koncepcji usieciowienia określono, iż o lokalizacji elektrowni wiatrowych decyduje konsensus uczestników gry ekonomicznej, którymi są: inwestor, organy administracji samorządowej, społeczność lokalna, rząd kraju. W/w ustawa drastycznie ogranicza natomiast udział inwestorów oraz organów administracji samorządowej w procesie wyboru lokalizacji dla elektrowni wiatrowych, gdyż dostępna przestrzeń dla tego typu inwestycji została bardzo zredukowana. Ponadto w/w ustawa wyklucza przyjmowanie orientacji surowcowej (miejsc o najdogodniejszych zasobach energetycznych wiatru w kraju), określonej na podstawie teorii Webera (1909) oraz naśladowania przez inwestorów konkurencji i lokalizowania działalności na obszarach przez nią poznanych i wybranych (zgodnie z przyjętym podejściem behawioralnym). Feltynowski (2017) określił, iż przyjmując wymaganą odległość elektrowni wiatrowej (bufor 1450 m) od określonych w w/w ustawie terenów³⁸, procent powierzchni obszarów wiejskich dopuszczających budowę elektrowni wiatrowych w województwie łódzkim wynosi zaledwie 0,71% (ok. 12 000 ha). Natomiast przyjmując alternatywną odległość (bufor 600 m), procent powierzchni obszarów wiejskich dopuszczających budowę elektrowni wiatrowych w województwie łódzkim zwiększa się ponad szesnastokrotnie i wynosi 11,89% (Feltynowski 2017). Hajto i in. (2017) określili, iż przyjmując kryterium odległości (bufora) 1 km od terenów osadniczych, średnia wartość udziału powierzchni dyspozycyjnej dla lokalizacji elektrowni wiatrowych wynosi w Polsce 6,1%, natomiast w przypadku bufora 2 km od zabudowy, wartość ta wynosi 0,9%. W badaniu Hajto i in. (2017) poza układem osadniczym wzięto również pod uwagę występowanie obszarów prawnie chronionych, obszarów leśnych, wód powierzchniowych i mokradeł, korytarzy ekologicznych oraz walory krajobrazu. W ekspertyzie „Energetyka wiatrowa w kontekście...” (2012) na podstawie przeprowadzonych analiz dla województwa kujawsko – pomorskiego rekomenduje się zachowanie odległości elektrowni wiatrowych od zabudowy zwartej i rozproszonej nie mniejszej niż 500 m, gdyż odległość ta

³⁸ Określona w ustawie z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961 t. j.) minimalna odległość elektrowni wiatrowej jest równa lub większa od dziesięciokrotności wysokości elektrowni wiatrowej mierzonej od poziomu gruntu do najwyższego punktu budowli, wliczając elementy techniczne, w szczególności wirnik wraz z łopatami od zabudowy mieszkaniowej, od określonych form ochrony przyrody (wymienionych w ustawie o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880 ze zm.) – art. 6 ust. 1 pkt 1–3 i 5) oraz od leśnych kompleksów promocyjnych

pozwała na zachowanie pewnych zasobów przestrzeni dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, jednocześnie nie wpływając negatywnie na zdrowie (bioklimat). W przypadku wersji alternatywnych: 500 m od zabudowy rozproszonej i 1000 m od zabudowy zwartej – występuje bardzo duże ograniczenie wolnych przestrzeni pod lokalizację elektrowni w województwie; 1000 m od zabudowy zwartej i rozproszonej – poza kompleksami leśnymi brak wolnych przestrzeni dla lokalizacji elektrowni w województwie. Można zatem uznać, iż określone w w/w ustawie kryterium odległościowe drastycznie ogranicza możliwość rozwoju lądowej energetyki wiatrowej, co powoduje niezgodność z przyjętymi w niniejszej pracy założeniami teoretycznymi. Z związku z tym, aby możliwe było lokalizowanie lądowych elektrowni wiatrowych, konieczna jest zmiana wymaganej odległości elektrowni wiatrowych od określonych w w/w ustawie terenów, gdyż jak opisano, zmiana przyjętego bufora wykazuje znaczne zwiększenie powierzchni obszarów dopuszczonych pod budowę tego typu instalacji.

W skonstruowanym modelu lokalizacji elektrowni wiatrowych stwierdzono, iż jedynie inwestor posiadający odpowiedni zasób informacji oraz zdolność jej przetworzenia decydował się na lokalizację. Należy jednak zwrócić uwagę, jakie informacje były istotne z punktu widzenia inwestorów. Wasiuta (2014) na podstawie badania ankietowego, którego adresatami byli inwestorzy, opisał bariery lokalizacji elektrowni wiatrowych. Bazując na zidentyfikowanych barierach, w niniejszej pracy określono, jakie informacje były istotne dla inwestora wybierającego lokalizację dla elektrowni wiatrowej. Były to:

- a) wiedza o możliwości przyłączenia inwestycji do sieci elektroenergetycznej w wybranym miejscu;
- b) znajomość sytuacji planistycznej w danej gminie,
- c) znajomość ułatwień i zachęt finansowych,
- d) wiedza o firmach produkujących turbiny oraz parametrach technicznych turbin,
- e) wiedza o rozmieszczeniu zasobów energetycznych wiatru,
- f) wiedza o nastawieniu społeczności lokalnej i organów administracji samorządowej do inwestycji,
- g) wiedza o dostępie do wykwalifikowanej kadry pracowniczej.

W przypadku, gdy inwestor dostatecznie nie rozpozna każdej możliwej bariery, inwestycja nie dojdzie do skutku. Ponieważ określonych obszarów o odpowiedniej atrakcyjności dla lokalizacji elektrowni było wiele, na wybór lokalizacji duży wpływ miały czynniki miękkie (m.in. nastawienie organów administracji samorządowej). Planowane inwestycje często były przedmiotem społecznych protestów (Bednarek-Szczepańska 2016), zatem należy uznać, iż określony w modelu obszar przychylnego nastawienia społeczności lokalnej oraz obszar

przychylnego nastawienia organów administracji samorządowej nie pokrywały się w całości. Można stwierdzić, iż wynikało to z niedostatecznego unormowania prawnego dotyczącego zasad lokalizacji elektrowni wiatrowych. Niedookreślone prawodawstwo, a także niejednolita doktryna i orzecznictwo, nie gwarantowały uwzględniania opinii społeczności lokalnej w trakcie podejmowania decyzji przez organy administracji samorządowej dotyczącej lokalizacji elektrowni wiatrowych (Lokalizacja i budowa lądowych... 2014). Za sprawą ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961 t. j.), kwestie te zostały uregulowane, jednak znacznie ograniczając możliwości budowy nowych inwestycji. Należy również zwrócić uwagę, iż elektrownie wiatrowe powinny być lokalizowane w sposób uwzględniający ład przestrzenny. W Polsce, duża liczba przybywających instalacji tworzyła liczne konflikty i problemy lokalizacyjne. Wskazując na przyczynę takiego stanu rzeczy, można przytoczyć tezę Dutkowskiego (2018): „nieład polskiej przestrzeni w sferze materialnej jest efektem anarchii w sferze sterowania – w sferze polityki przestrzennej, w różnych skalach – od lokalnej do krajowej, czyli jej zaniechania, błędów bądź nieudolnego sprawowania”. Autor niniejszej pracy podkreśla, że przy właściwym planowaniu przestrzennym, elektrownie wiatrowe nie muszą tworzyć konfliktów i problemów lokalizacyjnych, stanowiąc jednocześnie istotny element polskiej polityki elektroenergetycznej. Ponadto prawidłowe sformułowanie modelu potwierdza m.in. badanie Stolińskiej (2014). Autorka przeprowadziła konsultacje z firmami deweloperskimi, które realizują projekty pod elektrownie wiatrowe. Stolińska (2014) zwraca uwagę na wysokie ryzyko niepowodzenia ukończenia inwestycji w jej początkowych etapach. Wśród czynników uniemożliwiających ukończenie inwestycji Autorka wymienia m.in. wystąpienie w bliskim otoczeniu inwestycji, zagrożonych wyginięciem chronionych gatunków ptaków lub nietoperzy, wystąpienie protestów społecznych oraz zmianę zamierzeń gminy odnośnie gospodarki przestrzennej. Autor niniejszej pracy zwraca również uwagę, iż ryzyko niepewności powodzenia inwestycji związane z niepełnym zakresem wiedzy wynika ponadto z obowiązującego systemu aukcyjnego, gdyż inwestorzy nie znają zachowania konkurencji i nie mają pewności wygrania danej aukcji. Określane są typowe etapy przygotowania i realizacji inwestycji (Energetyka wiatrowa w Polsce 2013). Jednak jak podkreśla Stolińska (2014) analiza czynników odbywa się według usystematyzowanych procedur firm deweloperskich, która dostosowywana jest do aktualnie zaistniałych okoliczności. Istotny jest zatem zasób informacji oraz zdolność jej przetwarzania przez inwestora. Dodatkowo analiza otoczenia inwestycji oraz wzajemnie oddziaływanie pomiędzy już istniejącymi obiektami odbywa się głównie w stosunku do już istniejących turbin wiatrowych na terenie gminy (Stolińska 2014).

Autorka wymienia ponadto nastawienia społeczności lokalnej i organów administracji samorządowej jako istotne czynniki brane pod uwagę przy wyborze lokalizacji dla budowy elektrowni wiatrowej.

Sformułowana definicja czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych ma charakter autorski i jak dotąd brak jest w literaturze podejmowania podobnych prób. W piśmiennictwie występuje natomiast wiele autorskich definicji czynników lokalizacji dotyczących przedsiębiorstwa (Weber 1909 za: Budner 2000; Tarski 1963; Zajda 1972; Kortus 1986; Strykiewicz 1988; Fierla i Kuciński 1996; Godlewska 2001; Budner 2004; Tobolska 2017). Uznano jednak, iż nie w pełni wyjaśniają one specyfikę lokalizacji elektrowni wiatrowych. Dlatego zdecydowano się na własne sformułowanie tego pojęcia, bazując na definicji Tarskiego (1963): czynniki lokalizacji są to wszystkie okoliczności, wpływające bezpośrednio lub pośrednio na możliwość i rentowność produkcji w danym miejscu. Czynniki lokalizacji wpływa na wybór wariantu lokalizacyjnego i wpływa na to, że lokalizacja może w zależności od intensywności i sposobu działania czynnika lokalizacji okazać się w określonym miejscu niemożliwa bądź bardziej lub mniej korzystna.

Rozmieszczenie elektrowni wiatrowych charakteryzowało się dużym zróżnicowaniem na poziomie gmin. W pracy stwierdzono wiele przypadków lokalizacji, w których gminy z wieloma turbinami na swoim terenie sąsiadowały z gminami, w których ich nie było. Wystąpiły również przypadki, w których gmina bez zlokalizowanych turbin wiatrowych sąsiadowała z kilkoma gminami, w których ich liczba była duża. Fakt ten wskazywał na to, iż zasoby energetyczne wiatru nie były jedynym czynnikiem brany pod uwagę podczas wyboru lokalizacji. Potwierdzone zostało to statystycznie, gdyż uzyskane wyniki określające zależność pomiędzy turbinami wiatrowymi a mocą wiatru były zbliżone do obliczonej zależności dla pozostałych statystycznie istotnych cech. Zwrócono jednak uwagę, że lokalne zasoby energetyczne wiatru mogą odbiegać od opracowania Lorenc (2002).

Statystycznie istotne cechy, których wzrost wartości sprzyjał lokalizacji elektrowni wiatrowych to: moc wiatru; udział liczby gospodarstw rolnych 15 ha i więcej; udział powierzchni gospodarstw rolnych 15 ha i więcej; udział powierzchni użytków rolnych; występowanie sieci napięcia 110 kV. Statystycznie istotne cechy, których wzrost wartości nie sprzyjał lokalizacji elektrowni wiatrowych to: udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha; udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych; udział powierzchni działek rolnych do 1 ha włącznie; liczba budynków mieszkalnych na 1 km²; udział powierzchni gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych; gęstość zaludnienia; gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej; udział powierzchni terenów

mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych; udział powierzchni parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – krajobrazowych; udział powierzchni obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk; udział liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha; udział powierzchni parków narodowych oraz rezerwatów przyrody. Liczba turbin wiatrowych była wysoce zależna od wielkości gospodarstw. Pomimo, iż przyjmuje się, że 1 MW mocy elektrowni wiatrowej wymaga 10 ha powierzchni³⁹ (ewea.org za: Określenie potencjału energetycznego... 2011; Energetyka odnawialna jako...2012), lokalizacji elektrowni wiatrowych sprzyjało wyłącznie występowanie gospodarstw powyżej 15 ha, występowanie gospodarstw poniżej tej powierzchni wpływało na lokalizacje negatywnie. Nieco mniejszą rolę przy lokalizacji elektrowni wiatrowych odgrywały czynniki prawno-społeczne związane ze strukturą osadniczą oraz czynniki przyrodnicze związane z formami użytkowania terenu (użytki rolne; grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione). Wynika to z faktu, iż nie wszystkie użytki rolne są atrakcyjne dla inwestora. Zależne jest to m.in. od zasobów energetycznych wiatru na danych użytkach rolnych, rozdrobnienia gospodarstw oraz występującej zabudowy mieszkaniowej. Natomiast struktura osadnicza może charakteryzować się (przy takiej samej gęstości zaludnienia) koncentracją przestrzenną lub rozdrobnieniem zabudowy (Propozycje wskaźników do oceny... 2012). Z punktu widzenia lokalizacji elektrowni wiatrowych mniej korzystne jest rozdrobnienie zabudowy, gdyż trudniej znaleźć lokalizację znajdującą się możliwie daleko od budynków mieszkalnych. Niemniej, wszystkie wymienione wyżej cechy miały wyraźny wpływ na lokalizację elektrowni wiatrowych. Słabszy, jednak statystycznie istotny wpływ na lokalizację elektrowni miały czynniki przyrodniczo-prawne związane z formami ochrony przyrody. Słabszy wpływ wynikał z faktu, iż w wielu gminach, w których znajdowały się obszary zajmowane przez określone formy ochrony przyrody, zlokalizowano turbiny wiatrowe. Wśród nich były gminy, w których objętych ochroną było ponad 40% ich powierzchni. Można zatem stwierdzić, iż w niektórych przypadkach elektrownie wiatrowe mogły oddziaływać na cenne przyrodniczo krajobrazy.

Należy zwrócić uwagę, iż obliczone zależności pomiędzy określonymi cechami a elektrowniami wiatrowymi nie wyjaśniały w pełni występującego rozmieszczenia tego typu instalacji. Potwierdza to fakt, iż dla większości przypadków, w których występowały duże dysproporcje w liczbie turbin w sąsiadujących gminach, wartości obliczonego wskaźnika

³⁹ W praktyce często wartość ta jest mniejsza: farma wiatrowa Zagórze składająca się z 15 elektrowni wiatrowych o mocy 2 MW każda zajmuje powierzchnię 225,2 ha (www.tauron-ekoenergia.pl)

syntetycznego były zbliżone. Oznacza to, iż dużą rolę przy wyborze lokalizacji odgrywały czynniki miękkie, mające bezpośredni wpływ na lokalizację. Określono, iż jednym z takich czynników jest nastawienie władz samorządowych do inwestora. Dużą wagę tego czynnika potwierdza raport Najwyższej Izby Kontroli (NIK) pt.: „Lokalizacja i budowa...” (2014), w którym przedstawiono wyniki kontroli, określającej ocenę przestrzegania przez właściwe organy administracji publicznej ograniczeń związanych z lokalizacją i budową lądowych farm wiatrowych. W raporcie wskazano na występowanie szeregu nieprawidłowości, m.in.:

- żadna z gmin nie przeprowadziła referendum w sprawie lokalizacji elektrowni wiatrowych;
- w ok. 30% gmin elektrownie wiatrowe powstały na gruntach należących do osób pełniących funkcję organów gminy bądź zatrudnionych w gminnych jednostkach organizacyjnych;
- w ok. 80% gmin zgoda na lokalizację poprzedzona była sfinansowaniem dokumentacji planistycznej lub przekazaniem na rzecz gminy darowizn;
- elektrownie wiatrowe często lokalizowane były na obszarach poszczególnych form ochrony przyrody.

Fakty te prawdopodobnie tłumaczą odstępstwa od reguł wynikających z analiz empirycznych niniejszej pracy. W związku z tym, określone cechy mogą mieć obiektywnie większy wpływ na lokalizację elektrowni wiatrowych niż wynika to z przeprowadzonych analiz. Należy podkreślić, iż skala nieprawidłowości określonych przez NIK (2014) w skontrolowanych gminach była bardzo duża, a co za tym idzie, lądowe elektrownie wiatrowe lokalizowane były często w warunkach zagrożenia konfliktem interesów, brakiem przejrzystości i korupcją. Często pomijany był podmiot – społeczność lokalna, przez co wielokrotnie pojawiały się protesty. Dlatego jak podkreśla Dutkowski (1996): „nauki przestrzenne nie powinny ograniczać się do perspektywy określonej jako ujęcie przestrzenne, tzn. do analizowania kolizji funkcji, ponieważ w licznych sytuacjach takie ujęcie nie jest wyczerpujące i nie pozwala na pełne zrozumienie danego konfliktu”.

Na podstawie przeprowadzonych ankiet stwierdzono, że społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej jest ogólnie pozytywne. W badaniu ankietowym niniejszej pracy, niemal 70% respondentów oceniło swoje nastawienie do odnawialnych źródeł energii jako bardzo pozytywne. Według Centrum Badań Opinii Społecznej (CBOS) (2016) odnawialne źródła energii (OZE) charakteryzują się najwyższą pozytywną oceną społeczeństwa, zarówno jeżeli chodzi o bezpieczeństwo, jak i perspektywiczność, spośród różnych źródeł pozyskiwania

energii. W wymiarze bezpieczeństwa, 87% respondentów oceniła OZE pozytywnie, natomiast w wymiarze perspektywiczności – 82%. Różnice w stosunku do pozostałych źródeł pozyskiwania energii były znaczące, gdyż drugi pod względem bezpieczeństwa, jak i perspektywiczności gaz ziemny, uzyskał odpowiednio 60% i 55% pozytywnych ocen społeczeństwa. W raporcie pod redakcją Mroczek (2011), średnia ocena poparcia dla OZE była wysoka i wynosiła 4,28, (również wysoką ocenę uzyskała energia pochodząca z wiatru: 4,18), gdzie: 1 – najniższe poparcie; 5 – najwyższe poparcie. W badaniu ankietowym niniejszej pracy, najwyższa średnia ocen poparcia przypadła elektrowniom słonecznym (4,6), następnie elektrowniom wiatrowym (4,5) oraz elektrowniom wodnym (4,4). Zbliżone wyniki uzyskał Nowicki (2016), który poprosił respondentów o wskazanie, które ich zdaniem odnawialne źródło energii ma największe szanse na rozwój na terenie gminy. Najczęściej wskazywano na energię słoneczną (57%) oraz wiatrową (44%). Zdecydowanie rzadziej wybierano energię wodną (12%), dalej - energię geotermalną (8%) oraz biomasę/biogaz (4%). Podobne wyniki uzyskali Ancygier i Szulecki (2013). Przeprowadzili oni ankietę na grupie przedstawicieli polskich gmin. Autorzy zadali pytanie o nastawienie władz samorządowych do określonych rodzajów OZE. Najwyżej oceniono elektrownie fotowoltaiczne (0,97), następnie elektrownie wiatrowe (0,60), elektrownie wodne (0,60) oraz biogazownie (0,49). Ponadto władze samorządowe określiły nastawienie mieszkańców swojej gminy do poszczególnych typów OZE. Według władz samorządowych, mieszkańcy najbardziej akceptowali elektrownie fotowoltaiczne (0,44), następnie elektrownie wodne (0,25). Nie akceptowali elektrowni wiatrowych (-0,15) oraz biogazowni (-0,31). Wyniki uzyskane w ankiecie niniejszej pracy są zbliżone do tych, które dla władz gminy uzyskali Ancygier i Szulecki (2013). Jednak określenie nastawienia mieszkańców przez samorządowców różni się od wyników uzyskanych w niniejszej pracy: respondenci znacznie lepiej ocenili elektrownie wiatrowe, niż uznali to przedstawiciele władz gminy w badaniu Ancygiera i Szuleckiego (2013). Świadczy to o tym, iż społeczeństwo znacznie lepiej ocenia różne technologie OZE, niż sądzą władze gminy. Ogólne pozytywne nastawienie do energetyki wiatrowej przekładało się na wskazywanie szczegółowych pozytywnych opinii na temat tego typu instalacji. W ankiecie niniejszej pracy, respondenci najczęściej wskazywali na: zyski dla budżetu gminy (65,3%), szansę na rozwój (61,2%) oraz inwestycję na przyszłość (57,1%), w nieco mniejszym stopniu na nowe miejsca pracy (37,4%). W raporcie pod redakcją Mroczek (2011) również najwięcej respondentów uznało, iż elektrownie wiatrowe przyczyniają się poprzez zasilanie budżetu gminy do szybszego rozwoju gminy (67,3%). W dalszej kolejności wskazywano na: tworzenie nowych miejsc pracy (46,1%); zwiększenie atrakcyjności turystycznej okolicy (43,6%); wpływ na

turystykę (39,3%). Atrakcyjność turystyczną można powiązać z faktem, iż elektrownie wiatrowe w znacznym stopniu wpływają na wizualną percepcję krajobrazu. Słobodzian – Ksenicz i in. (2016) zadali pytanie respondentom o wpływ farm wiatrowych na krajobraz. Ponad połowa ankietowanych (54%) oceniła pozytywnie wpływ farm wiatrowych na krajobraz, 29% uważało, że jego wpływ jest obojętny, a 17% oceniło go negatywnie. Marcinkiewicz i Poskrobko (2015) zadali to samo pytanie, jednak w tym badaniu odpowiedzi respondentów rozkładały się równomiernie. 33% badanych uznało, iż elektrownie wiatrowe mają niekorzystny wpływ na krajobraz, 30% uznało, że mają korzystny wpływ, natomiast 37% odpowiedziało, że nie mają wpływu na krajobraz. Marcinkiewicz i Poskrobko (2015) stwierdzili, że osoby mieszkające w powiatach, w których zlokalizowane są takie instalacje, w podobny sposób oceniają wpływ elektrowni wiatrowych na krajobraz, co osoby mieszkające na obszarze, gdzie ich nie ma. W ankiecie niniejszej pracy, wśród negatywnych opinii dotyczących elektrowni wiatrowych, najczęściej wskazywano na uciążliwe sąsiedztwo (10,2%). 6,1% ankietowanych stwierdziło, że jest to mało znaczący dodatek do budżetu gminy, a jedynie co 50 badany określił, iż jest to zagrożenie dla jakości życia. Opinie negatywne były wskazywane zdecydowanie rzadziej niż opinie pozytywne. Prawidłowość tę potwierdza również raport pod redakcją Mroczek (2011), w którym opiniami na temat elektrowni wiatrowych, z którymi najczęściej się nie zgadzano, były opinie negatywne. Również najczęściej nagłaśniane w mediach, potencjalne negatywne oddziaływanie elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka oraz na faunę i florę, nie znajduje odzwierciedlenia w poglądach społeczeństwa. W badaniu Słobodzian – Ksenicz i in. (2016), negatywny wpływ elektrowni wiatrowych na faunę i florę wskazało 43% ankietowanych, natomiast 53% badanych uznało, że nie mają one wpływu lub są obojętne. W przypadku wpływu wiatraków na zdrowie człowieka, większość respondentów (47%) uznała, że nie mają one wpływu, 28% badanych oceniło ten wpływ jako pozytywny, natomiast 25% ankietowanych jako negatywny. Ponadto bardzo zbliżone wyniki dotyczące szczegółowych opinii na temat elektrowni wiatrowych do wyników niniejszej pracy uzyskali Ancygier i Szulecki (2013). Autorzy zapytali samorządowców, jaką rolę mogą odgrywać OZE w gminach? Ponownie przeważały wskazania pozytywne, takie jak: szansa na rozwój (69%), inwestycja na przyszłość (61%) oraz zyski dla budżetu gminy (59%). Samorządowcy, podobnie jak mieszkańcy gmin, wśród przychylnych opinii najrzadziej wskazywali na nowe miejsca pracy (31%). Jedynie 1/5 respondentów sugerowała, że odnawialne źródła energii to uciążliwe sąsiedztwo, 9% uznało, że jest to mało znaczący dodatek dla budżetu gminy, a 7%, że zagrożenie. W niniejszej pracy wykazano, iż pozytywne nastawienie do elektrowni wiatrowych ulega osłabieniu, gdy taka elektrownia jest zlokalizowana lub miałaby być zlokalizowana w

po bliziu miejsca zamieszkania respondenta, gdyż zamieszkujący mniej niż 1 km od turbiny wiatrowej, częściej wskazywali na uciążliwe sąsiedztwo. Wyniki te potwierdza badanie Słobodzian – Ksenicz i in (2016), z którego wynika, że im inwestycja jest dalej położona od miejsca zamieszkania, tym respondenci są nastawieni do niej przychylniej. 81% badanych wyraziłoby zgodę na budowę elektrowni wiatrowej na terenie swojego województwa, jedynie 10% byłoby przeciwnych. Podobne odpowiedzi uzyskano dla lokalizacji w swoim powiecie - 79% ankietowanych byłaby nastawiona pozytywnie. Na terenie swojej gminy 65% respondentów byłoby przychylnych powstaniu elektrowni wiatrowej. Mniej niż połowa badanych (45%) chciałaby, aby elektrownia wiatrowa powstała na gruncie sąsiada, a 41% wyraziłoby swój sprzeciw. Warto zwrócić uwagę na częsty sprzeciw respondentów w przypadku, gdyby inwestycja miała powstać na gruncie sąsiada. Z tego względu, pomimo przeważających pozytywnych opinii dotyczących elektrowni wiatrowych, inwestycje te często były przedmiotem protestów, które były nagłaśniane w mediach. Bednarek-Szczepańska (2016) analizowała występujące konflikty społeczne wokół lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce na podstawie kwerendy prasy regionalnej i lokalnej dla lat 2007-2014 oraz innych źródeł. W wyniku badania autorka zidentyfikowała 499 konfliktów lokalizacyjnych na obszarach wiejskich i w małych miastach w Polsce, znajdujących się na terenie 102 gmin, które były przedmiotem doniesień medialnych. Spośród nich, aż 20% dotyczyło lokalizacji elektrowni wiatrowych. Autorka zwróciła uwagę, iż relatywnie wysoka liczba protestów miała miejsce w województwie świętokrzyskim, gdzie elektrowni wiatrowych jest niewiele. Natomiast w województwie zachodniopomorskim, gdzie łączna moc zainstalowana elektrowni wiatrowych jest największa, liczba protestów była zbliżona do innych regionów. Bednarek-Szczepańska (2016) stwierdziła, że w Polsce kształtuje się „antywiatrakowy” ruch społeczny. Autorka powołuje się na stronę internetową „stopwiatrakom.eu”, na której swój sprzeciw wobec konkretnych projektów inwestycyjnych zamieścili mieszkańcy około 500-550 miejscowości w Polsce. Analiza przestrzenna sprzeciwów wyrażonych na tym portalu wykazała, iż występują one we wszystkich regionach Polski. Jak się jednak okazuje, nagłaśniane sprzeciwy często nie wynikają z przekonania społeczeństwa o negatywnym oddziaływaniu tego typu instalacji m.in. na zdrowie czy faunę. Graczyk (2010) przeprowadziła badanie ankietowe, którego celem było poznanie prawdziwych przyczyn protestów przeciw budowie parków wiatrowych. „Okazało się, że prawdziwym powodem protestów była ukryta zawiść sąsiedzka odnośnie dochodów otrzymywanych z dzierżawy bądź sprzedaży terenów pod inwestycję lub nieotrzymanie odszkodowania za bliskość budowy parku wiatrowego” (Graczyk 2010). Taki powód wskazało ponad 70% badanych zamieszkujących we wsiach,

które zgłosiły protest uniemożliwiający budowę elektrowni wiatrowej (Możdżanowo i Starkowo). Dopiero na kolejnych miejscach wskazywano na szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi (ok. 41%), szkodliwy wpływ na środowisko (ok. 32%), szkodliwy wpływ na zdrowie zwierząt (ok. 26%). Graczyk (2010) stwierdziła, że prawdziwe przyczyny protestów są często ukrywane, gdyż ich ujawnienie mogłoby spowodować kompromitację oraz dezaprobatę. Na potwierdzenie tej tezy zadano respondentom następujące pytanie: „wiadomo, że elektrownie wiatrowe są źródłem dużych korzyści finansowych z dzierżawy ziemi. Czy przyczyną protestów była chęć postawienia wiatraka na własnym terenie, bo dlaczego mają skorzystać z tej okazji tylko niektórzy mieszkańcy?” (Graczyk 2010). Z tą opinią zgodziło się 80% mieszkańców Możdżanowa i Starkowa. Tezę Graczyk potwierdza badanie sondażowe firmy EC BREC (2002) (za: Niecikowski, Kistowski 2008). W badaniu „pytano właścicieli ziemi o wyrażenie zgody na postawienie elektrowni wiatrowej na swoim polu. 95% osób wyraziło swoją zgodę na realizację inwestycji. Natomiast w przypadku gdyby inwestycja została zrealizowana na polu sąsiada, liczba osób nastawiona pozytywnie do inwestycji malała do 83%” (EC BREC (2002) cyt. za: Niecikowski, Kistowski 2008). W tym badaniu, jako pozytywne wynikające z planowanej budowy elektrowni wiatrowej, respondenci najczęściej wskazywali na dodatkowe dochody dla posiadaczy gruntu (83%). Najczęściej wskazywanym negatywnym skutkiem wybudowania farmy wiatrowej były utrudnienia w uprawie roli w okresie budowy farmy (66%). Ponadto Dutkowski (2019) wyróżnił cztery płaszczyzny konfliktu wiatrakowego, w którym występują różne strony (mieszkańcy, organizacje proekologiczne, branże gospodarcze – węglowa, energetyczna i wiatrakowa) i uczestnicy (eksperti – przedstawiciele nauki, przedstawiciele władzy publicznej – od krajowej do lokalnej). Każda ze stron i uczestników konfliktu, charakteryzuje się zarówno poglądami przeciwnymi jak i popierającymi energetykę wiatrową. Autor wskazuje, jako główne źródło konfliktów, sprzeczny interes mieszkańców, wyrażany poprzez ich obawę o dobre samopoczucie i zdrowie. W celu niwelowania konfliktów ekologicznych, Dutkowski (2019) zaleca budowę sieci profesjonalnych instytucji oraz pracę nad procedurami mediacyjnymi wskazując władze wojewódzkie, współpracujące z ekspertami i wyspecjalizowanymi firmami, jako podmiot odpowiedzialny za tę czynność. W niniejszej pracy stwierdzono, iż wiedza respondentów na temat OZE nie była duża. Tezę tę potwierdza badanie pod redakcją Mroczek (2011), w którym zapytano respondentów, jaka energia kojarzy im się z energią odnawialną. Prawie jedna piąta badanych (19,3%) kojarzyła energetykę jądrową z OZE. W raporcie pod redakcją Mroczek (2011) zadano również pytanie o postawę wobec energetyki wiatrowej. 29% badanych interesowało się energetyką wiatrową, a o Światowym Dniu Wiatru słyszało niespełna 14% respondentów. Aż 84% badanych stwierdziło,

że rzetelna informacja o wadach i zaletach elektrowni wiatrowych ułatwiłaby akceptację takiej inwestycji w pobliżu miejsca zamieszkania, a 71% ankietowanych dostrzegało potrzebę konsultacji społecznych dotyczących energetyki wiatrowej. Wyniki te potwierdza również badanie Nowickiego (2016). Autor zapytał o znajomość ustawy o OZE. 34% ankietowanych o niej słyszało, natomiast 66% jej nie znało. Duża część ankietowanych nisko oceniła swoją wiedzę na temat OZE (71%). Badani w niniejszej pracy respondenci w większości (91,8%) uznali, iż energetyka wiatrowa odgrywa istotną rolę w polskiej gospodarce oraz powinna być wspierana przez państwo. Również w badaniu Ancygiera i Szuleckiego (2013) większość ankietowanych (przedstawiciele władz gmin) stwierdziła, że elektrownie wiatrowe są ważne dla polskiej gospodarki (86%), a 65% przedstawiciele władz lokalnych uznało, że energetyka wiatrowa powinna być wspierana przez państwo. Odmienne wyniki badań uzyskał Nowicki (2016). W badaniu tego autora, większość ankietowanych (65%) była przeciwna przeznaczaniu publicznych środków na tego typu instalacje. Nowicki (2016) zwrócił uwagę na duże rozbieżności w udzielanych odpowiedziach ze względu na wykształcenie ankietowanych. 82% badanych z wykształceniem podstawowym była przeciwna wspieraniu finansowym inwestycji OZE z budżetu gminy, natomiast osoby z wykształceniem wyższym popierały tego typu przedsięwzięcia - 88% udzieliło odpowiedzi pozytywnej. W badaniu CBOS (2016) 50% respondentów uznało, że należy skoncentrować się na rozwoju OZE, podczas gdy jedynie 5% wskazało na rozwój nieodnawialnych źródeł energii. 39% uważało, że należy obie te gałęzie rozwijać w równym stopniu. CBOS (2016) zadało również pytania odnoszące się do strategii, jaką Polska powinna przyjąć do roku 2030 w zakresie rozwoju elektroenergetyki. 89% badanych zgodziło się ze stwierdzeniem, że do roku 2030 konieczny jest znaczący wzrost produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, co pozwoli chronić środowiska naturalne w Polsce oraz zwiększy wpływ obywateli i społeczności lokalnych na decyzje dotyczące energetyki. W niniejszym badaniu większość ankietowanych (67,3%) uznała, że zmiany klimatu stanowią istotny problem dla Polski. Również według badania CBOS (2016), kwestie związane ze zmianami klimatu są istotne dla społeczeństwa. W tym badaniu ankietowani uznali (74%), że ocieplenie klimatu i emisja dwutlenku węgla do atmosfery stanowi bardzo ważny problem, podczas gdy jedynie 5% Polaków bagatelizowało tę kwestię. Niemal wszyscy respondenci (97%) uznali za ważną kwestię zapewnienia czystego powietrza poprzez zmniejszenie zapylenia oraz ograniczenie emisji związków siarki i azotu. CBOS (2016) zapytało również badanych, jak oceniają wpływ energetyki wiatrowej na klimat? Zdecydowana większość respondentów (85%) uznała, że energetyka wiatrowa nie emituje dwutlenku węgla, jest przyjazna dla klimatu. Zaledwie 1% stwierdził, że elektrownie wiatrowe

są szkodliwe dla klimatu oraz cechują się wysoką emisją dwutlenku węgla. W badaniu Nowickiego (2016), zdecydowana większość respondentów (80%) przyznała, że kwestia ochrony środowiska naturalnego jest istotna, z czego 38% uznało ją za bardzo istotną. Nikt nie udzielił odpowiedzi, że kwestia ochrony środowiska jest mało ważna. Analizując postawy społeczeństwa dotyczące OZE, w tym energetyki wiatrowej, warto zwrócić uwagę na nastawienie społeczne do mikroinstalacji. Kalbarczyk i Kachlicka (2016) zadały pytanie o nastawienie respondentów do mikroinstalacji, zakładając dysponowanie wystarczającymi środkami finansowymi do montażu takiej instalacji przez badanych. Przy takim założeniu, niemal połowa ankietowanych (47,2%) wyraziła gotowość do wykonania instalacji OZE wspomagającej tradycyjny system ogrzewania. Chęć wykonania instalacji OZE będącej jedynym źródłem energii (ciepła i prądu) wyraziło 22,6% respondentów. Według CBOS (2016) zainteresowanie energetyką prosumencką jest relatywnie wysokie. 22% badanych rozważało zastosowanie instalacji umożliwiających korzystanie z odnawialnych źródeł energii w swoim domu/budynku gospodarczym, z czego 7% osób było na to zdecydowanych. Wśród tych osób 72% było zainteresowanych wytwarzaniem energii cieplnej na własne potrzeby, natomiast wytwarzaniem energii elektrycznej na własne potrzeby zainteresowanych było 46% respondentów. Chęć odsprzedawania energii elektrycznej do sieci po godziwej cenie wyraziło zaledwie 9% zainteresowanych energetyką prosumencką.

Na podstawie literatury oraz przeprowadzonego badania ankietowego należy uznać, że ogólne nastawienie społeczeństwa do energetyki wiatrowej w Polsce jest pozytywne. Jednak, gdy taka inwestycja ma powstać bliżej miejsca zamieszkania respondenta, jego pozytywne nastawienie ulega osłabieniu. Wynika to m.in. z braku wiedzy o oddziaływaniu tego typu instalacji na środowisko i zdrowie, a także tłumaczone jest tzw. „syndromem NIMBY”⁴⁰. Akronim „NIMB” oznacza pozytywną postawę osób wobec inwestycji powszechnie akceptowalnych, przy jednoczesnym sprzeciwie do ich lokalizacji w najbliższym otoczeniu. Są to najczęściej inwestycje uznawane za niebezpieczne, jednak istnieje społeczna świadomość konieczności ich realizacji (Michałowska 2008, Dmowska-Dudek 2011). Występują różne odmiany syndromu NIMBY, takie jak: NIABY⁴¹, BIBYTIM⁴², BANANA⁴³ (Kalbarczyk, Kalbarczyk 2018). Należy również podkreślić, iż pomimo ogólnego pozytywnego nastawienia społeczeństwa, istnieje duża grupa osób sprzeciwiająca się powstawaniu elektrowni

⁴⁰ Ang. not in my backyard – “nie na moim podwórku”

⁴¹ Ang. not in any backyard – “na żadnym podwórku”

⁴² Ang. better in your backyard than mine – “lepiej na twoim podwórku niż moim”

⁴³ Ang. build absolutely nothing, anywhere near anything – “nie budować absolutnie niczego, nigdzie i w pobliżu niczego”

wiatrowych. Protesty często są nagłaśniane w mediach, przez co kształtowany jest „antywiatrakowy” pogląd wśród ludności. Postawy społeczeństwa wobec energetyki wiatrowej w innych krajach nie odbiegają od tych występujących w Polsce. Dudleston (2010) przeprowadził badanie ankietowe mającą na celu ustalenie postaw i opinii osób mieszkających w promieniu 20 km od czterech działających farm wiatrowych w Szkocji. 74% respondentów stwierdziło, że nie ma nic przeciwko funkcjonującej farmie wiatrowej, a tylko 11% stwierdziło, że jej nie akceptuje. Kalldelis (2005) przeprowadził badania dotyczące publicznego podejścia do energetyki wiatrowej na obszarach o wysokim potencjale energii wiatru w Grecji. Uzyskane wyniki wyraźnie wskazują na akceptację społeczeństwa dla istniejących farm wiatrowych oraz brak akceptacji dla nowych instalacji. Potwierdzany jest również syndrom NIMBY (m.in. Kahn 2000). Pomimo licznej literatury podważającej tę koncepcję (m.in. Wolsink 2000, Warren i in. 2006) termin NIMBY, w szczególności w odniesieniu do farm wiatrowych zyskuje na wiarygodności.

Na podstawie zidentyfikowanych czynników lokalizacji skonstruowano wskaźnik określający atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Zastosowana metoda wskaźnikowa ma dobre i słabe strony. Jej główną wadą jest fakt, iż jest mało precyzyjna. Nie uwzględnia rozmieszczenia określonych cech w obrębie gmin. W związku z tym, nie wskazuje dokładnych potencjalnych lokalizacji. Takie lokalizacje można wyznaczyć wykorzystując narzędzia GIS (Kistowski 2012, Synowiec i Luc 2013), jednak ich wykorzystanie do wyznaczenia potencjalnych lokalizacji w skali kraju może być trudne lub niemożliwe ze względu na fakt, iż mogą wystąpić trudności z dostępnością danych, których pozyskanie dodatkowo może być kosztowne, a same obliczenia mogą być czasochłonne. Główną zaletą użytej metody wskaźnikowej jest względna łatwość jej zastosowania. Jej wykorzystanie nie generuje kosztów (lub niewielkie koszty). Zastosowane kryteria do obliczeń są jednorodne dla obszaru całego kraju, co stwarza możliwość porównywania ze sobą atrakcyjności dla lokalizacji elektrowni wiatrowych dla poszczególnych gmin. Metodę tę można również łatwo korygować, co w przypadku dalszych badań daje możliwość udoskonalania określonego wzoru. Należy podkreślić, iż dobór cech do wzoru nie może opierać się wyłącznie na wyznaczonej statystycznej istotności powiązań z występującymi turbinami wiatrowymi, gdyż jak stwierdzono, podczas ich lokalizacji często zachodziły nieprawidłowości. Z tego względu w określonym wzorze atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych konieczna była merytoryczna weryfikacja, której dokonano na podstawie analizy teoretycznych czynników lokalizacji.

Na podstawie wyznaczonej atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych można stwierdzić, iż w Polsce na terenie wielu gmin występują dobre warunki dla lokalizacji tego typu instalacji. Ponad połowa całkowitej powierzchni obszarów wiejskich kraju została zaliczona do klasy 4 (średnio atrakcyjna) lub 5 (bardzo atrakcyjna). Klasa 4 została jednak określona jako średnio atrakcyjna, a poszukiwanie optymalnych lokalizacji należy przeprowadzić w pierwszej kolejności w klasie 5. Można podkreślić, iż rozmieszczenie przestrzenne gmin o najwyższym udziale powierzchni użytków rolnych nie jest tożsame z rozmieszczeniem gmin o najwyższych wartościach obliczonego wskaźnika (wpływ pozostałych czynników lokalizacji różnicuje atrakcyjność inwestycyjną poszczególnych użytków rolnych). Gminy o najwyższej atrakcyjności dla lokalizacji elektrowni wiatrowych znajdują się na wybrzeżu Morza Bałtyckiego, w centralnej części województwa zachodniopomorskiego, wschodniej części pomorskiego, w województwie kujawsko – pomorskim, środkowej i północnej części województwa wielkopolskiego oraz północno – wschodniej części województwa mazowieckiego. Gminy o najniższej atrakcyjności znajdują się przede wszystkim na południu kraju oraz w województwie podlaskim. Wyniki uzyskanej atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych porównano do wyników Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO): „Określenie potencjału energetycznego...” (2011). Uzyskana w niniejszej pracy atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych jest zbliżona do określonego w raporcie IEO potencjału rynkowego energetyki wiatrowej dla województw (najwyżej sklasyfikowano województwa: zachodniopomorskie, pomorskie, kujawsko-pomorskie, wielkopolskie). Duże podobieństwo uzyskanych rezultatów wynika z faktu, iż IEO określiło, że najbardziej efektywnym scenariuszem dotyczącym potencjału rynkowego byłaby kontynuacja obecnego rozkładu regionalnego występujących wielkoskalowych inwestycji w elektrownie wiatrowe. Natomiast w niniejszej pracy określona atrakcyjność gmin w dużej mierze bazowała na już zlokalizowanych turbinach wiatrowych. W niniejszej pracy uwidoczniono jednak, iż w obrębie poszczególnych województw występuje duże zróżnicowanie atrakcyjności gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych.

Określona w niniejszej pracy atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych może stanowić punkt wyjścia dla dalszych badań. Przyjmując za obiekt badań gminę, wykorzystując narzędzia GIS można określić dokładne potencjalne lokalizacje turbin wiatrowych, a co za tym idzie ich liczbę i możliwą do zainstalowania moc. Do wyznaczenia tych lokalizacji rekomenduje się środowiskowe kryteria oceny uwarunkowań lokalizacyjnych zaproponowane przez Kistowskiego (2012). Wykonując taką analizę dla ok. 10 gmin (dla 2 gmin z każdego z wyznaczonych przedziałów klasowych określonej atrakcyjności) oraz

wykorzystując przedstawioną klasyfikację gmin, można obliczyć dokładny potencjał energetyczny energetyki wiatrowej w Polsce. Synowiec i Luc (2013) wzięli pod uwagę większość czynników zaproponowanych przez Kistowskiego (2012) do oceny przydatności przestrzennej dla lokalizacji elektrowni wiatrowych w gminie Rymanów. W wyniku analiz określono, iż aż 97,2% powierzchni gminy to obszary, które należy wykluczyć z budowy elektrowni wiatrowych, jak również takie, które można zaklasyfikować jako nieprzydatne. Porównując ten wynik z oceną atrakcyjności gminy Rymanów określoną w niniejszej pracy, można stwierdzić dużą zgodność, gdyż obliczona wartość wskaźnika jest niska ($W = -0,278$) – w rankingu gmin zajmuje ona 1720 miejsce. Zaskakujący jest jednak fakt, iż w gminie tej zlokalizowano 12 elektrowni wiatrowych, co stanowi 33% liczby wszystkich turbin znajdujących się na terenie wszystkich gmin znajdujących się w klasach 1 – bardzo nieatrakcyjna i 2 – nieatrakcyjna. Można zatem uznać, iż merytoryczny dobór cech do skonstruowanego wskaźnika był słuszny, gdyż nie wszystkie gminy, na terenie których występowały turbiny wiatrowe, charakteryzowały się odpowiednią atrakcyjnością dla ich lokalizacji.

Dokonana w pracy analiza czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych wskazuje, iż obecnie kluczowym pytaniem nie jest: „gdzie lokalizować?” tylko „czy lokalizować?”. Pytanie: „czy lokalizować?” związane jest z czynnikami ogólnokrajowymi, a także globalnymi. O tym „czy lokalizować?” decyduje rząd kraju na podstawie przede wszystkim efektów gospodarczych oraz nastawienia społeczeństwa. Planowanie gospodarki energetycznej wymaga rozstrzygnięć, takich jak m.in.: czy odchodzić od paliw kopalnych na rzecz energetyki odnawialnej? Jaki procent powinna stanowić energetyka odnawialna w bilansie energetycznym? Który rodzaj OZE wspierać i promować? Rozstrzygnięcia te decydują o możliwym rozwoju energetyki wiatrowej. W niniejszej pracy uznano, iż należy wspierać rozwój lądowej energetyki wiatrowej, a odpowiedź „gdzie lokalizować?” została zawarta w niniejszej pracy.

6. Podsumowanie

Zagadnienie lokalizacji elektrowni wiatrowych można umiejscowić w istniejących teoriach lokalizacji (teorii Webera 1909, podejściu behawioralnym, koncepcji usieciowienia). Na podstawie przeanalizowanej teorii Webera (1909) stwierdzono, iż poszukując lokalizacji dla elektrowni wiatrowych należy przyjmować orientację surowcową. Określonym surowcem są zasoby energetyczne wiatru. Orientacja surowcowa lokalizacji wynika przede wszystkim z

faktów, iż: występujących zasobów energetycznych wiatru nie da się transportować; transport gotowego produktu (energii elektrycznej) nie niesie za sobą dużych kosztów; następuje rozwój magazynów energii mogących akumulować energię elektryczną w pobliżu miejsca jej produkcji. Stwierdzono również, że lokalizacja elektrowni wiatrowych ma odzwierciedlenie w podejściu behawioralnym. Uznano, iż inwestor posiada niepełny zakres wiedzy i (lub) brak umiejętności jej wykorzystania. Z tego powodu na decyzję lokalizacyjną duży wpływ mają przesłanki personalne. Decydują one o przychylnym nastawieniu władz lokalnych oraz społeczności lokalnych do inwestycji. Niepełna informacja o rzeczywistości skłania decydentów do naśladowania konkurencji i lokalizowania działalności na obszarach przez nią poznanych i wybranych. Ponadto decydent szuka lokalizacji zadowalających (przynoszących zyski), a nie lokalizacji optymalnych. W opozycji do podejścia behawioralnego jest fakt, iż podczas wyboru lokalizacji elektrowni wiatrowej, inwestor podejmuje racjonalną decyzję. Na podstawie koncepcji usieciowienia stwierdzono, że lokalizacja elektrowni wiatrowych jest zależna od konsensusu kilku podmiotów, którymi są: inwestor, organy administracji samorządowej, społeczność lokalna, rząd kraju.

Na podstawie powyższych założeń, skonstruowano model lokalizacji elektrowni wiatrowych. Uznano, iż na inwestycję decyduje się wyłącznie inwestor, który posiada odpowiedni zasób oraz zdolność przetwarzania informacji. Wybierana jest lokalizacja, która znajduje się jednocześnie na obszarze możliwej lokalizacji (określonej przez normy prawne), obszarze przychylnego nastawienia społeczności lokalnej i organów administracji samorządowej oraz obszarze rentowności. Inwestorzy posiadający największy zasób oraz zdolność przetwarzania informacji wybierają ponadto obszary o najdogodniejszych zasobach energetycznych wiatru.

Definicje czynnika lokalizacji występujące w literaturze nie oddają specyfiki lokalizacji elektrowni wiatrowych. Bazując na definicji Tarskiego (1963), sformułowano autorską definicję: czynniki lokalizacji są to wszystkie okoliczności, wpływające bezpośrednio lub pośrednio na możliwość i rentowność produkcji w danym miejscu. Czynniki lokalizacji wpływają na wybór wariantu lokalizacyjnego i wpływają na to, że lokalizacja może w zależności od intensywności i sposobu działania czynnika lokalizacji okazać się w określonym miejscu niemożliwa bądź bardziej lub mniej korzystna.

W niniejszej pracy dokonano uporządkowania i podziału zidentyfikowanych na podstawie literatury czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych w oparciu o podział na czynniki twarde i miękkie zaproponowany przez Grabow i in. (1995). Do czynników twardych zakwalifikowano: krajowe normy prawne, warunki wietrzne, finansowe instrumenty wsparcia

energetyki wiatrowej. Do czynników miękkich zakwalifikowano: prawo unijne, krajowe dokumenty strategiczne, czynniki techniczne, globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej, oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę kraju, oddziaływanie elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka, występowanie niektórych gatunków zwierząt, walory krajobrazowe, społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej, nastawienie władz samorządowych do inwestora. Dodatkowo dokonano podziału czynników ze względu na ich zmienność w czasie. Do czynników o niskiej zmienności w czasie zakwalifikowano: warunki wietrzne, prawo unijne, krajowe dokumenty strategiczne, oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na zdrowie człowieka, występowanie niektórych gatunków zwierząt, walory krajobrazowe, globalny sektor ekonomiczny energetyki wiatrowej, oddziaływanie sektora energetyki wiatrowej na gospodarkę kraju. Do czynników o średniej zmienności w czasie zakwalifikowano: krajowe normy prawne, finansowe instrumenty wsparcia energetyki wiatrowej, społeczne nastawienie do energetyki wiatrowej, nastawienie władz samorządowych do inwestora. Do czynników o wysokiej zmienności w czasie zakwalifikowano czynniki techniczne.

Na podstawie przeprowadzonych badań skonstruowano wskaźnik określający atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, bazując na wzorze wskaźnika syntetycznego sformułowanego przez Perkala (1953). Formułując wzór uznano, iż na atrakcyjność gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych wpływ mają tereny otwarte (użytki rolne) o dobrych warunkach energetycznych wiatru (moc wiatru na terenach otwartych), na których możliwa jest minimalizacja konfliktów społecznych związanych z sąsiedztwem turbin (tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne), o niewielkim lub zerowym udziale obszarów cennych przyrodniczo (parki narodowe oraz rezerwy przyrody; parki krajobrazowe, obszarów chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo – krajobrazowe; Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków; Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk), o odpowiedniej strukturze grup obszarowych gospodarstw (liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej) i niskich kosztach związanych z przyłączeniem do sieci (występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV).

Rozmieszczenie przestrzenne turbin wiatrowych w Polsce charakteryzowało się znaczną koncentracją przestrzenną. Wynikało to z faktu iż:

- 20% wszystkich turbin znajdowało się na terenie 8 gmin, zajmujących 0,5% powierzchni kraju,

- 50% wszystkich turbin znajdowało się na terenie 35 gmin, zajmujących 2% powierzchni kraju,
- 90% wszystkich turbin znajdowało się na terenie 148 gmin, zajmujących 8% powierzchni kraju.

Najwięcej turbin zlokalizowanych było na północy oraz w centralnej części kraju. Gminy ze zlokalizowaną co najmniej jedną turbiną wiatrową występowały niemal w każdej części kraju.

Cechy opisujące czynniki lokalizacji, których wzrost wartości sprzyjał lokalizacji elektrowni wiatrowych (stymulanty) (w kolejności siły wpływu) to: moc wiatru na terenach otwartych [$\text{kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$]; liczba gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]; powierzchnia gospodarstw rolnych 15 ha i więcej [udział % w strukturze gospodarstw]; użytki rolne [udział % w powierzchni gminy]; występowanie sieci elektrycznej napięcia 110kV. Cechy opisujące czynniki lokalizacji, których wzrost wartości nie sprzyjał lokalizacji elektrowni wiatrowych (destymulanty) (w kolejności siły wpływu) to: powierzchnia gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]; udział gruntów rolnych zabudowanych w użytkach rolnych [%]; powierzchnia działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw]; liczba budynków mieszkalnych na 1 km^2 [liczba budynków/powierzchnia gminy]; grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione [udział % w powierzchni gminy]; gęstość zaludnienia [liczba ludności/powierzchnia gminy]; gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej [liczba ludności/powierzchnia terenów zabudowanych i zurbanizowanych]; tereny mieszkaniowe oraz zabudowane grunty rolne [udział % w powierzchni gminy]; parki krajobrazowe, obszarów chronionego krajobrazu, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo - krajobrazowe [udział % w powierzchni gminy]; Obszary Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony siedlisk [udział % w powierzchni gminy]; liczba gospodarstw rolnych 1 – 15 ha [udział % w strukturze gospodarstw]; parki narodowe oraz rezerwaty przyrody [udział % w powierzchni gminy]. Cechy opisujące czynniki lokalizacji, które nie miały statystycznie istotnego związku z lokalizacją elektrowni wiatrowych to: grunty zabudowane i zurbanizowane (bez powierzchni dróg) [udział % w powierzchni gminy], tereny komunikacyjne – drogi [udział % w powierzchni gminy], grunty pod wodami [udział % w powierzchni gminy], liczba działek rolnych do 1 ha włącznie [udział % w strukturze gospodarstw], Obszary Natura 2000 – specjalne obszary ochrony ptaków [udział % w powierzchni gminy].

Na podstawie określonej atrakcyjności poszczególnych gmin dla rozwoju energetyki wiatrowej stwierdzono, że gminy o najlepszych warunkach dla rozwoju energetyki wiatrowej występują na wybrzeżu kraju, w centralnej części województwa zachodniopomorskiego,

wschodniej części województwa pomorskiego, w województwie kujawsko – pomorskim, środkowej i północnej części województwa wielkopolskiego oraz północno – wschodniej części województwa mazowieckiego.

7. Rekomendacje dla polityki ogólnokrajowej i lokalnej

Formułując rekomendacje uznano, iż korzyści płynące z rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce przewyższają potencjalne negatywne skutki. Wstrzymanie rozwoju tego sektora nie jest wskazane, m.in. ze względu na fakt z osiągnięcia celów stawianych przez UE związanych z udziałem energii z OZE w końcowym zużyciu energii brutto w kraju. Według raportu Europejskiego Trybunału Obrachunkowego, Polska jest jednym z sześciu krajów członkowskich UE, które prawdopodobnie nie osiągną swoich celów na 2020 r. (Sprawozdanie specjalne nr 08/2019... 2019). Niedotrzymanie założonych celów energetycznych może skutkować koniecznością transferu energii OZE z innego kraju, co przekłada się na koszty budżetu państwa w wysokości ok. 5 – 10 mld zł (Wiśniewski⁴⁴). Ponadto na podstawie badań przedstawionych w niniejszej pracy, zaleca się rozwój energetyki wiatrowej w kraju, gdyż jak przedstawiono w rozdziale 3 jest to jedna z najtańszych technologii OZE, rozwój tego sektora może także powodować inne pozytywne efekty makroekonomiczne oraz może przyczynić się do redukcji emisji szkodliwych gazów i pyłów, zwiększając jednocześnie bezpieczeństwo energetyczne kraju. W stosunku do polityki ogólnokrajowej rekomenduje się, aby:

- elektrownie wiatrowe były lokalizowane w gminach o wysokich wartościach wskaźnika syntetycznego, w których sieć dystrybucyjna jest przystosowana do przyłączenia inwestycji. Na terenie pozostałych gmin o wysokiej wartości obliczonego wskaźnika należałoby systematycznie modernizować sieć, aby przyłączenie elektrowni było możliwe;
- sformułowano stabilne mechanizmy finansowe wspierające duże elektrownie wiatrowe. Należy nadmienić, iż wysokie koszty inwestycyjne nie stanowiły bariery dla inwestorów (istotne dla 8% inwestorów), jak również wysoki koszt prac niezbędnych do uzyskania energii wiatrowej (istotne dla 8% inwestorów) (Wasiuta 2014). Fakt ten potwierdza sformułowany model lokalizacji, zakładający pojawianie się inwestorów w przypadku możliwości lokalizacyjnych i rentowności inwestycji;
- wsparto przemysł produkcji urządzeń dla energetyki wiatrowej. Odpowiednie regulacje, w tym przywileje finansowe dla całego sektora będą mieć wpływ na rozwój społeczno-

⁴⁴ Wiśniewski G. – prezes IEO: wywiad prasowy: www.rp.pl [dostęp on-line 22.08.2019]

gospodarczy oraz przyczynią się do obniżenia kosztów dla nowych elektrowni wiatrowych. Ważne jest również, aby do rozwoju przemysłu produkcji urządzeń dla energetyki wiatrowej włączone zostały jednostki badawczo-rozwojowe. Opracowywanie w kraju nowych technologii dla sektora, zwiększy jego konkurencyjność na arenie globalnej;

- w stosunku do społeczeństwa, przeprowadzono ogólnokrajową kampanię informacyjną, przedstawiając w sposób obiektywny wszystkie aspekty związane z funkcjonowaniem elektrowni wiatrowych. Szkoły oraz uczelnie wyższe powinny rozszerzać programy nauczania o wiedzę z zakresu odnawialnych źródeł energii, kształcąc jednocześnie przyszłą kadrę pracowniczą dla branży. Należałoby upowszechniać i umożliwiać dostęp do recenzowanych prac naukowych z zakresu energetyki wiatrowej. Czynności te są szczególnie zalecane w gminach, dla których obliczony wskaźnik syntetyczny był wysoki. Po przeprowadzonej kampanii informacyjnej, należałoby przeprowadzić szeroko posunięte konsultacje społeczne w gminach o wyznaczonej wysokiej atrakcyjności dla elektrowni wiatrowych. Na tej podstawie wyeliminować gminy, w których społeczność lokalna przeciwstawia się inwestycji.

W stosunku do polityki lokalnej rekomenduje się, aby:

- gminy o wysokiej wartości obliczonego wskaźnika atrakcyjności uwzględniły potencjalne obszary dla lokalizacji elektrowni wiatrowych w Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego oraz w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Obszary te powinny zostać objęte szczegółową analizą wszystkich czynników związanych z energetyką wiatrową. W ten sposób zostanie określony faktyczny obszar pod przyszłe inwestycje, a co za tym idzie, maksymalna potencjalna liczba elektrowni wiatrowych w kraju. Koszt przeprowadzonych analiz zostanie zwrócony z podatków z powstałej inwestycji. W ten sposób zostaną wyeliminowane wszystkie wymienione bariery planistyczne oraz czynnik ludzki związany z nieprzychylnym nastawieniem przedstawicieli samorządu do inwestycji;
- gminy wykorzystywały potencjał przestrzenny dla lokalizacji elektrowni wiatrowych w sposób nienaruszający interesów społeczności lokalnej. W związku z tym, tereny pod przyszłe inwestycje powinny znajdować się możliwie daleko od zabudowy mieszkaniowej;
- w gminach o wysokich wartościach wskaźnika atrakcyjności dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, na obszarach wyznaczonych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, przeprowadzić szczegółowe analizy zasobów energetycznych wiatru. Za podmiot odpowiedzialny ze tę czynność wskazuje się inwestora, który może jednocześnie

przewести analizy na terenie kilku gmin, wybierajac pod lokalizacje te, o najdogodniejszych zasobach energetycznych wiatru.

Wskazane rekomendacje moga przyczynic sie do kontrolowanego, planowego rozwoju ladowej energetyki wiatrowej. Opieraja sie one przede wszystkim na określonej w niniejszej pracy atrakcyjności poszczególnych gmin dla rozwoju energetyki wiatrowej. Rekomenduje sie, aby określony potencjal dla lokalizacji elektrowni wiatrowych zostal wykorzystany. Globalne trendy rozwoju OZE sa niezaprzeczalne i wydaje sie nieuniknione, aby mialy one rowniez wplyw na Polske. Aby mozliwe bylo podjecie wskazanych dzialan, konieczna jest zmiana ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz uwzględnienie ich w dedykowanych aukcjach OZE. Konieczne jest rowniez podjecie odpowiednich decyzji politycznych przez rząd kraju.

8. Spis literatury

Abbasi M., Monozzam M. R., Ebrahimi M. H., Zakerian S. A., Dehghan S. F., Akbarzadeh A., 2016: Assessment of noise effects of wind turbine on the general health of staff at wind farm of Manjil, Iran. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, 35(1): 91-98.

Abdmouleh, Z., Alammari, R. A., Gastli, A. 2015: Review of policies encouraging renewable energy integration & best practices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45: 249-262.

Akceptacja dorosłych Polaków dla energetyki wiatrowej i innych odnawialnych źródeł, 2011: Mroczek B. (red.), Szczecin.

Analiza dotycząca możliwości określenia niezbędnej wysokości wsparcia dla poszczególnych technologii OZE w kontekście realizacji „Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”, 2013: Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.

Anuszcak J., Pawełek R., Terlecki B., Wasiak I., 2011: Analiza możliwości zarządzania energią w elektrowniach wiatrowych. *Rynek Energii*, Nr 1(92), s. 97- 102.

Arnett E. B., Baerwald E. F., Mathews F., Rodrigues L., Rodriguez-Duran A., Rydell J., Villegas-Patracá R., Voigt C. C., 2016: Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective [w:] Voigt C. C., Kingston T. [red.], *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.

Arnett E.B., Brown K., Erickson W.P., Fiedler J., Henry T.H., Johnson G.D., Kerns J., Kolford R.R., Nicholson C.P., O’Connell T, Piorkowski M., Tankersley R. Jr, 2008: Patterns of fatality of bats at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72 : 61–78.

Arthur B., 1989: Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Small Events. *Economic Journal*, no. 1: 116–131.

Aukcje OZE – fotowoltaika, Firmy fotowoltaiczne wygrywają w systemie aukcyjnym – prezentacja firm i projektów, 2017: Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.

Australian Wind Energy Association, 2004: The electromagnetic compatibility and electromagnetic field implications for wind farming in Australia. Danish Environmental Protection Agency.

- Bąbel P., 2006: Placebo i nocebo. Próba integracji. *Przegląd Psychologiczny*, tom 49, nr 2: 141-156.
- Badora K., 2011: Ocena wpływu farm wiatrowych na krajobraz – aspekty metodyczne i praktyczne. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T.XXXI, 6-1: 23-32.
- Badora K., 2014: Badanie społecznej percepcji krajobrazu jako podstawa oceny predyspozycji przestrzeni geograficznej do lokalizacji farm wiatrowych. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 25/2014: 19-29.
- Badora K., 2015: Zalecenia w zakresie oceny wpływu przedsięwzięć energetyki wiatrowej na krajobraz, GDOŚ, Warszawa.
- Badora K., 2016: Propozycja wskaźnika oceny siły wizualnego oddziaływania farm wiatrowych. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 31/2016: 57-70.
- Bailey H., Senior B., Simmons D., Rusin J., Picken G., Thomson P. M., 2010: Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* 60 (2010): 888-897.
- Bąk A., 2018: Analiza porównawcza wybranych metod porządkowania liniowego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 508 (2018): 19-28.
- Banak M.J., 2010: Lokalizacja elektrowni wiatrowych – uwarunkowania środowiskowe i prawne. *Człowiek i środowisko*, 2010, Vol. 34, No. 3-4, 117-128.
- Barclay, R.M.R., Harder, L.D., 2003: Life histories of bats: life in the slow lane [w:] Kunz T.H. Fenton M.B. [red.], *Bat Ecology*. University of Chicago Press.
- Bartnikowska S., Olszewska A., Czekąła W., 2017: Stan obecny przyłączy instalacji OZE do systemu elektroenergetycznego. *Polityka Energetyczna*, zeszyt 2, tom 20, s. 117-128.
- Bednarek-Szczepańska M., 2016: Energetyka wiatrowa jako przedmiot konfliktów lokalizacyjnych w Polsce. *Polityka Energetyczna*, 19/1: 53-72.
- Boczar T., 2008: Energetyka wiatrowa, Aktualne możliwości wykorzystania, Wyd. Pomiarów Automatyka Kontrola, Warszawa.
- Borowski J., 2013: Teoria przedsiębiorstwa w świetle teorii ekonomii i zarządzania, Optium. *Studia Ekonomiczne*, nr 3 (63): 78-91.

- Boschma R. A., Frenken K., 2006: Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 6(2006): 273-302.
- Brodzicki T. 2014: Przestrzenne aspekty wzrostu gospodarczego. Przegląd literatury teoretycznej. Instytut Rozwoju, Working Paper no. 004/2014 (015), Sopot.
- Budner W., 2000: Lokalizacja przedsiębiorstw. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Seria MD nr 77, Poznań.
- Budner W., 2004: Lokalizacja przedsiębiorstw. Aspekty ekonomiczne, przestrzenne i środowiskowe. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Chojnicki Z., Czyż T. 2005: Rozwój społeczno-gospodarczy w ujęciu regionalnym. *Biuletyn Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN*, nr 219: 8-23.
- Clarke A. D., 1991: A case of shadow flicker/flashing: assessment and solution, Open University, Milton Keynes.
- Colby D.W., Dobie R., Leventhall G., Lipscomb D.M., McCunney, R.J., Seilo, M.T., Sondergaard B., 2009: Wind Turbine Sound and Health Effects. An Expert Panel Review. American Wind Energy Association and Canadian Wind Energy Association.
- Crichton F., Petrie K. J., 2015: Health complaints and wind turbines: The efficacy of explaining the nocebo response to reduce symptom reporting. *Environmental Research*, 140 (2015): 449-455.
- Czaja J., Preweda E., 2000: Analiza statystyczna zmiennej losowej wielowymiarowej w aspekcie korelacji i predykcji. *Geodezja*, tom 6, zeszyt 2: 129-145.
- Czerny A., 2003: Konstrukcja skal wartości w legendach map. *Polski Przegląd Kartograficzny*, Tom 3, 2003, nr 2: 87-99.
- Dähne M., Gilles A., Lucke K., Peschko V., Adler S., Krügel K., Sundermeyer J., Siebert U., 2013: Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environmental Research Letters* vol 8 nr 2.
- David P., 1985: Clio and Economics of QWERTY. *American Economic Review*, vol. 75, no. 2: 332-337.
- Derrick A., 2008: Assessment of shadow flicker at Ytterberg wind farm, RES.

- Desholm M. 2006: Wind farm related mortality among avian migrants – a remote sensing study and model analysis. PhD thesis. Dept. of Wildlife Ecology and Biodiversity National Environmental Research Institute and Center for Macroecology, Institute of Biology University of Copenhagen, National Environmental Research Institute, Denmark.
- Desholm M., Kahlert J. 2005: Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biological Letters* 1 (3): 296–298.
- Dmochowska-Dudek K., 2011: Obiekty NIMBY jako przykład konfliktowych inwestycji na terenach mieszkaniowych. Teoretyczny zarys problemu, *Space-Society-Economy*, nr 10: 29-56.
- Domański R., 2002: Gospodarka przestrzenna, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Drewitt A.L., Langston R.H.W. 2006: Assessing the impact of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29–42.
- Ducruet C., Notteboom T., De Langen P., 2009: Revisiting inter-port relationships under the New Economic Geography research framework. Ashgate. *Ports in Proximity: Competition and Coordination among Adjacent Seaports*.
- Dudleston, A., 2000: Public attitudes towards wind farms in Scotland: results of a resident survey, United Kingdom.
- Dunning J. H., 1981: International production and the Multinational Enterprise. G Allen and Unwin, Londyn.
- Dutkowski M., 1996: Konflikty środowiskowe w ujęciu wielodyscyplinarnym [w:] Domański R., [red.] Nowa generacja w badaniach gospodarki przestrzennej, Biuletyn PAN KPZK, Warszawa, z. 174: 29-47.
- Dutkowski M., 2018: Kulturowe, ideologiczne i społeczne źródła anarchii w gospodarce przestrzennej w Polsce [w:] Churski P. [red.], Teoretyczne i aplikacyjne wyzwania współczesnej geografii społeczno-ekonomicznej Biuletyn PAN KPZK, tom 138: 289-300.
- Dutkowski M., 2019: Społeczne konflikty ekologiczne wokół elektrowni wiatrowych na lądzie jako bariera rozwoju OZE [w:] Świątek M., Cedro A. [red.], Perspektywy rozwoju energetyki niekonwencjonalnej na Pomorzu Zachodnim, Słupsk, s. 93-109.
- Dygulska A., Perlańska E., 2015: Mapa wietrzności Polski, Projekt Czysta Energia, Akademickie Centrum Czystej Energii, Słupsk.

Dziemianowicz W., 1997: Kapitał zagraniczny a rozwój regionalny i lokalny w Polsce. *Studia Regionalne i Lokalne*, 21 (54). Uniwersytet Warszawski, Europejski Instytut Rozwoju Regionalnego i Lokalnego, Warszawa.

Dziemianowicz W., 1998: Rola władz samorządowych w stymulowaniu napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych. [W:] Z. Olesiński [red.], *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne*. PWE Warszawa.

Dzikowska M., 2012: Wpływ delokalizacji modułów łańcucha wartości na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw, Praca doktorska, Wydział Gospodarki Międzynarodowej, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu.

Dzionek-Kozłowska J., 2009: Transformacja ustrojowa z perspektywy koncepcji path dependence. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 74: 213-226.

Dzionek-Kozłowska J., 2010: Rynek versus państwo w świetle dyskusji o path dependence. *Ekonomia i Prawo*, tom VI (2010): 87-99.

Dziubiński M., 2014: Energetyka wiatrowa, [w:] Kochańska E. [red.], *Determinanty rozwoju odnawialnych źródeł energii*. Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia.

Energetyka odnawialna jako dźwignia społeczno-gospodarczego rozwoju województw do 2020 roku. Dlaczego warto i jak powinno się planować rozwój energetyki wiatrowej w regionach, 2012: Wiśniewski G. (koordynator), Arcipowska A., Działowski P., Michałowska-Knap K., Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.

Energetyka wiatrowa w kontekście ochrony krajobrazu przyrodniczego i kulturowego w województwie kujawsko-pomorskim, 2012: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Polskiej Akademii Nauk, Warszawa.

Energetyka wiatrowa w Polsce, 2013: TPA Horwath.

Energia lokalna – czyli odnawialna?, 2013: Environmental Studies and Policy Research Institute, Ancygier A., Szulecki K., Wrocław.

Energia ze źródeł odnawialnych w 2016 roku, 2017: GUS, Warszawa.

Erickson W. P., Johnson G. D., Strickland M. D., Young Jr. D. P., Sernka K. J., Good R. E., 2001: Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to

other sources of avian collision mortality in the United States. Western EcoSystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document.

Everaert J., Kuijken E., 2007: Wind turbines and birds in Flanders (Belgium), Preliminary summary of the mortality research results, Research Institute for Nature and Forest (INBO).

Feltynowski M., 2017: Gra o przestrzeń według ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych a rozwiązania alternatywne – przykład obszarów wiejskich województwa łódzkiego. *Biuletyn KPZK PAN*, zeszyt 265 (rok 2017), s. 157-171.

Fierla I., Kuciński K., 1996: Współczesna ewolucja czynników lokalizacji przemysłu w Polsce, [w:] Zmiany uwarunkowań lokalizacji przemysłu w Polsce. Część II, SGH, Warszawa, Monografie i Opracowania nr 408: 7-74.

Fijn R. C., Krijgsveld K. L., Poot M. J. M., Dirksen S., 2015: Bird movements at rotor heights measured continuously with vertical radar at a Dutch offshore wind farm. *Ibis*, 157:558-566.

Fiutowska G., Dąbrowki Ł., 2013: Rozwój energetyki wiatrowej w aspekcie planistycznym i krajobrazowym na przykładach gmin Puck i Gniewino oraz miasta Gdynia. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, Tom XXXV: 65 – 74.

Fox, A.D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T.K. Petersen, K. I. B. 2006: Information needs to support environmental impact assessments of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis* 148: 129–144.

Frantál B., Van der Horst D., Matrinál S, Schmitz S., Teschner N., Silva L., Golobic M., Roth M., 2018: Spatial targeting, synergies and scale: Exploring the criteria of smart practices for siting renewable energy projects, *Energy Policy*, 120 (2018): 85-93.

Frick, W.F., Rainey, W.E. and Pierson., E.D. 2007: Potential effects of environmental contamination on Yuma myotis demography and population growth. *Ecological Applications* 17(4): 1213-1222.

Fujita M., Krugman P., 2004: The new economic geography: Past, present and the future. *Regional Science*, 83(2004): 139-164.

Gałązka A., 2017: Teoretyczne podstawy rozwoju regionalnego – wybrane teorie, czynniki i bariery rozwoju regionalnego. *Studia BAS*, nr 1(49) 2017: 9-61.

- Godlewska H., 2001: Lokalizacja działalności gospodarczej Wybrane zagadnienia, Wyższa Szkoła Handlu i Finansów Międzynarodowych, Warszawa.
- Godlewska-Majkowska H., 2013: Lokalizacja przedsiębiorstwa w gospodarce globalnej, Difin SA, Warszawa.
- Godlewska-Majkowska H., 2016: Powiązania strukturalne a podejmowanie decyzji lokalizacyjnych w małych przedsiębiorstwach, *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 30(1): 47-61.
- Golec M., Golec Z., Cempel C., 2006: Hałas turbiny wiatrowej Vestas V80 podczas eksploatacji. *Diagnostyka*, (37)/2006, s. 115-120.
- Graczyk A., 2010: Społeczne problemy rozwoju energetyki odnawialnej na obszarach wiejskich, [w:] Kryk B. [red.], Zrównoważony rozwój obszarów wiejskich wybrane aspekty społeczne. Wyd. Economicus, Szczecin.
- Gromadzki M., Przewoźniak M., 2002: Uwarunkowania lokalizacji elektrowni wiatrowych w północnej i centralnej części województwa pomorskiego, Proeko, Gdańsk.
- Guidelines for landscape and visual impact assessment, Second Edition 2002: Landscape Institute and Institute of Environmental Management and Assessment, Spon Press.
- Gwosdz K. 2014: Pomiędzy starą a nową ścieżką rozwojową. Mechanizmy ewolucji struktury gospodarczej i przestrzennej regionu tradycyjnego przemysłu na przykładzie konurbacji katowickiej po 1989 roku. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Hajto M., Cichocki Z., Bidłasik M., Borzyszkowski J., Kuśnierz A., 2017: Constraints on Development of Wind Energy in Poland due to Environmental Objectives. Is There Space in Poland for Wind Farm Siting? *Environmental Management*, 59(2): 204–217.
- Hamilton F.E.I., 1975: Współczesne kierunki badań w analizie lokalizacji przemysłu, *Przegląd Geograficzny*, T. XLVII Z. 4: 699-713.
- Harding G., Harding P., Wilkins A., 2008: Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. *Epilepsia*, 46(6): 1095-1098.

Hassink R., Gong H., 2016: *New Economic Geography*. The Wiley-Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies, Editors: Orum A., Garcia M., Judd D., Roberts B., Choon Piew P. Publisher: Wiley-Blackwell.

Hoover, E.M., 1962: *Lokalizacja działalności gospodarczej*. Warszawa: PWN.

Hötter H., Thomsen K.-M., Jeromin H. 2006: Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Hurst E., 1974: *A Geography of Economic Behaviour. An Introduction*. Prentice Hall Int., London.

Hurtado J. P., Fernández J., Parrondo J. L., Blanco E., 2004: Spanish method of visual impact evaluation in wind farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(2004): 483-491.

Isik C., Dogru T., Turk E. S., 2017: A nexus of linear and non-linear relationships between tourism demand, renewable energy consumption, and economic growth: Theory and evidence, *International Journal of Tourism Research*, 2018, 20: 38-49.

Jąderko A., Kowalewski M., 2015: Wyznaczanie parametrów wiatru w energetyce odnawialnej. *Przeгляд Elektrotechniczny*, R. 91, nr 1, s. 148-151.

Jakubiak J., Maciukiewicz R., Piasecka A., 2010: *Energia wiatrowa*, Wydawnictwo Powszechno-dydaktyczne READ A BOOK, Słupsk.

Jasiński M., 2010: Teoria zależności od ścieżki a małe gospodarki wyspiarskie. *Zeszyty Naukowe / Szkoła Główna Handlowa. Kolegium Gospodarki Światowej*, nr 28: 52-72.

Kageyama T., Yano T., Kuwano S., Sueoka S., Tachibana H., 2016: Exposure-response relationship of wind turbine noise with self-reported symptoms of sleep and health problems: A nationwide socioacoustic survey in Japan. *Noise & Health*, 18(81): 53-61.

Kahn, R., 2000: Siting struggles; the unique challenge of permitting renewable energy power plants, *The Electricity Journal*, Vol.13: 21-33.

Kalbarczyk E., Kachlicka B., 2016: Możliwości realizacji inwestycji z zakresu energetyki odnawialnej na obszarach chronionych w Polsce – aspekt prawny i społeczny. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 34: 33-44.

- Kalbarczyk E., Kalbarczyk R., 2018: Społeczne bariery lokalizacji farm wiatrowych w Polsce. Studium przypadków, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 504: 81-90.
- Kaldellis. J.K., 2005: Social attitude towards wind energy applications in Greece, *Energy Policy*, Vol. 3: 595-602.
- Kirpluk M., 2012: Podstawy akustyki, NTL-M. Kirpluk, Warszawa.
- Kistowski M., 2012: Propozycja metodyczna oceny środowiskowych uwarunkowań lokalizacji farm wiatrowych w skali regionalnej. *Przegląd Geograficzny*, 84, 1: 5-22.
- Korner-Nievergelt F., Brinkmann R., Niermann I., Behr O., 2013: Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. *PLoS ONE* 8(7).
- Kortus B., 1986: Wstęp do geografii przemysłu. PWN, Warszawa.
- Krugman P., 1991: Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, vol. 99, issue 3: 483-499.
- Krugman P. 1998: What's new about the new economic geography? *Oxford Review Of Economic Policy*, vol. 14 no. 2: 7-17.
- Kuciński K. (red.), 2009. Geografia ekonomiczna. Oficyna a Wolters Kluwer business, Kraków.
- Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku, 2012: Województwo Kujawsko-Pomorskie – zasoby i możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii, Włocławek.
- Kunz T.H., Arnett EB, Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., Strickland M.D., Thresher R.W., Tuttle M.D., 2007: Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 : 315–324.
- Kurytnik I. P., Drózd T., Kuciński S., 2014: Badania zaburzeń elektromagnetycznych na przyłączach energetycznych odnawialnych źródeł energii. *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 90 Nr 5/2014: 252-255.

- Lachota T., 2005: Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w Unii Europejskiej w świetle teorii rozwoju regionalnego i teorii lokalizacji, *Studia Europejskie* 2/2005: 45-66.
- Lehnert L. S., Kramer-Schadt S., Schönborn, Lindecke O., Nierman I., Voigt C. C., 2014: Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. *PLoS ONE*, vol. 9, issue 8: 1-8.
- Leonhard, S.B., Stenberg, C., Støttrup J., (red.) 2011: Effect of the Horns Rev 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities. Follow-up Seven Years after Construction. DTU Aqua, Orbicon, DHI, NaturFocus. Report commissioned by The Environmental Group through contract with Vattenfall Vindkraft A/S.
- Lewandowski M., 2014: Proekologiczne odnawialne źródła energii, Wyd. WNT.
- Lisowska-Magdziarz M., 2004: Analiza zawartości mediów. Przewodnik dla studentów, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Lokalizacja i budowa lądowych farm wiatrowych, 2014: Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa.
- Lorenc H., (red.), 2005: Atlas Klimatu Polski, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Lorenc H., 1992: Zasoby wiatru w Polsce, Materiały badawcze. Seria Meteorologia, 1992, Vol. 18, 1-54.
- Lorenc H., 1996, Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce, IMiGW, Warszawa.
- Lubośny Z. 2006: Elektrownie wiatrowe w systemie elektroenergetycznym. WNT. Warszawa.
- MacEwan K., Arons J., Richardson K., Taylor P., Coverdale B., Jacobs D., Leeuwener L., Marais W., Richards L., 2007: South African Bat Fatality Threshold Guidelines for Operational Wind Energy Facilities, South African Assesment Association.
- Marcinkiewicz J., Poskrobko T., 2015: Wpływ elektrowni wiatrowych na percepcję krajobrazu w świetle badań empirycznych. *Ekonomia i Środowisko*, 2(53): 76-91.
- Masden E.A., Haydon D.T., Fox A.D., Furness R.W., Bullman R., Desholm M. 2009: Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science* 66 (4): 746–753..

- Michalak J., 2016: Analiza opłacalności elektrowni wiatrowych, [w:] Maj J. [red.], Kwiatkiewicz P. [red.], Energetyka wiatrowa w wybranych aspektach, Wojskowa Akademia Techniczna, Poznań.
- Michalak P., 2009: Ocena zasobów energii wiatru na potrzeby małej energetyki wiatrowej. *Elektrotechnika i Elektronika*, Vol. 28, No. 1-2: 14-19.
- Michałowska E., 2008: Syndrom NIMBY jako przykład samoorganizacji społecznej na poziomie lokalnym, *Studia Regionalne i Lokalne*, vol. 1, nr 31: 60-80.
- Michaud S. D., Keith S. E., Feder K., Voicescu S. A., 2016: Personal and situation variables associated with wind turbine noise annoyance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139, 1455 (2016): 1455-1466.
- Mikulić D., Lovrinčević Ž., Keček D., 2018: Economic Effects of Wind Power Plant Deployment on the Croatian Economy, *Energies* 2018, 11, 1881: 1-20.
- Mironko S., Piotrowska-Woroniak J., 2010: Opłacalność pozyskiwania energii elektrycznej przez wykorzystanie energii wiatru. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* (1)2010: 221-227.
- Miśkiewicz-Nawrocka 2017: Badanie zróżnicowania sytuacji demograficznej w Polsce w latach 2005-2014. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, nr 318 (2017): 69-83.
- Młodak A., 2006: Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej, Centrum Doradztwa i Informacji Difin, Warszawa.
- Nalepa K., Miąskowski W., Pietkiewicz P., Piechocki J., Bogacz P., 2011: Poradnik małej energetyki wiatrowej, Olsztyn.
- Niecikowski K., Kistowski M., 2008: Uwarunkowania i perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na przykładzie strefy pobraży i wód przybrzeżnych województwa pomorskiego, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Nowak H., 2013: Determinanty przetrwania nowo tworzonych przedsiębiorstw w województwie wielkopolskim – podejście instytucjonalne. Praca doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Zarządzania, Poznań.
- Nowicki Ł., 2016: Możliwość wykorzystania odnawialnych źródeł energii w gminie miejskiej Wągrowiec, Praca magisterska, IGSEiGP, WNGiG, UAM.

- Ostrowska-Bućko A., 2014: Zagospodarowanie energii wiatru przy użyciu małych turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, 5(2014): 65-72
- Parysek J. J., 1997: Podstawy gospodarki lokalnej, Wyd. Naukowe UAM, Poznań.
- Paska J., 2009: Elektrownie wiatrowe w systemie elektroenergetycznym i ich zdolność do pokrywania obciążenia. *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 85 NR 12/2009, s. 224-230.
- Paska J., 2010: Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej i ciepła, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Paska J., Kłós M., 2010: Elektrownie wiatrowe w systemie elektroenergetycznym – przyłączanie, wpływ na system i ekonomika. *Rynek Energii*, 1/2010.
- Paska J., Sałek M., Surma T., 2005: Wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w systemach hybrydowych. *Wiadomości Elektrotechniczne*, nr 12: 3-13.
- Paska J., Surma T., 2015: Elektrownie wiatrowe źródłem energii elektrycznej, czy również mocy?. *Rynek Energii*, nr 2(117): 52-58.
- Pawlas K., Pawlas N., Boroń M., 2012: Życie w pobliżu turbin wiatrowych, ich wpływ na zdrowie – przegląd piśmiennictwa. *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, Vol. 15, No. 4: 150-158.
- Pearce-Higgins J. W., Stephen L., Douse A., Langston R. H. W., 2012: Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology*, 49: 386-394.
- Percival S.M. 2003. Birds and wind farms in Ireland: a review of potential issues and impact assessment, s. 1-25.
- Pesta R., 2009: Analiza opłacalności budowy farmy wiatrowej o mocy 40 MW. *Rynek Energii*, nr 1/2009.
- Piętak Ł. 2014: Przegląd teoretycznych koncepcji rozwoju regionalnego. *Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Oeconomica*, 5(306): 5-28.
- Płazik M., Szymańska A. E., 2014: Role of modern factors in the process of choosing a location of an enterprise, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 120 (2014): 72-83.
- Pohl J., Faul F., Mausfeld R., 1999: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Polacy o źródłach energii, polityce energetycznej i stanie środowiska, Opinie i diagnozy nr 34, 2016: Centrum Badań Opinii Społecznej, Gwizd M. (red.), Ruszkowski P. (red.), Warszawa.

Polski przemysł produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej, 2016: Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.

Propozycje wskaźników do oceny i monitorowania zagospodarowania przestrzennego w gminie ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia ładu przestrzennego, 2012: Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego, Warszawa.

Przygodzki M., Jeleń A., Przybycin A., Pubrat M., Skotniczy I., Warian K., 2015: Generacja Rozproszona w Systemie Elektroenergetycznym, Analiza przyłączenia do sieci elektrowni wiatrowej, Wydział Elektryczny, Instytut Elektroenergetyczne i Sterowania Układów, Politechnika Śląska, Gliwice.

Ratajski L., 1989: Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej. Wydanie II. Warszawa–Wrocław, PPWK.

Renewable Energy and Jobs Annual Review 2018, 2018a: International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Renewable Energy Statistics, 2017: The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Renewable Capacity Statistics 2019, 2019: International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Renewable Power Generation Cost in 2017, 2018b: International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Resmer A. 2015: Determinanty lokalizacji centrów usług outsourcingowych w Polsce. Praca doktorska, Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii, Gdańsk.

Rosińska M., 2007: Kierunki globalnych przepływów kapitałowych a znaczenie miękkich czynników lokalizacji bezpośrednich inwestycji zagranicznych w procesie decyzyjnym, [w:] Karaszewski W. [red.], Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w budowaniu potencjału konkurencyjnego przedsiębiorstw i regionów, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń, s. 307–322.

Rozwój i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii elektrycznej, 2011: Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa.

Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Polsce. Perspektywy i ocena wpływu na lokalną gospodarkę, 2016: McKinsey & Company.

Runge J. 2007: Metody badań w geografii społeczno-ekonomicznej Elementy metodologii, wybrane narzędzia badawcze. Wyd. Uniwersytet Śląski, Katowice.

Rydell J., Bach L., Dubourg-Savage M., Green M., Rodrigues L., Hedenstrom A., 2010: Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12: 261–274.

Rynek fotowoltaiki w Polsce, 2017: Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.

Rynek odnawialnych źródeł energii w województwie śląskim, 2013: Park Naukowo-Technologiczny, Euro-Centrum, Katowice.

Scheidat M., Tougaard J., Brasseur S., Carstensen J., Polanen Petel T., Teilmann J., Reijnders P., 2011: Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters*, vol. 6 nr 2.

Schiller D., Revilla Diez J., Zvirgeze D., 2013: Location choices of multinational companies in transition economies. A literature review, WP2/05 Search Working Paper.

Shadow Flicker Impact Analysis for the Ashley Wind Energy Project, McIntosh County, North Dakota, 2010: CPV Ashley Renewable Energy Company, LLC, Tetra Tech EC, Inc.

Silverman D., 2008: Interpretacja danych jakościowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Sinha A., Shahbaz M., Sengupta T., 2018: Renewable Energy Policies and Contradiction in Causality: A case of Next 11 Countries, Munich Personal RePec Archive, Paper No. 87542.

Słobodzian-Ksenicz O., Jasiewicz M., Kolenda P., 2016: Analiza przestrzeni ekologicznej i społecznej dla elektrowni wiatrowych na przykładzie powiatu gryfińskiego. *Inżynieria Środowiska*, 41/161: 51-67.

Smedley A. R. D., Webb A. R., Wilkins A. J., 2010: Potential of wind turbines to elicit seizures under various meteorological conditions. *Epilepsja*, 51(7): 1146-1151.

Smil, V. 2010: *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*. Praeger, Santa Barbara, CA.

Sprawozdanie specjalne nr 08/2019: Energia wiatrowa i słoneczna w produkcji energii elektrycznej – do osiągnięcia celów unijnych potrzebne są istotne działania, 2019: Europejski Trybunał Obrachunkowy, Luksemburg.

Stachowiak K., 2007: *Instytucjonalne uwarunkowania bezpośrednich inwestycji zagranicznych w Polsce*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.

Stafford H. A., 1972: *The geography of manufacturers*, *Progress in Geography* 4, s. 181-215.

Stan energetyki wiatrowej w Polsce w 2015 roku, 2016: Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej.

Stan energetyki wiatrowej w Polsce w 2016 roku, 2017: Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej.

Stąporek P, Tausowski M., 2017: *Współczynnik wykorzystania mocy i produktywność różnych modeli turbin wiatrowych dostępnych na polskim rynku*, DNV GL, Warszawa.

Staszek W., Niecikowski K., 2010, *Problemy zmian krajobrazu w dobie intensywnego rozwoju energetyki wiatrowej*, [w:] Chylińska D., Łach J., [red.] *Studia krajobrazowe a ginące krajobrazy*, Inst. Geografii i Rozwoju Regionalnego UW, Wrocław, s. 317-328.

Stempień J. R., Rostocki W. A., 2013: *Wywiady eksperckie i wywiady delfickie w socjologii – możliwości i konsekwencje wykorzystania. Przykłady doświadczeń badawczych. Przegląd Socjologiczny*, 62/2013: 87-100.

Stewart G. B., Pullin A. S., Coles C. F., 2007: *Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. Environmental Conservation* 34 (1): 1–11.

Stolińska B., 2014: *Czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych. Świat Nieruchomości* 88/2014: 27-31.

Stryjakiewicz T., 1988: *Czynniki lokalizacji i funkcjonowania przemysłu rolno-spożywczego oraz jego struktura przestrzenna w regionie poznańskim*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań.

Stryjakiewicz T., 1999: *Adaptacja przestrzenna przemysłu w Polsce w warunkach transformacji*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Seria Geografia nr 61, Poznań.

Stryjakiewicz T., 2001: Koncepcja usieciowienia (networking) w badaniach przestrzenno-ekonomicznych, [w:] Rogacki H. [red.], *Koncepcje teoretyczne i metody badań geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarki przestrzennej*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.

Stryjakiewicz T., 2009: Nowe spojrzenie na czynniki lokalizacji działalności gospodarczej [w:] Jażewicz I. [red.], *Współczesne problemy przemian strukturalnych przestrzeni geograficznej*. Słupsk s. 94-102.

Stryjakiewicz T., 2010: Przemiany w geografii przemysłu, *Prace Komisji Geografii Przemysłu*, Nr 15: 30-44.

Studium przestrzennych uwarunkowań rozwoju energetyki wiatrowej w województwie dolnośląskim, 2010: Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne we Wrocławiu, Wrocław.

Suman S., 2018: Hybrid nuclear-renewable energy systems: A review, *Journal of Cleaner Production*, 181 (2018): 166-177.

Synowiec W., Luc M., 2013: Wielokryterialna ocena przydatności terenu do rozwoju energetyki wiatrowej na przykładzie gminy Rymanów. *Przegląd Geograficzny*, 2013, 35, 3: 323-352.

Szwajca D., 2013: Działania marketingowe jako determinanty kosztów w cyklu życia produktu. *Zaszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Organizacja i Zarządzanie*, z. 66, nr kol. 1898: 79-89.

Szymańska A., E., Płazik M., 2014: Klasyczne czynniki w procesie lokalizacji przedsiębiorstwa na wybranych przykładach, *Przedsiębiorczość – Edukacja*, Nr 10: 71-84.

Tamowicz P. 2006: *Przedsiębiorczość akademicka : Spółki spin-off w Polsce*. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa.

Tarski I., 1963: *Transport jako czynnik lokalizacji produkcji*. PWE, Warszawa.

Teilmann J., Carstensen J., 2012: Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic—evidence of slow recovery. *Environmental Research Letters* vol. 7 nr 4.

Thaxter C. B., Buchanan G. M., Carr J., Butchart S. H. M., Newbold T., Green R. E., Tobias J. A. Foden W. B., O'Brien S., Pearce-Higgins J. W., 2017: Bird and bat species' global

vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B-Biological sciences*, vol. 284, issue 1862: 1-10.

The Past and Future Cost of Wind Energy, 2012: National Renewable Energy Laboratory, Denver.

Thomsen F., Lüdemann K., Kafemann R., Piper W., 2006: Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.

Tobolska A., 2011: Czynniki lokalizacji fabryk wybranych korporacji międzynarodowych w Polsce. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, nr 15(2011): 54-66.

Tobolska A., 2017: Strategie przedsiębiorstw międzynarodowych oraz ich oddziaływanie w przestrzeni lokalnej i regionalnej (na przykładzie wybranych koncernów przemysłowych w zachodniej Polsce). Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.

Tomé R., Canário F., Leitão A. H. 2017: Radar Assisted Shutdown on Demand Ensures Zero Soaring Bird Mortality at a Wind Farm Located in a Migratory Flyway [w:] Köppel J. [red.], Wind Energy and Wildlife Interactions Presentations from the CWW2015 Conference, Springer, Berlin.

Tonin R., Brett J., Colagiuri B., 2016: The effect of infrasound and negative expectations to adverse pathological symptoms from wind farms. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, 35(1): 77-90.

Tougaard J., Ebbesen I., Tougaard S., Jensen T., Teilmann J., 2003: Satellite tracking of Harbour Seals on Horns Reef. Use of the Horns Reef wind farm area and the North Sea: Report request. Commissioned by Tech-wise A/S, Syddansk Universitet.

Trzmiel G. 2016: Problem niestabilności energetyki wiatrowej a magazynowanie energii. *Electrical Engineering*, Nr 87: 83-95.

Update of UK Shadow Flicker Evidence Base, 2011: Parsons Brinckerhoff, Newcastle Upon Tyne.

Villegas-Patracá R., Cabrera-Cruz S. A., Herrera-Alsina L., 2014: Soaring Migratory Birds Avoid Wind Farm in the Isthmus of Tehuantepec, Southern Mexico. *PLoS One*, Vol 9, Issue 3: 1-7.

- Voigt C. C., Kingston T. 2016: Bats in the Anthropocene [w:] Voigt C. C., Kingston T. [red.], Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.
- Warren, C.R., Lumsden, C, O'Dowd, S and Birnie, R.V., 2005: Green on green; public perceptions of wind power in Scotland and Ireland, *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 48, No. 6: 853-875.
- Wellig S. D., Nussle S., Miltner D., Kohle O., Glaizor O., Braunisch V., Obrist M. K. Arlettaz R., 2018: Mitigating the negative impacts of tall wind turbines on bats: Vertical activity profiles and relationships to wind speed. *PLoS ONE* 13(3): 1- 16.
- Whitfield D.P., Madders M. 2006: A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates, Natural Research Information Note 1 (revised) Natural Research Ltd, Banchory, UK.
- Wieloński A., 2004: Lokalizacja działalności gospodarczej, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa.
- Wieloński A., 2005: Geografia przemysłu, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Wind energy production in cold climate (WECO), 1998: Finnish Meteorological Institute.
- Windrush energy, 2004: The health effect of magnetic fields generated by wind turbines. Palgrave, ON: Windrush Energy.
- Wiśniewski G., Michałowska-Knap., Koć S., 2012: Energetyka wiatrowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju w Polsce, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.
- Wolsink M., 2000: Wind power and the NIMBY – myth: institutional capacity and the limited significance of public support, *Renewable Energy*, 21 (2000): 49-64.
- World Energy Resources Wind 2016: World Energy Council.
- World Health Organization (WHO), 1999: Guidelines for Community Noise, Berglund B., Lindvall T., Schwela D. H., Geneva.
- World Health Organization (WHO), 2011: Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe, Fritschi L., Brown A. L., Kim R., Schwela D., Kephapoulos S., World Health Organization, Regional Office for Europe, Bonn.

World Investment Report 2017 investment and the Digital Economy, 2017: United Nations Conference On Trade and Economy, United Nations Publication, Geneva.

Wpływ energetyki wiatrowej na polski rynek pracy, 2015: Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych, Warszawa.

Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce, 2012: Ernst & Young, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, European Wind Energy Association.

Wróżyński R., Sojka M., Pyszny K., 2016: Propozycja nowej metody oceny wizualnego oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz, [w:] Nowak M. [red.], GIS i dane przestrzenne w ocenach oddziaływania na środowisko. Podręcznik dobrych praktyk, Wyd. Naukowe UAM, s. 105-121.

Wulczyński A., 2009: Wpływ farm wiatrowych na ptaki. Rodzaje oddziaływań, ich znaczenie dla populacji ptasich i praktyka badań w Polsce. *Notatki Ornitologiczne*, 50: 206-227.

Zajda Z., 1972: Ekonomiczne problemy lokalizacji przemysłowej. [W:] K. Secomski (red.), Elementy teorii planowania przestrzennego. PWN, Warszawa.

Zajdel M. 2011: Wybrane teorie rozwoju regionalnego oraz lokalnego a rynek pracy. *Studia prawno-Ekonomiczne*, t. LXXXIII: 397-421.

Zajdler R., 2012: Regulacje prawa krajowego dotyczące inwestycji w farmy wiatrowe (wybrane aspekty), Instytut Sobieskiego, Warszawa.

Zieliński T., 1999: Jak pokochać statystykę czyli STATISTICA do poduszki, StatSoft Polska, Kraków.

AKTY PRAWNE

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. U. L 140 z 5.6.2009)

Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 11 sierpnia 2017 r. w sprawie zmiany wielkości udziału ilościowego sumy energii elektrycznej wynikającej z umorzonych świadectw pochodzenia potwierdzających wytworzenie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w latach 2018-2019 (Dz.U. 2017 poz. 1559)

Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz. 1912)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej oraz Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 maja 2017 r. w sprawie wymaganego zakresu planów zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej (Dz.U. 2017 poz. 1025)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie sposobu zgłaszania oraz oznakowania przeszkód lotniczych z dnia 25 czerwca 2003 (Dz.U. Nr 130, poz. 1193 z późn. zm.)

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt z dnia 16 grudnia 2016 r. (Dz.U. 2016 poz. 2183)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tekst jednolity: Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826 ze zm.)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. z 2003 r. Nr 192, poz. 1883)

Rozporządzenie parlamentu europejskiego i rady (UE) NR 256/2014 z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zgłaszania Komisji projektów inwestycyjnych dotyczących infrastruktury energetycznej w Unii Europejskiej, zastępujące rozporządzenie Rady (UE, Euratom) nr 617/2010 oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 736/96, Dz. U. UE L 84/61

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1099/2008 z dnia 22 października 2008 r. w sprawie statystyki energii (Dz. U. L 304 z 14.11.2008, z późn. zm.)

Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko z dnia 18 stycznia 2016 r. (Dz.U. 2016 poz. 71, tekst jednolity)

Ustawa o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (Dz.U. 2017 poz. 2205 tekst jednolity)

Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880 ze zm.)

Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko z 3 października 2008 r. (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1227 tekst jednolity)

Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku (tekst jednolity: Dz.U. 2017 poz. 220)

Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity: Dz.U. 2001 Nr 62 poz. 627 ze zm.)

Ustawa z dnia 12 stycznia 1991 o podatkach i opłatach lokalnych (Dz.U. 2018 poz. 1445 tekst jednolity).

Ustawa z dnia 14 grudnia 2017 r. o gospodarce nieruchomościami (Dz.U. 2018 poz. 121 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2018 poz. 1269 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. 2017 poz. 2222 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2017 poz. 1073 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (Dz.U. 2017 poz. 2077 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze (Dz.U. 2017 poz. 959 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. 1995 nr 16 poz. 78 tekst jednolity)

Ustawa z dnia 7 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2018 r., poz. 1276)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. prawo budowlane (Dz.U. 2017 poz. 1332 tekst jednolity)

DOKUMENTY STRATEGICZNE

Efekty inwestycji w obszarze energetyki finansowanych w ramach polityki spójności 2007 – 2013, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa.

Europa 2020 Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, 2010, KOM(2010) 2020, Bruksela.

Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030, Uchwała Nr 239 Rady Ministrów z dnia 13 grudnia 2011 r. poz. 252.

Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, 2010: Minister Gospodarki, Warszawa.

Mapa drogowa na rzecz energii odnawialnej, Energie odnawialne w XXI wieku: budowa bardziej zrównoważonej przyszłości, 2007, (KOM (2006) 848), Bruksela.

Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007 – 2013 wspierające wzrost gospodarczy i zatrudnienie, 2007: Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.

Ocena realizacji polityki energetycznej od 2005 roku, 2009: Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.

Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów operacyjnych na okres programowania 2014-2020, 2011: Wiśniewski G. (red.), Michałowska-Knap, Oniszak-Popławska, Więcka A., Dziamski P., Kamińska M, Curkowski A., Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.

Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, 2009: Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.

Polityka klimatyczna Polski - Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020, 2003: Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku, 2009: Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.

Program działań wykonawczych na lata 2009 – 2012, 2009: Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.

Wnioski ze strategicznej oceny oddziaływania polityki energetycznej na środowisko, 2009: Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.

REGULAMINY

Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej, 2007: PSE-Operator S.A., tekst jednolity.

Regulamin Aukcji na sprzedaż energii elektrycznej wytwarzanej w instalacjach odnawialnego źródła energii, 2016: Urząd Regulacji Energetyki, Warszawa. Online: ure.gov.pl (dostęp 30.07.2018).

DOKUMENTY i MATERIAŁY ON-LINE

Nowak – Brzezińska E., Testowanie hipotez statystycznych w środowisku R, Wykład dla przedmiotu Biostatystyka, http://zsi.tech.us.edu.pl/~nowak/bios/owd/owd_w_15052011.pdf [dostęp on-line 19.08.2019]

Ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko i decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach a proces inwestycyjno-budowlany, www.paih.gov.pl [dostęp on-line: 24.04.2018]

Pracuch S., Długosz M. M. Analiza danych pomiarowych, inżynieria biomedyczna, instrukcja do laboratorium <http://home.agh.edu.pl> [dostęp on-line 19.08.2019]

Piwczyński D., Testy nieparametryczne <http://dp.utp.edu.pl> [dostęp on-line 19.08.2019]

STRONY INTERNETOWE

www.biznes.gov.pl

www.dp.utp.edu.pl

www.Enercon.de

www.funduszeuropejskie.2007-2013.gov.pl

www.funduszeuropejskie.gov.pl

www.globalwindatlas.info

www.home.agh.edu.pl

www.nrcan.gc.ca

www.pois.gov.pl

www.rp.pl

www.statystyka.az.pl

www.statystyka.rezolwenta.eu.org

www.tauron-ekoenergia.pl

www.ure.gov.pl

www.Vestas.com

www.zsi.tech.us.edu.pl

Spis rycin

Ryc. 1. Łączna moc zainstalowana wybranych instalacji OZE w latach 2009 – 2018 na świecie	8
Ryc. 2. Łączna moc zainstalowana elektrowni wiatrowych w latach 2009 – 2018 w Polsce....	9
Ryc. 3. Schemat metodologii Global Wind Atlas.....	19
Ryc. 4. Model lokalizacji elektrowni wiatrowych.....	49
Ryc. 5. Twarde i miękkie czynniki lokalizacji inwestycji	55
Ryc. 6. Średnie roczne prędkości wiatru w Polsce [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$].....	61
Ryc. 7. Wartości średnich miesięcznych prędkości wiatrów w Polsce	63
Ryc. 8. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$ na wysokości 10 m dla terenu o klasie szorstkości „0”	64
Ryc. 9. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$ na wysokości 30 m dla terenu o klasie szorstkości „0”	64
Ryc. 10. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ na wysokości 10 m n.p.g dla terenu o klasie szorstkości „0” (bez szczytowych partii gór)	64
Ryc. 11. Energia użyteczna wiatru w $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ na wysokości 30 m n.p.g dla terenu o klasie szorstkości „0” (bez szczytowych partii gór)	64
Ryc. 12. Mezoskalowa rejonizacja Polski pod względem zasobów energii wiatru	65
Ryc. 13. Energia wiatru w $\text{kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$ na wysokości 30 m n.p.g. (bez szczytowych partii gór).....	65
Ryc. 14. Mezoskalowa rejonizacja Polski pod względem zasobów energii wiatru	65
Ryc. 15. Energia użyteczna wiatru [$\text{kWh}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{rok})^{-1}$] na wysokości 10 m n.p.g. w terenie otwartym i klasie szorstkości 0-1	65
Ryc. 16. Moc wiatru na wysokości 50 m n.p.g. [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]	67
Ryc. 17. Moc wiatru na wysokości 100 m n.p.g. [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]	67
Ryc. 18. Moc wiatru na wysokości 200 m n.p.g. [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]	67
Ryc. 19. Trajektorie jesiennego przelotu ptaków wodnych, głównie edredonów Somateria mollissima i gęsi Anser, zarejestrowane przez radar monitorujący po uruchomieniu morskiej farmy wiatrowej Nysted u wybrzeży Danii (czerwone punkty wskazują lokalizacje turbin, belka oznacza odcinek 1 km).....	71
Ryc. 20. Zakres badań podczas oceny wpływu farm wiatrowych na krajobraz oraz walory widokowe krajobrazu.....	75
Ryc. 21. Zasięg i zakres widoczności elektrowni wiatrowej na obszarze Metropolii Poznań.	81

Ryc. 22. Ocena oddziaływania elektrowni wiatrowej na krajobraz	81
Ryc. 23. Reprezentatywna architektura turbin wiatrowych w latach 1980 – 2010.....	111
Ryc. 24. Średnie ważone dla średnic rotora oraz mocy zainstalowanej turbin wiatrowych dla lat 2010 i 2016 w wybranych krajach.....	112
Ryc. 25. Globalny średni ważony koszt energii elektrycznej elektrowni wiatrowych na lądzie w latach 1983-2017.....	113
Ryc. 26. Roczne inwestycje w energetykę wiatrową na świecie w latach 2004-2015 (w mld USD)	114
Ryc. 27. Struktura kosztów przy budowie elektrowni wiatrowej w latach 2010-2015 w świecie	115
Ryc. 28. Koszty jednostkowe instalacji elektrowni wiatrowych w latach 1983 – 2017 (w USD/kW).....	115
Ryc. 29. Model powiązań globalnego sektora ekonomicznego energetyki wiatrowej.....	116
Ryc. 30. Nakłady inwestycyjne na 1 MW mocy w energetyce wiatrowej (w tys. zł/MW) w Polsce, w podziale na miejsca, do których trafiają poszczególne składowe ogólnej sumy wydatków na podstawie faktycznie poniesionych nakładów w latach 2007-2011	118
Ryc. 31. Liczba bezpośrednich miejsc pracy zależnych od energetyki wiatrowej w Polsce w latach 2005–2014.....	120
Ryc. 32. Liczba miejsc pracy zależnych od energetyki wiatrowej w Polsce w latach 2005 – 2014	120
Ryc. 33. Liczba instalacji oraz zainstalowana moc OZE dofinansowanych w ramach NSRO 2007-2013.....	124
Ryc. 34. Konstrukcje turbin typu HAWT	137
Ryc. 35. Konstrukcje turbin typu VAWT	138
Ryc. 36. Struktura modelowej farmy wiatrowej.....	139
Ryc. 37. Możliwości włączenia elektrowni wiatrowych w system elektroenergetyczny: S_{NTW} – znamionowa moc pozorna elektrowni (farmy) wiatrowej, S_{ZW} – moc zwarciowa, S_{NT} – moc znamionowa transformatora sprzęgającego, TW – turbozespoły wiatrowe	140
Ryc. 38. Budowa turbiny wiatrowej	141
Ryc. 39. Budowa elektrowni wiatrowej Vestas V80 (2 MW).....	142
Ryc. 40. Zmiany mocy czynnej (P, kW) wytwarzanej przez turbinę wiatrową w okresie jednego miesiąca	145
Ryc. 41. Średniodobowa moc generowana turbozespołu wiatrowego (w kW)	145

Ryc. 42. Produkcja energii netto [GWh/turbina/rok] i współczynnik wykorzystania mocy netto [%] dla wybranych modeli turbin wiatrowych w lokalizacji testowej o przeciętnych warunkach wietrzności (południowo - zachodnia Polska).....	147
Ryc. 43. Produkcja energii netto [GWh/turbina/rok] i współczynnik wykorzystania mocy netto [%] dla wybranych modeli turbin wiatrowych w lokalizacji testowej o dobrych warunkach wietrzności (północna Polska).....	147
Ryc. 44. Wskaźnik wykorzystania mocy zainstalowanej (w %) elektrowni wiatrowych w polskim systemie elektroenergetycznym według kolejnych miesięcy, w latach 2012-2015.	148
Ryc. 45. Nastawienie respondentów do odnawialnych źródeł energii, wyniki badania z 2018 roku	151
Ryc. 46. Nastawienie respondentów (w skali 1 - 5) do określonych typów OZE, wyniki badania z 2018 roku.....	151
Ryc. 47. Określenia opisujące czym są (czym mogą być) elektrownie wiatrowe dla mieszkańców gminy, wyniki badania z 2018 roku.....	152
Ryc. 48. Ocena zapisu ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, zwiększający konieczną odległość turbiny wiatrowej od zabudowy mieszkaniowej do 10-krotności wysokości turbiny wiatrowej przez respondentów, wyniki badania z 2018 roku.....	154
Ryc. 49. Wskazania docelowego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w Polsce do 2020 roku przez respondentów, wyniki badania z 2018 roku.....	154
Ryc. 50. Ocena ważności energetyki wiatrowej dla polskiej gospodarki przez respondentów, wyniki badania z 2018 roku	155
Ryc. 51. Udział (%) poparcia respondentów dla wspierania energetyki wiatrowej przez państwo, wyniki badania z 2018 roku.....	156
Ryc. 52. Opinie respondentów na temat istotności zmian klimatu dla Polski, wyniki badania z 2018 roku.....	157
Ryc. 53. Twarde i miękkie czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych oraz ich zmienność w czasie.....	167
Ryc. 54. Rozmieszczenie przestrzenne turbin wiatrowych o mocy pow. 1 MW na obszarach wiejskich w Polsce w 2016 roku	174
Ryc. 55. Liczba gmin wg liczby turbin w Polsce w 2016 roku.....	174
Ryc. 56. Krzywa koncentracji Lorenza określająca stopień koncentracji przestrzennej turbin wiatrowych w Polsce	175
Ryc. 57. Energia wiatru w kWh·(m ² ·rok) ⁻¹ przeliczona do wysokości 30 m n.p.g. (bez szczytowych partii gór).....	176

Ryc. 58. Gminy posiadające/nie posiadające na swoim obszarze turbiny wiatrowej w poszczególnych strefach energetycznych wiatru w Polsce w 2016 roku.....	178
Ryc. 59. Liczba turbin wiatrowych w przeliczeniu na 1 km ² w poszczególnych strefach energetycznych wiatru w Polsce w 2016 roku	179
Ryc. 60. Gęstość zaludnienia (osoba/km ²) w gminach wiejskich oraz na obszarach wiejskich w gminach miejsko-wiejskich w Polsce w 2014 roku.....	180
Ryc. 61. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli liczby ludności w przeliczeniu na 1 km ² w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce	181
Ryc. 62. Liczba budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 km ² w gminach wiejskich oraz na obszarach wiejskich w gminach miejsko-wiejskich w Polsce w 2014 roku	182
Ryc. 63. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli liczby budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 km ² w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce.....	183
Ryc. 64. Gęstość zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku.....	184
Ryc. 65. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli gęstości zaludnienia powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce	185
Ryc. 66. Udział powierzchni gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku	186
Ryc. 67. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce	187
Ryc. 68. Udział powierzchni terenów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku	188
Ryc. 69. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni terenów mieszkaniowych oraz zabudowanych gruntów rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce.....	189
Ryc. 70. Udział powierzchni gruntów rolnych zabudowanych w powierzchni użytków rolnych w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich (w %) w Polsce w 2014 roku.....	190

Ryc. 71. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów rolnych zabudowanych w powierzchni użytków rolnych w gminach wiejskich i na obszarach wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce	191
Ryc. 72. Udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku.....	192
Ryc. 73. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce.....	193
Ryc. 74. Udział powierzchni gruntów pod wodami w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku.....	194
Ryc. 75. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów pod wodami w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce	195
Ryc. 76. Udział powierzchni gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku	196
Ryc. 77. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce.....	197
Ryc. 78. Udział powierzchni działek rolnych do 1 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw (w %) w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku.....	198
Ryc. 79. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni działek rolnych do 1 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce	199
Ryc. 80. Udział powierzchni gospodarstw rolnych 1 - 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku	200
Ryc. 81. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce.....	201
Ryc. 82. Udział powierzchni gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej powierzchni gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku.....	202

Ryc. 83. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni gospodarstw rolnych powyżej 15 ha w powierzchni gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce.....	203
Ryc. 84. Udział liczby działek rolnych do 1 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku	204
Ryc. 85. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału liczby działek rolnych do 1 ha w liczbie gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce	205
Ryc. 86. Udział liczby gospodarstw rolnych 1 - 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku	206
Ryc. 87. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału liczby gospodarstw rolnych 1 – 15 ha w liczbie gospodarstw ogółem dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce	207
Ryc. 88. Udział liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2010 roku	208
Ryc. 89. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału liczby gospodarstw rolnych pow. 15 ha w ogólnej liczbie gospodarstw w gminach wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce	209
Ryc. 90. Udział powierzchni parków narodowych oraz rezerwatów przyrody w powierzchni gmin wiejskich i miejsko - wiejskich w Polsce w 2014 roku	210
Ryc. 91. Udział powierzchni parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – krajobrazowych w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku	212
Ryc. 92. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych oraz zespołów przyrodniczo – kraj obrazowych w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce.....	213
Ryc. 93. Udział powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku	215
Ryc. 94. Średnia liczba turbin wiatrowych przypadająca na gminy znajdujące się w wyznaczonych przedziałach kwartyli udziału powierzchni Obszarów Natura 2000 – specjalnych obszarów ochrony ptaków w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce	215

Ryc. 95. Udział powierzchni obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku.....	217
Ryc. 96. Średnia liczba turbin wiatrowych przypadająca na gminy znajdujące się w wyznaczonych przedziałach percentyli udziału obszarów Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony siedlisk w powierzchni gmin wiejskich i miejsko – wiejskich oraz gmin bez tego typu obszarów na swoim terenie w Polsce.....	218
Ryc. 97. Udział powierzchni terenów komunikacyjnych – dróg w powierzchni gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko – wiejskich w Polsce w 2014 roku	219
Ryc. 98. Występowanie sieci elektrycznej napięcia 110 kV w gminach wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2017 roku	220
Ryc. 99. Dochody gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce w 2016 roku	221
Ryc. 100. Liczba turbin wiatrowych znajdująca się na terenie gmin w wyznaczonych przedziałach kwartyli dochodu gmin w przeliczeniu na 1 mieszkańca dla gmin wiejskich i miejsko – wiejskich w Polsce.....	222
Ryc. 101. Wpływ określonych cech na lokalizację elektrowni wiatrowych.....	232
Ryc. 102. Wartości wskaźnika syntetycznego określające atrakcyjność poszczególnych gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych	237
Ryc. 103. Wartości wskaźnika syntetycznego określające atrakcyjność poszczególnych gmin dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, uwzględniający ograniczenia przestrzenne wynikające z funkcjonujących elektrowni wiatrowych	240

Spis tabel

Tab. 1. Cechy określające czynniki lokalizacji turbin wiatrowych.....	20
Tab. 2. Wyznaczone przedziały klasowe cechy x_1 (liczba turbin/powierzchnia gminy) za pomocą algorytmu Jenks.....	30
Tab. 3. Zróżnicowane średnich sezonowych prędkości wiatru w Polsce wg pór roku [$m \cdot s^{-1}$]	62
Tab. 4. Śmiertelność ptaków w wyniku kolizji z turbiną wiatrową	69
Tab. 5. Skala oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz.....	80
Tab. 6. Klasyfikacja jakości wizualnej krajobrazów na podstawie analizy panoram.....	83
Tab. 7. Schemat klasyfikacyjny skali oddziaływania elektrowni wiatrowych na fizjonomię krajobrazu, uwzględniający siłę oddziaływania oraz jakość wizualną krajobrazu	84
Tab. 8. Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku	98
Tab. 9. Odległość obiektów budowlanych od dróg	107
Tab. 10. Moc zainstalowana elektryczna OZE (w MW) oraz udział (w nawiasie, w %) poszczególnych programów NSRO 2007-2013 w osiągniętych rezultatach w latach 2007-2013 w Polsce, według rodzajów instalacji OZE.....	126
Tab. 11. Przynależność rodzaju instalacji OZE do tzw. koszyków aukcyjnych	128
Tab. 12. Ogłoszone aukcje przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki na sprzedaż energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii do roku 2018.....	130
Tab. 13. Ponoszone nakłady inwestycyjne (CAPEX) i eksploatacyjne (OPEX) oraz jednostkowy koszt energii elektrycznej (LCOE) dla elektrowni wiatrowych w Polsce.....	133
Tab. 14. Zestawienie podstawowych parametrów dla przykładowych modeli turbin wiatrowych	149
Tab. 15. Powiązanie cech wpływających na lokalizację elektrowni wiatrowych z określonymi grupami dziedzinowymi czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych	168
Tab. 16. Zmiany wartości określonych cech wpływających na lokalizację elektrowni wiatrowych w latach 2002 – 2018 w Polsce	171
Tab. 17. Wpływ określonych cech opisujących czynniki lokalizacji na liczbę turbin wiatrowych w gminach w Polsce.....	223
Tab. 18. Wyniki przeprowadzonych testów: ANOVA rang Kruskala-Wallisa, test mediany, test t – Studenta określających zależności statystyczne pomiędzy liczbą turbin wiatrowych a określonymi cechami	225
Tab. 19. Średnie wartości cech ($x_2 - x_{24}$) dla wyznaczonych przedziałów klasowych cechy x_1	229

Tab. 20. Macierz wartości korelacji cech.....	234
Tab. 21. Gminy o najwyższych wartościach wskaźnika syntetycznego (mediana dla wszystkich gmin = 0,05)	238

Załącznik 1. Wartości wskaźnika syntetycznego dla gmin w Polsce

Lp.	Kod jednostki - TERYT	Nazwa gminy	Wartość wskaźnika W	Lp. (cd)	Kod jednostki - TERYT (cd.)	Nazwa gminy (cd.)	Wartość wskaźnika W (cd.)
1	1002032	Dąbrowice	0,990	1088	0614022	Baranów	0,048
2	3021062	Kleszczewo	0,986	1089	0620133	Szczebrzeszyn	0,047
3	3003082	Niechanowo	0,964	1090	2805022	Elk	0,047
4	3028042	Mieścisko	0,941	1091	0601192	Zalesie	0,047
5	3205023	Gryfice	0,911	1092	3019052	Miasteczko Krajeńskie	0,047
6	2214032	Morzeszczyn	0,907	1093	1021032	Dmosin	0,046
7	0407092	Złotniki Kujawskie	0,882	1094	2612053	Połaniec	0,045
8	1402052	Grudusk	0,872	1095	1419112	Słubice	0,044
9	0418113	Lubień Kujawski	0,863	1096	2201072	Parchowo	0,044
10	3003072	Mieleszyn	0,858	1097	1811062	Padew Narodowa	0,044
11	3201033	Karlino	0,855	1098	0602123	Tarnogród	0,043
12	3025012	Dominowo	0,849	1099	0212033	Lwówek Śląski	0,043
13	3021033	Buk	0,847	1100	3010013	Golina	0,043
14	2012012	Bakałarzewo	0,839	1101	0223043	Kąty Wrocławskie	0,043
15	3024022	Duszniki	0,832	1102	0603122	Wierzbica	0,042
16	0406043	Radzyń Chełmiński	0,831	1103	1606012	Domaszowice	0,041
17	3003032	Gniezno	0,830	1104	3009102	Osiek Mały	0,041
18	0418032	Boniewo	0,830	1105	3206033	Chojna	0,041
19	0419063	Żnin	0,829	1106	2201012	Borzytuchom	0,040
20	1427022	Gozdowo	0,815	1107	1433042	Liw	0,040
21	0418043	Brześć Kujawski	0,810	1108	1412142	Stanisławów	0,039
22	2210023	Nowy Dwór Gdański	0,804	1109	3210013	Barlinek	0,038
23	1420052	Dzierżążnia	0,804	1110	3009022	Babiał	0,038
24	1402072	Opinogóra Górna	0,802	1111	3020013	Chocz	0,036
25	2811012	Janowiec Kościelny	0,798	1112	0617052	Trawniki	0,036
26	3028022	Damasławek	0,798	1113	0601132	Rossosz	0,036
27	3011023	Czempiń	0,797	1114	2405052	Rudziniec	0,035
28	0411062	Radziejów	0,793	1115	3010082	Rzgów	0,035
29	3024063	Pniewy	0,792	1116	2205083	Żukowo	0,034
30	3214092	Stara Dąbrowa	0,790	1117	0202073	Niemcza	0,034
31	0417042	Płużnica	0,788	1118	1010093	Sulejów	0,034
32	3025043	Środa Wielkopolska	0,788	1119	1609032	Dobrzeń Wielki	0,033
33	0407053	Janikowo	0,786	1120	1425092	Przytyk	0,033
34	1419053	Drobin	0,785	1121	0214083	Twardogóra	0,033
35	0410013	Kcynia	0,785	1122	1401042	Stara Błotnica	0,033
36	3205032	Karnice	0,784	1123	0610052	Puchaczów	0,033
37	1422032	Czernice Borowe	0,783	1124	0620052	Łabunie	0,032
38	1419142	Staroźreby	0,782	1125	0415032	Czernikowo	0,032
39	3205043	Płoty	0,781	1126	1415062	Lelis	0,032
40	0419013	Barcin	0,780	1127	2406013	Kłobuck	0,031
41	1002062	Kutno	0,774	1128	1419072	Łąck	0,030
42	3028033	Gołańcz	0,764	1129	2205032	Przodkowo	0,029
43	3003093	Trzemeszno	0,760	1130	1214062	Radziemice	0,027

44	0401052	Bądkowo	0,755		1131	0201043	Nowogrodziec	0,027
45	0418123	Lubraniec	0,753		1132	1424022	Obryte	0,026
46	3204033	Maszewo	0,753		1133	1012072	Kodrąb	0,024
47	3024032	Każmierz	0,752		1134	2003082	Wyszki	0,024
48	3021083	Kostrzyn	0,752		1135	1403052	Górzno	0,023
49	2210042	Stegna	0,752		1136	0602042	Biszczka	0,023
50	3003062	Łubowo	0,751		1137	0612053	Opole Lubelskie	0,022
51	0418063	Chodecz	0,745		1138	0414112	Warlubie	0,022
52	3208033	Gościno	0,743		1139	3019032	Kaczory	0,022
53	0412042	Rypin	0,742		1140	1436053	Zwoleń	0,021
54	1419012	Bielsk	0,741		1141	0612022	Józefów nad Wisłą	0,021
55	3218032	Radowo Małe	0,737		1142	2407083	Woźniki	0,021
56	0413032	Sośno	0,734		1143	0211032	Rudna	0,021
57	3218013	Dobra	0,732		1144	1426092	Skórzec	0,020
58	1002092	Oporów	0,731		1145	0603072	Leśniowice	0,020
59	1402042	Gołymin-Ośrodek	0,731		1146	0603102	Sawin	0,019
60	3019093	Wysoka	0,727		1147	1204042	Mędrzechów	0,019
61	0409033	Mogilno	0,727		1148	1606042	Świerczów	0,019
62	0414012	Bukowiec	0,726		1149	1815033	Ropczyce	0,019
63	0419033	Janowiec Wielkopolski	0,724		1150	1005022	Bielawy	0,018
64	1002082	Nowe Ostrowy	0,724		1151	1425072	Kowala	0,018
65	1413092	Wieczfnia Kościelna	0,721		1152	3211012	Dobra (Szczecińska)	0,018
66	3030053	Września	0,720		1153	0408073	Skępe	0,016
67	1424052	Świercze	0,715		1154	1401032	Radzanów	0,016
68	3024053	Ostroróg	0,713		1155	2813032	Kowale Oleckie	0,016
69	3208022	Dygowo	0,710		1156	2007043	Nowogród	0,015
70	2214043	Pelplin	0,709		1157	1436032	Przyłęk	0,015
71	3001043	Margonin	0,708		1158	0608063	Kock	0,015
72	1402092	Sońsk	0,708		1159	1428042	Młodzieszyn	0,014
73	0415022	Chełmża	0,708		1160	0610062	Spiczyn	0,014
74	3213042	Malechowo	0,701		1161	1808042	Leżajsk	0,013
75	3213052	Postomino	0,700		1162	0219072	Świdnica	0,013
76	3205012	Brojce	0,699		1163	0215042	Oława	0,013
77	1002043	Krośniewice	0,693		1164	1816063	Głogów Małopolski	0,012
78	3209022	Biesiekierz	0,693		1165	0218032	Miękinia	0,012
79	3028072	Wągrowiec	0,691		1166	3002052	Lubasz	0,011
80	3030033	Nekła	0,690		1167	0616032	Nowodwór	0,010
81	0418052	Chocień	0,688		1168	0802032	Bytnica	0,010
82	3023072	Strzałkowo	0,678		1169	1611063	Ujazd	0,010
83	0407042	Inowrocław	0,678		1170	1815012	Iwierzycy	0,010
84	2012022	Filipów	0,677		1171	1814053	Kańczuga	0,010
85	2209082	Stare Pole	0,673		1172	0216022	Gaworzyce	0,010
86	2808043	Korsze	0,672		1173	2010072	Nurzec-Stacja	0,009
87	2212022	Damnica	0,672		1174	0225033	Bogatynia	0,009
88	0407073	Pakość	0,668		1175	0415042	Lubicz	0,007
89	2009042	Puńsk	0,667		1176	2613052	Secemin	0,006
90	3214042	Dolice	0,666		1177	2810032	Mrażowo	0,006
91	3001022	Budzyń	0,664		1178	1211112	Raba Wyżna	0,006

92	2807043	Kisielice	0,664		1179	3018063	Mikstat	0,006
93	1413082	Szydłowo	0,662		1180	0810073	Szprotawa	0,005
94	0410053	Szubin	0,660		1181	0803042	Pszczew	0,005
95	3009032	Chodów	0,659		1182	1430022	Jastrząb	0,005
96	0404042	Lisewo	0,656		1183	1010082	Rozprza	0,004
97	2214052	Subkowy	0,654		1184	0606032	Gorzków	0,004
98	3213032	Darłowo	0,654		1185	1429072	Sabnie	0,004
99	0406033	Łasin	0,652		1186	0618112	Tomaszów Lubelski	0,003
100	0419043	Łabiszyn	0,652		1187	0805053	Słubice	0,003
101	2811032	Kozłowo	0,648		1188	1005092	Nieborów	0,001
102	0402022	Bobrowo	0,644		1189	1001022	Bełchatów	0,001
103	0414082	Pruszcz	0,644		1190	1216153	Żabno	0,001
104	2216022	Mikołajki Pomorskie	0,642		1191	2010032	Dziadkowice	0,000
105	0401062	Koneck	0,641		1192	2609032	Klimontów	-0,001
106	2804073	Pasłęk	0,639		1193	1007023	Drzewica	-0,003
107	2802053	Pieniężno	0,638		1194	0224042	Stoszowice	-0,005
108	2212072	Potęgowo	0,635		1195	0401072	Raciążek	-0,005
109	3207033	Kamień Pomorski	0,628		1196	1016092	Tomaszów Mazowiecki	-0,005
110	3205083	Trzebiatów	0,627		1197	2201092	Trzebielino	-0,005
111	3031082	Złotów	0,626		1198	2008043	Knyszyn	-0,005
112	0412032	Rogowo	0,624		1199	1018073	Wieruszów	-0,006
113	3209012	Będzino	0,619		1200	2002052	Juchnowiec Kościelny	-0,006
114	1005062	Kocierzew Południowy	0,616		1201	2205072	Sulęcyno	-0,006
115	1002102	Strzelce	0,616		1202	1817082	Zarszyn	-0,006
116	0410023	Mrocza	0,616		1203	0604022	Dołhobyczów	-0,007
117	3015053	Opalenica	0,612		1204	2804042	Markusy	-0,007
118	2813043	Olecko	0,610		1205	0811063	Lubsko	-0,007
119	0418083	Izbica Kujawska	0,610		1206	1415012	Baranowo	-0,008
120	1424012	Gzy	0,609		1207	0601072	Konstantynów	-0,008
121	1005102	Zduny	0,608		1208	1009013	Działoszyn	-0,009
122	1427042	Rościszewo	0,607		1209	2002123	Tykocin	-0,010
123	1013052	Regnów	0,602		1210	1412042	Cegłów	-0,011
124	0408032	Chrostkowo	0,600		1211	1012142	Żytno	-0,011
125	2212082	Słupsk	0,596		1212	1811022	Borowa	-0,011
126	2214062	Tczew	0,596		1213	2603022	Czarnocin	-0,011
127	1428062	Rybno	0,595		1214	1611043	Leśnica	-0,011
128	1420102	Raciąż	0,594		1215	0608082	Michów	-0,011
129	1002113	Żychlin	0,593		1216	1434102	Strachówka	-0,012
130	2804032	Gronowo Elbląskie	0,593		1217	1008062	Lutomiersk	-0,012
131	0408052	Kikół	0,592		1218	2804063	Młynary	-0,012
132	0405043	Kowalewo Pomorskie	0,589		1219	1412123	Mrozy	-0,013
133	3212042	Przelewice	0,587		1220	0211022	Lubin	-0,013
134	3016023	Rogoźno	0,587		1221	1014052	Burzenin	-0,014
135	3024073	Szamotuły	0,583		1222	1003042	Widawa	-0,014
136	0407063	Kruszwica	0,581		1223	0620142	Zamość	-0,014
137	0402073	Jabłonowo Pomorskie	0,575		1224	0614072	Markuszów	-0,015
138	3030012	Kołaczkowo	0,574		1225	1205023	Biecz	-0,015
139	3204043	Nowogard	0,574		1226	1401022	Promna	-0,016

140	2012082	Szypliszki	0,573		1227	2404142	Przyrów	-0,017
141	0406062	Świecie nad Osą	0,572		1228	2002143	Zabłudów	-0,017
142	1422072	Przasnysz	0,572		1229	0607052	Kraśnik	-0,019
143	1436022	Policzna	0,571		1230	2803043	Lidzbark	-0,019
144	1419102	Radzanowo	0,568		1231	2404102	Mstów	-0,019
145	3003053	Kłęcko	0,568		1232	2807032	Łława	-0,020
146	1424062	Winnica	0,565		1233	1205033	Bobowa	-0,021
147	2803022	Działdowo	0,563		1234	2817062	Szczytno	-0,021
148	3021123	Pobiedziska	0,562		1235	3029033	Wolsztyn	-0,023
149	0415052	Łubianka	0,562		1236	0209073	Prochowice	-0,023
150	3016032	Ryczywół	0,562		1237	1423032	Kłwów	-0,023
151	1017022	Czarnożyły	0,562		1238	0809053	Nowogród Bobrzański	-0,023
152	1424032	Pokrzywnica	0,561		1239	1018052	Łubnice	-0,023
153	2809042	Lubomino	0,561		1240	1410042	Platerów	-0,023
154	3025052	Zaniemyśl	0,560		1241	1405062	Żabia Wola	-0,024
155	2807052	Lubawa	0,559		1242	0608072	Lubartów	-0,025
156	3207052	Świerzno	0,559		1243	1427062	Szczutowo	-0,025
157	3218043	Resko	0,558		1244	1820043	Nowa Dęba	-0,026
158	1010022	Czarnocin	0,556		1245	0605072	Potok Wielki	-0,027
159	1419042	Bulkowo	0,556		1246	0216043	Polkowice	-0,027
160	2013033	Czyżew	0,555		1247	3021042	Czerwonak	-0,028
161	3009063	Kłodawa	0,554		1248	0802052	Gubin	-0,028
162	0407033	Gniewkowo	0,554		1249	3005043	Rakoniewice	-0,028
163	2809022	Kiwity	0,554		1250	0206092	Stara Kamienica	-0,029
164	3214113	Suchań	0,553		1251	3010022	Grodziec	-0,030
165	3003103	Witkowo	0,553		1252	3010062	Krzymów	-0,031
166	3216052	Sławoborze	0,550		1253	0608032	Firlej	-0,032
167	1413102	Wiśniewo	0,549		1254	1426112	Wiśniew	-0,032
168	1004082	Witonia	0,547		1255	1607013	Głucholazy	-0,033
169	2209032	Lichnowy	0,546		1256	1803063	Pilzno	-0,033
170	3011032	Kościan	0,543		1257	0606042	Izbica	-0,035
171	2208042	Nowa Wieś Lęborska	0,541		1258	1609073	Niemodlin	-0,035
172	1404042	Sanniki	0,541		1259	0609142	Wólka	-0,035
173	2013042	Klukowo	0,538		1260	2002082	Poświętne	-0,035
174	2005042	Czyże	0,537		1261	0610012	Cyców	-0,035
175	3004073	Poniec	0,534		1262	1409012	Chotcza	-0,035
176	0401092	Zakrzewo	0,533		1263	0802042	Dąbie	-0,036
177	1602013	Baborów	0,533		1264	0807012	Krzyszczycy	-0,036
178	0613052	Podędwórze	0,533		1265	1802042	Haczów	-0,036
179	0411053	Piotrków Kujawski	0,531		1266	1423022	Gielniów	-0,036
180	3012033	Koźmin Wielkopolski	0,530		1267	0615022	Borki	-0,037
181	1011062	Zadzim	0,530		1268	1416072	Ostrów Mazowiecka	-0,037
182	1422062	Krzynowłoga Mała	0,529		1269	1015062	Maków	-0,037
183	3008052	Perzów	0,528		1270	0805033	Ośno Lubuskie	-0,038
184	1004022	Daszyna	0,528		1271	2009032	Krasnopol	-0,039
185	2803052	Płońnica	0,527		1272	1012132	Wielgomłynny	-0,039
186	1415032	Czerwin	0,527		1273	1214042	Pałecznica	-0,039
187	2216013	Dzierżgoń	0,527		1274	0223022	Długoleka	-0,040

188	2606082	Wojciechowice	0,527		1275	2609062	Obrazów	-0,040
189	0412062	Wąpielsk	0,526		1276	2804052	Milejewo	-0,041
190	1411042	Krasnosielc	0,524		1277	2411022	Kornowac	-0,041
191	1610013	Biała	0,523		1278	1605053	Zdzieszowice	-0,041
192	3012052	Rozdrażew	0,523		1279	0224022	Ciepłowody	-0,041
193	2201102	Tuchomie	0,523		1280	1819043	Strzyżów	-0,042
194	2801032	Bartoszyce	0,523		1281	2814013	Barczewo	-0,042
195	3012023	Kobylin	0,522		1282	0220013	Oborniki Śląskie	-0,043
196	2215042	Choczewo	0,517		1283	2409023	Koziegłowy	-0,045
197	0611112	Wola Mysłowska	0,515		1284	1611012	Izbicko	-0,047
198	3028062	Wapno	0,511		1285	2411042	Krzyżanowice	-0,047
199	2818033	Gołdap	0,511		1286	2814072	Jonkowo	-0,047
200	3011053	Śmigiel	0,510		1287	2806062	Miłki	-0,048
201	1420092	Płońsk	0,509		1288	1219022	Gdów	-0,050
202	0417052	Ryńsk	0,508		1289	1403042	Garwolin	-0,050
203	3214102	Stargard	0,508		1290	0801022	Bogdaniec	-0,050
204	2012052	Raczki	0,507		1291	2215102	Wejherowo	-0,051
205	1405032	Baranów	0,507		1292	0618072	Rachanie	-0,052
206	3216062	Świdwin	0,505		1293	0809102	Zielona Góra	-0,053
207	1020052	Głowno	0,505		1294	0608092	Niedźwiada	-0,054
208	1411032	Karniewo	0,504		1295	1014072	Klonowa	-0,054
209	3213062	Sławno	0,503		1296	1803032	Czarna	-0,054
210	0613032	Milanów	0,503		1297	3025032	Nowe Miasto nad Wartą	-0,054
211	3005023	Grodzisk Wielkopolski	0,500		1298	2808062	Srokowo	-0,054
212	2207043	Prabuty	0,498		1299	1403103	Pilawa	-0,055
213	3212053	Pyrzyce	0,496		1300	3014043	Sieraków	-0,055
214	1016072	Rokiciny	0,495		1301	0226032	Pielgrzymka	-0,055
215	1015032	Godzianów	0,494		1302	0807053	Torzym	-0,056
216	3005012	Granowo	0,494		1303	1802022	Domaradz	-0,057
217	3003042	Kiszkowo	0,492		1304	2416102	Żarnowiec	-0,057
218	1427072	Zawidz	0,492		1305	0606102	Siennica Różana	-0,057
219	0409043	Strzelno	0,491		1306	1802052	Jasienica Rosielna	-0,059
220	1608023	Gorzów Śląski	0,490		1307	1405043	Grodzisk Mazowiecki	-0,059
221	3208062	Siemyśl	0,490		1308	2819022	Pozezdrze	-0,059
222	3201022	Białogard	0,489		1309	1008042	Dobroń	-0,060
223	3212033	Lipiany	0,489		1310	0620122	Sułów	-0,061
224	1406062	Jasieniec	0,489		1311	2406062	Panki	-0,061
225	3207023	Golczewo	0,489		1312	0608052	Kamionka	-0,061
226	2204022	Cedry Wielkie	0,488		1313	0807023	Lubniewice	-0,061
227	1816092	Krasne	0,487		1314	0405022	Ciechocin	-0,062
228	1015092	Słupia	0,487		1315	2403082	Hażlach	-0,063
229	1604013	Byczyna	0,486		1316	1407072	Sieciechów	-0,065
230	2011072	Sidra	0,485		1317	1213072	Polanka Wielka	-0,065
231	1013032	Cielądz	0,484		1318	0224073	Złoty Stok	-0,065
232	1424043	Pułtusk	0,483		1319	1218042	Lanckorona	-0,065
233	2808053	Reszel	0,482		1320	3010032	Kazimierz Biskupi	-0,066
234	1814032	Gać	0,482		1321	2006062	Turośl	-0,066
235	0408082	Tłuchowo	0,482		1322	2402022	Bestwina	-0,067

236	1411102	Szelków	0,481		1323	1811083	Radomyśl Wielki	-0,067
237	3007102	Szczytniki	0,481		1324	2402093	Wilamowice	-0,068
238	1419132	Stara Biała	0,479		1325	1416102	Wąsewo	-0,068
239	1411062	Ploniewy-Bramura	0,479		1326	1423063	Przysucha	-0,068
240	2013093	Szepietowo	0,477		1327	1416062	Nur	-0,069
241	1428052	Nowa Sucha	0,475		1328	0609092	Krzczonów	-0,069
242	3010043	Kleczew	0,475		1329	3017072	Sieroszewice	-0,069
243	0205062	Wądroże Wielkie	0,475		1330	2003062	Orla	-0,070
244	1610023	Głogówek	0,474		1331	1003012	Buczek	-0,070
245	1004072	Świnice Warckie	0,474		1332	0811102	Żary	-0,072
246	2216042	Stary Targ	0,474		1333	0607032	Dzierzkowice	-0,072
247	1411022	Czerwonka	0,473		1334	0414022	Dragacz	-0,074
248	1402022	Ciechanów	0,473		1335	2402052	Jasienica	-0,075
249	1002072	Łanięta	0,471		1336	0606022	Fajslawice	-0,075
250	1016022	Będków	0,471		1337	2806042	Giżycko	-0,075
251	2212102	Ustka	0,469		1338	0416042	Lubiewo	-0,076
252	2819012	Budry	0,469		1339	2007022	Łomża	-0,076
253	3004033	Krobia	0,468		1340	1021052	Rogów	-0,076
254	1437022	Kuczbork-Osada	0,467		1341	2810052	Sorkwity	-0,076
255	1009043	Pajęczno	0,467		1342	2003072	Rudka	-0,076
256	3204062	Przybiernów	0,464		1343	1421033	Brwinów	-0,076
257	2805032	Kalinowo	0,464		1344	0810053	Małomice	-0,077
258	3212062	Warnice	0,463		1345	1008032	Dłutów	-0,077
259	0601172	Tuczna	0,463		1346	3017042	Ostrów Wielkopolski	-0,079
260	2211072	Puck	0,460		1347	3010092	Skulsk	-0,079
261	2209073	Nowy Staw	0,459		1348	1808032	Kuryłówka	-0,080
262	0406022	Gruta	0,457		1349	2811043	Nidzica	-0,080
263	0417032	Książki	0,457		1350	1802013	Brzozów	-0,081
264	3218023	Łobez	0,456		1351	2609052	Łoniów	-0,081
265	3208042	Kołobrzeg	0,454		1352	0805022	Górzycza	-0,082
266	3010073	Rychwał	0,453		1353	0221072	Stare Bogaczowice	-0,082
267	1420122	Załużski	0,453		1354	1807043	Jedlicze	-0,082
268	1427052	Sierpc	0,452		1355	0804023	Bytom Odrzański	-0,083
269	3006013	Jaraczewo	0,451		1356	1419122	Słupno	-0,087
270	0618132	Ulhówek	0,451		1357	0807043	Sulęcín	-0,087
271	2209042	Malbork	0,451		1358	0615032	Czemierniki	-0,087
272	3014022	Kwilcz	0,450		1359	1426122	Wodynie	-0,088
273	0203062	Żukowice	0,449		1360	1412112	Mińsk Mazowiecki	-0,088
274	2808032	Kętrzyn	0,449		1361	0403083	Solec Kujawski	-0,088
275	1410012	Huszlew	0,449		1362	2804012	Elbląg	-0,089
276	1019023	Szadek	0,447		1363	0804082	Siedlisko	-0,089
277	0410033	Nakło nad Notecią	0,445		1364	1809072	Stary Dzików	-0,089
278	3009052	Grzegorzew	0,445		1365	1804102	Roźwienica	-0,089
279	0417022	Dębowa Łąka	0,445		1366	0608122	Serniki	-0,089
280	1411052	Młynarze	0,444		1367	0606052	Krasnystaw	-0,090
281	0403072	Sicienko	0,443		1368	1423072	Rusinów	-0,090
282	3023062	Słupca	0,442		1369	1820013	Baranów Sandomierski	-0,091
283	1415112	Troszyn	0,441		1370	1430053	Szydłowiec	-0,091

284	1014102	Wróblew	0,440		1371	0403052	Nowa Wieś Wielka	-0,092
285	2207032	Kwidzyn	0,440		1372	2202032	Chojnice	-0,093
286	2006022	Grabowo	0,439		1373	0802022	Bobrowice	-0,093
287	0403043	Koronowo	0,439		1374	0601162	Terespol	-0,093
288	2606043	Opatów	0,437		1375	1426012	Domanice	-0,094
289	2203032	Człuchów	0,436		1376	1019032	Zapolice	-0,094
290	1414043	Nasielsk	0,436		1377	1209082	Tokarnia	-0,095
291	1413062	Stupsk	0,436		1378	1425132	Zakrzew	-0,095
292	0418102	Lubanie	0,436		1379	0217032	Przeworno	-0,095
293	2213042	Bobowo	0,433		1380	0809033	Czerwieńsk	-0,096
294	0410042	Sadki	0,432		1381	0602032	Biłgoraj	-0,097
295	0217022	Kondratowice	0,432		1382	1418013	Góra Kalwaria	-0,097
296	3031053	Okonek	0,432		1383	1435022	Długosiodło	-0,097
297	0403032	Dobrcz	0,432		1384	0615042	Kąkolewnica	-0,097
298	3016013	Oborniki	0,432		1385	0601062	Kodeń	-0,098
299	0419052	Rogowo	0,428		1386	0601142	Sławatycze	-0,098
300	3009072	Koło	0,426		1387	1017102	Wierzchlas	-0,099
301	2813062	Wieliczki	0,426		1388	3013033	Osieczna	-0,100
302	1437063	Żuromin	0,425		1389	1438042	Radziejowice	-0,100
303	0601182	Wisznice	0,425		1390	0603032	Chełm	-0,100
304	3204052	Osina	0,424		1391	1820032	Grębów	-0,101
305	1020072	Parzęczew	0,423		1392	1010072	Ręczno	-0,101
306	1413072	Szreńsk	0,423		1393	0416063	Tuchola	-0,101
307	1010062	Moszczenica	0,422		1394	2609072	Samborzec	-0,103
308	3026033	Książ Wielkopolski	0,421		1395	0605042	Godziszów	-0,103
309	1403092	Parysów	0,420		1396	1206113	Skawina	-0,105
310	1601033	Grodków	0,419		1397	1810062	Rakszawa	-0,107
311	2210032	Ostaszewo	0,419		1398	3205072	Rewal	-0,107
312	1005032	Chąšno	0,418		1399	2403113	Strumień	-0,107
313	1415083	Myszyniec	0,417		1400	1609012	Chrzastowice	-0,107
314	1015022	Głuchów	0,416		1401	2005082	Narew	-0,107
315	1426062	Paprotnia	0,416		1402	2416042	Kroczyce	-0,109
316	0606112	Żółkiewka	0,415		1403	0212023	Lubomierz	-0,109
317	0408062	Lipno	0,415		1404	3203033	Kalisz Pomorski	-0,110
318	1021042	Jeźów	0,415		1405	1435053	Wyszków	-0,110
319	0404052	Papowo Biskupie	0,415		1406	1212073	Wolbrom	-0,111
320	1402062	Ojrzeń	0,414		1407	3027073	Tuliszków	-0,111
321	3021132	Rokietnica	0,413		1408	0220042	Wisznia Mała	-0,112
322	2006032	Kolno	0,413		1409	1806023	Kolbuszowa	-0,112
323	1436042	Tczów	0,413		1410	2404022	Dąbrowa Zielona	-0,112
324	1005042	Domaniewice	0,412		1411	2011052	Kuźnica	-0,113
325	1409052	Sienno	0,412		1412	1218033	Kalwaria Zebrzydowska	-0,114
326	1403143	Żelechów	0,411		1413	0610042	Milejów	-0,114
327	2213122	Starogard Gdański	0,411		1414	1807072	Miejsce Piastowe	-0,115
328	2012042	Przerośl	0,409		1415	1807062	Krościenko Wyżne	-0,115
329	2812042	Kurzętnik	0,409		1416	1218022	Brzeźnica	-0,115
330	3206063	Moryń	0,408		1417	1218062	Spytkowice	-0,115
331	2209062	Miłoradz	0,408		1418	1215063	Maków Podhalański	-0,116

332	2808022	Barciany	0,407		1419	1018062	Sokolniki	-0,116
333	1009072	Strzelce Wielkie	0,407		1420	3209053	Mielno	-0,117
334	3022013	Bojanowo	0,406		1421	3023022	Łądek	-0,117
335	1413022	Dzierzgowo	0,405		1422	1202072	Szczurowa	-0,117
336	0607072	Trzydnik Duży	0,405		1423	0603142	Żmudź	-0,117
337	3010132	Wierzbinek	0,404		1424	0605012	Batorz	-0,117
338	2213112	Smętowo Graniczne	0,403		1425	0619032	Hańsk	-0,118
339	1419082	Mała Wieś	0,403		1426	0608042	Jeziorzany	-0,118
340	3024042	Obrzycko	0,403		1427	0220052	Zawonia	-0,120
341	2812022	Biskupiec	0,402		1428	1016062	Lubochnia	-0,120
342	1420032	Baboszewo	0,401		1429	1205062	Łużna	-0,121
343	1002022	Bedlno	0,400		1430	0811052	Lipinki Łużyckie	-0,122
344	0411042	Osięciny	0,399		1431	2208032	Cewice	-0,123
345	3209073	Sianów	0,398		1432	0606072	Łopiennik Górny	-0,123
346	0209052	Legnickie Pole	0,398		1433	2406042	Miedzno	-0,124
347	0615072	Ulan-Majorat	0,398		1434	2215062	Linia	-0,126
348	0601092	Łomazy	0,397		1435	1420112	Sochocin	-0,126
349	1009022	Kieleczyglów	0,396		1436	2814042	Dywity	-0,126
350	0412022	Brzuze	0,396		1437	0611052	Łuków	-0,127
351	1607092	Skoroszyce	0,396		1438	3209042	Manowo	-0,127
352	2208052	Wicko	0,396		1439	0414042	Jeżewo	-0,127
353	2008052	Krypno	0,395		1440	0614062	Kurów	-0,128
354	1432013	Błonie	0,395		1441	1214033	Nowe Brzesko	-0,128
355	2007082	Wizna	0,395		1442	2401073	Siewierz	-0,129
356	0602142	Turobin	0,393		1443	1817032	Bukowsko	-0,130
357	2815052	Majdyty	0,392		1444	2201052	Lipnica	-0,133
358	2805042	Prostki	0,392		1445	1209092	Wiśniowa	-0,135
359	0606092	Rudnik	0,391		1446	1414052	Pomiechówek	-0,136
360	1804032	Chłopice	0,390		1447	0222033	Wołów	-0,136
361	0407082	Rojewo	0,388		1448	1001052	Kluki	-0,136
362	3015023	Lwówek	0,387		1449	0208063	Bystrzyca Kłodzka	-0,137
363	0607092	Wilkołaz	0,385		1450	0224013	Bardo	-0,137
364	0405062	Zbójno	0,385		1451	2404152	Rędziny	-0,138
365	3021052	Dopiewo	0,384		1452	2603012	Bejsce	-0,138
366	2013072	Nowe Piekuty	0,384		1453	0809072	Świdnica	-0,138
367	0409012	Dąbrowa	0,383		1454	3002032	Drawsko	-0,139
368	0408043	Dobrzyń nad Wisłą	0,383		1455	1426042	Mokobody	-0,139
369	2012092	Wiżajny	0,381		1456	0613012	Dębowa Kłoda	-0,139
370	1409022	Ciepielów	0,379		1457	1425042	Jastrzębia	-0,139
371	1403122	Trojanów	0,379		1458	1814022	Adamówka	-0,140
372	3017023	Nowe Skalmierzyce	0,379		1459	0601052	Janów Podlaski	-0,140
373	3021163	Swarzędz	0,379		1460	0612012	Chodel	-0,141
374	3028053	Skoki	0,379		1461	1812022	Jarocin	-0,141
375	3021093	Kórnik	0,378		1462	2410053	Pszczyna	-0,141
376	3007012	Blizanów	0,377		1463	2609043	Koprzywnica	-0,142
377	3202023	Choszczno	0,376		1464	1810022	Białobrzegi	-0,142
378	0609013	Bełżyce	0,375		1465	3030023	Miłosław	-0,143
379	2411072	Pietrowice Wielkie	0,375		1466	0804052	Nowa Sól	-0,145

380	0217012	Borów	0,375		1467	1209042	Pcim	-0,146
381	2216032	Stary Dzierżgoń	0,374		1468	2402043	Czechowice-Dziedzice	-0,146
382	3015043	Nowy Tomyśl	0,374		1469	1429053	Kosów Lacki	-0,147
383	0414102	Świekatowo	0,374		1470	2206042	Kościerzyna	-0,147
384	2802022	Braniewo	0,373		1471	2408052	Wyry	-0,147
385	2212062	Kobylnica	0,373		1472	2612062	Rytwiany	-0,149
386	0601082	Leśna Podlaska	0,372		1473	1406092	Pniewy	-0,149
387	1016082	Rzeczyca	0,372		1474	2404013	Błachownia	-0,150
388	2203043	Debrzno	0,371		1475	0216013	Chocianów	-0,151
389	1804042	Jarosław	0,370		1476	2603053	Skalbmierz	-0,151
390	0808053	Świebodzin	0,370		1477	1434093	Radzymin	-0,152
391	1601062	Olszanka	0,368		1478	0620112	Stary Zamość	-0,152
392	2818012	Banie Mazurskie	0,367		1479	0607042	Gościeradów	-0,152
393	0407022	Dąbrowa Biskupia	0,366		1480	1211132	Spytkowice	-0,152
394	2213102	Skórcz	0,365		1481	1609092	Popielów	-0,155
395	1438023	Mszczonów	0,365		1482	3023052	Powidz	-0,156
396	1010102	Wola Krzysztoporska	0,364		1483	1408043	Serock	-0,156
397	2206052	Liniewo	0,364		1484	1014032	Brąszewice	-0,156
398	2206072	Nowa Karczma	0,363		1485	1208053	Miechów	-0,156
399	1429022	Bielany	0,362		1486	2612073	Staszów	-0,157
400	1005072	Łowicz	0,362		1487	1809082	Wielkie Oczy	-0,157
401	3006032	Kotlin	0,362		1488	1218093	Wadowice	-0,159
402	2003042	Boćki	0,362		1489	1609042	Komprachcice	-0,159
403	2806102	Wydminy	0,360		1490	2417092	Milówka	-0,161
404	3007112	Żelazków	0,360		1491	0805013	Cybinka	-0,161
405	2013102	Wysokie Mazowieckie	0,359		1492	3203052	Wierzchowo	-0,161
406	3002062	Połajewo	0,359		1493	2605033	Końskie	-0,163
407	1412102	Łatowicz	0,358		1494	1018012	Bolesławiec	-0,163
408	3218053	Węgorzyno	0,358		1495	1206072	Liszki	-0,163
409	1014113	Złoczew	0,358		1496	1014093	Warta	-0,164
410	3214082	Marianowo	0,358		1497	2602063	Sędziszów	-0,166
411	0609132	Wojciechów	0,358		1498	3012063	Zduny	-0,167
412	1006032	Brójce	0,357		1499	3015032	Miedzichowo	-0,168
413	0401082	Wąganiec	0,357		1500	2201032	Czarna Dąbrówka	-0,169
414	1011033	Poddębice	0,356		1501	2417052	Koszarawa	-0,169
415	0209032	Krotoszyce	0,356		1502	1007032	Mniszków	-0,169
416	1428082	Teresin	0,356		1503	1803042	Dębica	-0,170
417	2801063	Sępólno	0,356		1504	1213093	Zator	-0,170
418	3008022	Bralin	0,355		1505	2201082	Studzienice	-0,171
419	1608052	Radłów	0,354		1506	0605022	Chrzanów	-0,171
420	2802062	Płoskinia	0,354		1507	1815043	Sędziszów Małopolski	-0,172
421	1415022	Czarnia	0,354		1508	2404032	Janów	-0,172
422	0218012	Kostomłoty	0,353		1509	0802063	Krosno Odrzańskie	-0,172
423	1007052	Paradyż	0,353		1510	1819012	Czudec	-0,172
424	2010023	Drohiczyń	0,353		1511	1219043	Niepołomice	-0,173
425	1407032	Gniewoszków	0,352		1512	1433082	Stoczek	-0,174
426	3006043	Żerków	0,351		1513	0620032	Komarów-Osada	-0,174
427	3201043	Tychowo	0,349		1514	0201022	Bolesławiec	-0,175

428	3023042	Ostrowite	0,349		1515	3203042	Ostrowice	-0,176
429	1409033	Lipisko	0,349		1516	2002073	Michałowice	-0,177
430	3020022	Czermin	0,348		1517	0811043	Jasień	-0,177
431	2207052	Ryjewo	0,347		1518	0612032	Karczmiska	-0,177
432	2011032	Korycin	0,346		1519	0810092	Żagań	-0,178
433	2809032	Lidzbark Warmiński	0,346		1520	1210062	Korzenna	-0,180
434	1001032	Drużbice	0,345		1521	3206072	Stare Czarnowo	-0,180
435	1014042	Brzeźnio	0,344		1522	0618022	Bełzec	-0,180
436	0414052	Lniano	0,344		1523	2204032	Kolbudy	-0,181
437	0602062	Goraj	0,344		1524	3024083	Wronki	-0,183
438	3004042	Pępowo	0,344		1525	0221042	Czarny Bór	-0,183
439	1607022	Kamiennik	0,343		1526	0602102	Obsza	-0,185
440	0226052	Zagrodno	0,342		1527	2406032	Lipie	-0,185
441	1411092	Sypniewo	0,342		1528	1603022	Bierawa	-0,187
442	1017012	Biała	0,342		1529	0609112	Niemce	-0,187
443	3022053	Rawicz	0,341		1530	2407032	Ciasna	-0,187
444	2008063	Mońki	0,340		1531	0404022	Chełmno	-0,188
445	0402082	Osiek	0,340		1532	1811073	Przeclaw	-0,188
446	1406073	Mogielnica	0,340		1533	1803052	Jodłowa	-0,188
447	1430042	Orońsko	0,340		1534	2818022	Dubeninki	-0,188
448	1426072	Przesmyki	0,339		1535	3211043	Police	-0,189
449	1016042	Czerniewice	0,339		1536	2410062	Suszec	-0,190
450	3013012	Krzemieniewo	0,338		1537	1403072	Maciejowice	-0,190
451	3003023	Czerniejewo	0,338		1538	2601072	Tuczepy	-0,190
452	0214062	Oleśnica	0,338		1539	2203062	Przechlewo	-0,191
453	2007062	Przytuły	0,338		1540	1805022	Brzyska	-0,191
454	2215092	Szemud	0,338		1541	1418023	Konstancin-Jeziorna	-0,192
455	1016102	Ujazd	0,337		1542	1213082	Przeciszów	-0,192
456	2006053	Stawiski	0,337		1543	2814052	Gietrzwałd	-0,193
457	1416092	Szulborze Wielkie	0,334		1544	1012113	Przedbórz	-0,194
458	1419022	Bodzanów	0,334		1545	0802072	Maszewo	-0,195
459	1016112	Żelechlinek	0,333		1546	0210053	Olszyna	-0,195
460	2814063	Jeziorany	0,333		1547	3207013	Dziwnów	-0,195
461	2204082	Trąbki Wielkie	0,332		1548	1402033	Glinojec	-0,197
462	2607043	Ćmielów	0,332		1549	0801052	Lubiszyn	-0,198
463	3212012	Bielice	0,332		1550	2607022	Bałtów	-0,199
464	1601022	Skarbimierz	0,331		1551	3215043	Borne Sulinowo	-0,199
465	3031033	Krajenka	0,330		1552	1203033	Chrzanów	-0,199
466	0609033	Bychawa	0,329		1553	2206032	Karsin	-0,200
467	0618032	Jarczów	0,329		1554	2602072	Słupia	-0,200
468	0808042	Szczaniec	0,329		1555	1416052	Malkinia Górna	-0,200
469	0401042	Aleksandrów Kujawski	0,328		1556	2407062	Koszęcin	-0,200
470	2207022	Gardeja	0,327		1557	0207022	Kamienna Góra	-0,201
471	1416112	Zaręby Kościelne	0,327		1558	1802032	Dydnia	-0,201
472	1605042	Walce	0,326		1559	1010012	Aleksandrów	-0,201
473	2411082	Rudnik	0,326		1560	1601052	Lubsza	-0,202
474	0418092	Kowal	0,326		1561	2605062	Słupia Konecka	-0,205
475	2215052	Gniewino	0,325		1562	0223012	Czernica	-0,205

476	3021113	Murowana Goślina	0,325		1563	1213043	Kęty	-0,206
477	2609082	Wilczyce	0,325		1564	1805092	Skołyszyn	-0,206
478	1426102	Suchożebry	0,324		1565	1206022	Igołomia-Wawrzeńczyce	-0,206
479	2004053	Szczuczyn	0,323		1566	2203052	Koczała	-0,208
480	2211062	Krokowa	0,323		1567	3018022	Doruchów	-0,210
481	3007093	Stawiszyn	0,323		1568	1426082	Siedlce	-0,210
482	1607082	Pakosławice	0,322		1569	2405063	Sośnicowice	-0,212
483	2204072	Suchy Dąb	0,322		1570	1805042	Jaśło	-0,212
484	2816013	Biała Piska	0,321		1571	1425062	Jedlnia-Letnisko	-0,212
485	3007032	Ceków-Kolonia	0,321		1572	1407062	Magnuszew	-0,213
486	0413043	Więcbork	0,320		1573	1407053	Kozienice	-0,213
487	0615052	Komarówka Podlaska	0,320		1574	0226043	Świerzawa	-0,213
488	1015052	Lipce Reymontowskie	0,320		1575	2817072	Świątajno	-0,214
489	2801043	Bisztynek	0,319		1576	1814073	Sieniawa	-0,214
490	1014023	Błaszki	0,318		1577	0206052	Janowice Wielkie	-0,214
491	3208072	Ustronie Morskie	0,318		1578	3031023	Jastrowie	-0,214
492	1007072	Sławno	0,317		1579	1433053	Łochów	-0,214
493	3207063	Wolin	0,315		1580	1215092	Zembrzyce	-0,215
494	3027052	Malanów	0,314		1581	3001053	Szamocin	-0,216
495	0602082	Książpol	0,313		1582	0614043	Kazimierz Dolny	-0,217
496	0601152	Sosnowka	0,313		1583	0619062	Włodawa	-0,218
497	3009113	Przedecz	0,313		1584	1417082	Wiązowna	-0,218
498	0414032	Drzycim	0,312		1585	2404162	Starcza	-0,218
499	2203023	Czarne	0,311		1586	0402053	Górzno	-0,219
500	3209063	Polanów	0,311		1587	2004043	Rajgród	-0,220
501	1804052	Laszki	0,311		1588	2816033	Pisz	-0,220
502	1004042	Grabów	0,308		1589	2417132	Świnna	-0,221
503	0620062	Miączyn	0,308		1590	1209013	Dobczyce	-0,221
504	2606032	Lipnik	0,307		1591	1806052	Raniżów	-0,222
505	0413013	Kamień Krajeński	0,307		1592	2202052	Konarzyny	-0,222
506	0618063	Łaszczów	0,307		1593	0609072	Jastków	-0,222
507	3013043	Rydzyzna	0,306		1594	1217022	Biały Dunajec	-0,223
508	3020042	Gizałki	0,306		1595	2413052	Krupski Młyn	-0,224
509	2805052	Stare Juchy	0,306		1596	2612032	Oleśnica	-0,224
510	0611092	Trzebieszów	0,305		1597	0811032	Brody	-0,225
511	0803032	Przytoczna	0,305		1598	2002112	Turośń Kościelna	-0,225
512	2809053	Orneta	0,305		1599	1204032	Gręboszów	-0,225
513	1008072	Pabianice	0,304		1600	1809063	Oleszyce	-0,225
514	0808032	Skąpe	0,304		1601	2403062	Dębowiec	-0,226
515	1010032	Gorzkowice	0,304		1602	0205052	Paszowice	-0,226
516	2814082	Kolno	0,304		1603	0603082	Rejowiec Fabryczny	-0,226
517	0611072	Stanin	0,304		1604	3027092	Władysławów	-0,226
518	1001062	Rusiec	0,304		1605	0609052	Głusk	-0,227
519	3209033	Bobolice	0,304		1606	1209033	Myślenice	-0,227
520	3015012	Kuślin	0,303		1607	0617042	Rybczewice	-0,228
521	3027062	Przykona	0,303		1608	1808022	Grodzisko Dolne	-0,228
522	1434113	Tłuszcz	0,302		1609	0418022	Baruchowo	-0,229
523	0415062	Łysomice	0,301		1610	0223073	Sobótka	-0,230

524	1410023	Łosice	0,301		1611	1206092	Mogilany	-0,230
525	2804082	Rychliki	0,301		1612	1012042	Gomunice	-0,231
526	3209082	Świeszyno	0,301		1613	0208103	Międzylesie	-0,231
527	1013062	Sadkowice	0,300		1614	1435032	Rząśnik	-0,232
528	3019083	Wyrzysk	0,299		1615	0804032	Kolsko	-0,232
529	2004022	Grajewo	0,299		1616	0208083	Lądek-Zdrój	-0,234
530	0404032	Kijewo Królewskie	0,298		1617	0205032	Męcinka	-0,234
531	3004063	Pogorzela	0,297		1618	2601042	Pacanów	-0,235
532	2213093	Skarszewy	0,297		1619	1203022	Babice	-0,236
533	0810032	Brzeźnica	0,297		1620	0603062	Kamień	-0,237
534	3215023	Barwice	0,296		1621	1204023	Dąbrowa Tarnowska	-0,237
535	0219043	Jaworzyna Śląska	0,296		1622	1805112	Tarnowiec	-0,238
536	3019062	Szydłowo	0,296		1623	1807092	Wojaszkówka	-0,238
537	0203042	Kotla	0,295		1624	1815052	Wielopole Skrzyńskie	-0,239
538	0224053	Ząbkowice Śląskie	0,295		1625	1437032	Lubowidz	-0,239
539	1009062	Siemkowice	0,294		1626	2401042	Bobrowniki	-0,240
540	3031042	Lipka	0,293		1627	1410052	Sarnaki	-0,240
541	1014062	Goszczanów	0,292		1628	1817052	Sanok	-0,241
542	1608033	Olesno	0,292		1629	0204043	Wąsosz	-0,241
543	3020052	Gołuchów	0,291		1630	3018073	Ostrzeszów	-0,242
544	3215052	Grzmiąca	0,291		1631	0208112	Nowa Ruda	-0,242
545	2002152	Zawady	0,291		1632	1219012	Biskupice	-0,242
546	1402082	Regimin	0,290		1633	1811102	Wadowice Górne	-0,242
547	2204042	Pruszcz Gdański	0,290		1634	0403062	Osielsko	-0,243
548	0618042	Krynice	0,290		1635	0223062	Mietków	-0,243
549	1608062	Rudniki	0,289		1636	1201022	Bochnia	-0,243
550	3023032	Orchowo	0,289		1637	1604032	Lasowice Wielkie	-0,243
551	3008033	Kępno	0,288		1638	3217043	Tuczno	-0,243
552	1005052	Kiernozia	0,288		1639	1820022	Gorzyce	-0,245
553	1404032	Pacyna	0,288		1640	1810052	Markowa	-0,246
554	3005032	Kamieniec	0,287		1641	2405032	Gierałtowice	-0,246
555	1434072	Klembów	0,287		1642	1212032	Bolesław	-0,250
556	3208052	Rymań	0,287		1643	1413032	Lipowiec Kościelny	-0,252
557	2201063	Miastko	0,286		1644	2610042	Skarżysko Kościelne	-0,253
558	1413052	Strzegowo	0,286		1645	2415092	Mszana	-0,253
559	2606053	Ożarów	0,285		1646	1816023	Błazowa	-0,254
560	1016032	Budziszewice	0,285		1647	1017032	Konopnica	-0,254
561	1601043	Lewin Brzeski	0,285		1648	0207042	Marciszów	-0,255
562	0812023	Szlichtyngowa	0,283		1649	2403103	Skoczów	-0,257
563	1411073	Różan	0,282		1650	2404072	Konopiska	-0,257
564	0224063	Ziębice	0,282		1651	0617022	Melgiew	-0,258
565	0408092	Wielgie	0,281		1652	2604152	Pierzchnica	-0,258
566	1423082	Wieniawa	0,281		1653	2415082	Markłowice	-0,259
567	3210052	Nowogródek Pomorski	0,281		1654	1430032	Mirów	-0,259
568	0402062	Bartniczka	0,281		1655	2602023	Jędrzejów	-0,260
569	1425052	Jedlińsk	0,281		1656	1438032	Puszcza Mariańska	-0,262
570	0614083	Nałęczów	0,280		1657	0609062	Jabłonna	-0,262
571	3020063	Pleszew	0,280		1658	2202023	Brusy	-0,262

572	1437042	Lutocin	0,278		1659	1209073	Sułkowice	-0,262
573	0220023	Prusice	0,278		1660	1203043	Libiąż	-0,262
574	2815063	Miłakowo	0,278		1661	2404132	Poczesna	-0,263
575	2001022	Augustów	0,278		1662	0809092	Zabór	-0,264
576	1011052	Wartkowice	0,277		1663	1814042	Jawornik Polski	-0,265
577	1406042	Goszczyn	0,277		1664	1211142	Szaflary	-0,266
578	1604023	Kluczbork	0,277		1665	2613032	Moskorzew	-0,266
579	2606062	Sadowie	0,277		1666	1412073	Halinów	-0,266
580	3027022	Brudzew	0,277		1667	2417102	Radziechowy-Wieprz	-0,267
581	1813072	Orły	0,275		1668	0806052	Zwierzyn	-0,267
582	0411022	Bytoń	0,274		1669	2611042	Pawłów	-0,267
583	1810032	Czarna	0,274		1670	2410022	Kobiór	-0,269
584	3210043	Mysłibórz	0,274		1671	1007062	Poświętne	-0,269
585	3212022	Kozielice	0,274		1672	1807012	Chorkówka	-0,269
586	0808063	Zbąszynek	0,273		1673	0220063	Żmigród	-0,270
587	0419022	Gąsawa	0,272		1674	2407052	Kochanowice	-0,271
588	1004032	Góra Świętej Małgorzaty	0,272		1675	1811032	Czermin	-0,272
589	0604062	Trzeszczany	0,272		1676	2416092	Włodowice	-0,274
590	1415042	Goworowo	0,271		1677	0602132	Tereszpol	-0,276
591	3004023	Gostyń	0,271		1678	1207122	Tymbark	-0,276
592	2807063	Susz	0,270		1679	2406082	Przystajń	-0,277
593	1604043	Wołczyn	0,270		1680	0620082	Radecznica	-0,279
594	0611032	Adamów	0,269		1681	0215033	Jelcz-Laskowice	-0,279
595	0616052	Stężycza	0,269		1682	2608013	Działoszyce	-0,280
596	1213052	Osiek	0,269		1683	0602053	Frampol	-0,280
597	2812032	Grodziczno	0,268		1684	1803023	Brzostek	-0,281
598	0607082	Urzędów	0,268		1685	3202063	Recz	-0,283
599	2817082	Wielbark	0,268		1686	1816102	Lubenia	-0,285
600	1426053	Mordy	0,267		1687	2403122	Zebrzydowice	-0,286
601	0601102	Międzyrzec Podlaski	0,267		1688	1817073	Zagórz	-0,287
602	3022033	Miejska Górka	0,267		1689	3012043	Krotoszyn	-0,288
603	0803063	Trzciel	0,267		1690	3214033	Dobrzany	-0,290
604	0404062	Stolno	0,266		1691	1816042	Chmielnik	-0,292
605	2006042	Mały Płock	0,266		1692	1206032	Iwanowice	-0,292
606	2814122	Świątki	0,265		1693	0616062	Ułęż	-0,292
607	3014033	Międzychód	0,265		1694	0403012	Białe Błota	-0,293
608	1419032	Brudzeń Duży	0,264		1695	0809022	Bojadła	-0,294
609	1015042	Kowiesy	0,263		1696	2601063	Stopnica	-0,295
610	2204062	Pszczółki	0,263		1697	0612042	Łaziska	-0,295
611	2012062	Rutka-Tartak	0,263		1698	1608072	Zębowice	-0,296
612	0803012	Bledzew	0,262		1699	0806032	Stare Kurowo	-0,296
613	0405052	Radomin	0,262		1700	1201072	Rzezawa	-0,296
614	0604082	Werbkowice	0,262		1701	2204052	Przywidz	-0,297
615	1804062	Pawłosiów	0,262		1702	3013072	Włoszakowice	-0,299
616	0216032	Grębocice	0,261		1703	2810023	Mikołajki	-0,300
617	1419153	Wyszogród	0,260		1704	1435012	Brańszczyk	-0,300
618	1017093	Wieluń	0,259		1705	1811092	Tuszów Narodowy	-0,300
619	1412132	Siennica	0,259		1706	0207033	Lubawka	-0,301

620	1020083	Stryków	0,258		1707	1806032	Majdan Królewski	-0,302
621	3204023	Goleniów	0,258		1708	1417052	Koźbiel	-0,303
622	0404072	Unisław	0,257		1709	2415062	Gorzyce	-0,303
623	0216062	Radwanice	0,256		1710	1401013	Białobrzegi	-0,305
624	1011043	Uniejów	0,256		1711	0803053	Skwierzyna	-0,306
625	1603032	Cisek	0,256		1712	0205023	Bolków	-0,306
626	3013052	Święciechowa	0,255		1713	1209062	Siepraw	-0,308
627	0413023	Sępólno Krajeńskie	0,255		1714	1609052	Łubniany	-0,309
628	1607063	Otmuchów	0,254		1715	2605022	Gowarczów	-0,309
629	0223092	Żórawina	0,253		1716	0811082	Trzebiel	-0,309
630	1403112	Sobolew	0,253		1717	1606032	Pokój	-0,309
631	1428072	Sochaczew	0,253		1718	1210022	Chelmiec	-0,311
632	3006023	Jarocin	0,252		1719	2606022	Iwaniska	-0,311
633	2211052	Kosakowo	0,252		1720	1807083	Rymanów	-0,313
634	3026043	Śrem	0,251		1721	1429042	Jabłonna Lacka	-0,313
635	1603052	Polska Cerekiew	0,251		1722	1423012	Borkowice	-0,314
636	3031062	Tarnówka	0,250		1723	0415082	Wielka Nieszawka	-0,314
637	0220033	Trzebnica	0,250		1724	2417062	Lipowa	-0,315
638	1007043	Opoczno	0,248		1725	2404042	Kamienica Polska	-0,315
639	1812073	Ulanów	0,247		1726	2814093	Olsztynek	-0,316
640	2406023	Krzepice	0,247		1727	3021103	Mosina	-0,317
641	3019043	Łobżenica	0,247		1728	1203053	Trzebinia	-0,317
642	0415072	Obrowo	0,246		1729	1211123	Rabka-Zdrój	-0,319
643	0618053	Lubycza Królewska	0,245		1730	2206082	Stara Kiszewa	-0,319
644	1018022	Czastary	0,245		1731	0223083	Siechnice	-0,319
645	0608112	Ostrówek	0,243		1732	2417082	Łodygowice	-0,320
646	0613022	Jabłoń	0,243		1733	2606012	Baćkowice	-0,321
647	2001032	Bargłów Kościelny	0,242		1734	1426022	Korczew	-0,321
648	2216053	Sztum	0,242		1735	1807052	Korczyn	-0,322
649	1429082	Sokołów Podlaski	0,241		1736	3202012	Bierzwnik	-0,322
650	2406072	Popów	0,240		1737	1816052	Dynów	-0,322
651	0416022	Gostycyn	0,240		1738	1609132	Turawa	-0,324
652	0214073	Syców	0,240		1739	2613042	Radków	-0,326
653	0809043	Kargowa	0,240		1740	3007022	Brzeziny	-0,331
654	0405032	Golub-Dobrzyń	0,240		1741	0221082	Walim	-0,332
655	0223052	Kobierzyce	0,239		1742	2815042	Łukta	-0,333
656	1013023	Biała Rawska	0,239		1743	0206072	Mysłakowice	-0,335
657	0601112	Piszczac	0,239		1744	0608132	Uścimów	-0,336
658	0418072	Fabianki	0,238		1745	2004032	Radziłów	-0,337
659	1412093	Kałużyn	0,237		1746	1804073	Pruchnik	-0,337
660	1603042	Pawłowiczki	0,236		1747	1208042	Książ Wielki	-0,338
661	0609122	Strzyżewice	0,236		1748	1819032	Niebylec	-0,339
662	2003052	Brańsk	0,235		1749	1211082	Łapsze Niżne	-0,340
663	0613062	Siemień	0,235		1750	0602022	Aleksandrów	-0,340
664	1002052	Krzyżanów	0,235		1751	1213033	Chelmek	-0,341
665	2013062	Kulesze Kościelne	0,233		1752	0403022	Dąbrowa Chełmińska	-0,341
666	0402042	Brzozie	0,232		1753	1216082	Skrzyszów	-0,343
667	3008062	Rychtal	0,232		1754	1006082	Nowosolna	-0,343

668	3004052	Piaski	0,231		1755	1210042	Grybów	-0,345
669	1607033	Korfantów	0,231		1756	2613063	Włoszczowa	-0,345
670	2215072	Luzino	0,230		1757	1429092	Sterdyń	-0,346
671	2212032	Dębica Kaszubska	0,230		1758	1218052	Mucharz	-0,346
672	0604052	Mircze	0,230		1759	1212053	Olkusz	-0,347
673	0219083	Żarów	0,229		1760	2417032	Gilowice	-0,347
674	1406022	Błędów	0,229		1761	2811022	Janowo	-0,348
675	1011012	Dalików	0,229		1762	2409032	Niegowa	-0,349
676	0412052	Skrwilno	0,228		1763	0612072	Wilków	-0,350
677	1419063	Gąbin	0,228		1764	3010052	Kramsk	-0,350
678	0601032	Biała Podlaska	0,227		1765	1418052	Prażmów	-0,350
679	0226062	Złotoryja	0,227		1766	1204062	Radgoszcz	-0,351
680	1006103	Rzgów	0,227		1767	0206062	Jeżów Sudecki	-0,351
681	1605023	Krapkowice	0,226		1768	2417042	Jeleśnia	-0,352
682	0805043	Rzepin	0,226		1769	2414042	Bojszowy	-0,352
683	1003052	Wodzierady	0,226		1770	1206143	Świątniki Górne	-0,352
684	2008032	Jaświły	0,226		1771	2612012	Bogoria	-0,354
685	2406052	Opatów	0,225		1772	1017072	Pątnów	-0,355
686	3009092	Olszówka	0,224		1773	2408042	Ornontowice	-0,355
687	0209062	Miłkowice	0,222		1774	1804092	Rokietnica	-0,355
688	2405082	Wielowieś	0,222		1775	1206132	Sułoszowa	-0,357
689	2011062	Nowy Dwór	0,222		1776	2213062	Lubichowo	-0,357
690	2812052	Nowe Miasto Lubawskie	0,221		1777	0614032	Janowiec	-0,357
691	3007083	Opatówek	0,221		1778	1416043	Brok	-0,358
692	3019073	Ujście	0,220		1779	2604043	Chmielnik	-0,359
693	2207062	Sadlinki	0,220		1780	1418032	Lesznówola	-0,359
694	0804043	Koźuchów	0,220		1781	1819052	Wiśniowa	-0,359
695	0225052	Sulików	0,219		1782	2401062	Psary	-0,359
696	1009032	Nowa Brzeźnica	0,219		1783	0804072	Otyń	-0,360
697	2819033	Węgorzewo	0,219		1784	0619072	Wola Uhruska	-0,362
698	2606072	Tarłów	0,219		1785	3002083	Wieleń	-0,362
699	1012032	Gidle	0,218		1786	0620043	Krasnobród	-0,363
700	1611053	Strzelce Opolskie	0,218		1787	1401063	Wyśmierzyce	-0,364
701	0616043	Ryki	0,217		1788	2011022	Janów	-0,364
702	3027042	Kawęczyn	0,217		1789	1605032	Strzeleczyki	-0,364
703	0612063	Poniatowa	0,217		1790	1213062	Oświęcim	-0,365
704	1422052	Krasne	0,216		1791	1206152	Wielka Wieś	-0,365
705	2609022	Dwikozy	0,214		1792	3002043	Krzyż Wielkopolski	-0,365
706	0219063	Strzegom	0,213		1793	0614112	Żyrzyn	-0,365
707	1404022	Gostynin	0,213		1794	1806012	Cmolas	-0,366
708	0406052	Rogóżno	0,213		1795	1405052	Jaktorów	-0,366
709	2806083	Ryn	0,212		1796	3204073	Stepnica	-0,367
710	1434052	Dąbrówka	0,212		1797	0204022	Jemielno	-0,367
711	0219052	Marcinowice	0,210		1798	0619042	Stary Brus	-0,367
712	1407022	Głowaczów	0,210		1799	2611032	Mirzec	-0,368
713	3206053	Mieszkowice	0,209		1800	1202023	Brzesko	-0,368
714	2404082	Kruszyna	0,209		1801	1211032	Czarny Dunajec	-0,370
715	1004052	Łęczyca	0,209		1802	1804112	Wiązownica	-0,370

716	1813102	Żurawica	0,209		1803	3021152	Suchy Las	-0,370
717	1020062	Ozorków	0,208		1804	1818053	Zaklików	-0,371
718	1012022	Dobryszycy	0,207		1805	2804093	Tolkmicko	-0,372
719	1609022	Dąbrowa	0,207		1806	2602082	Sobków	-0,372
720	0215022	Domaniów	0,206		1807	2002032	Dobrzyniewo Duże	-0,372
721	1434082	Poświętne	0,204		1808	2414052	Chełm Śląski	-0,373
722	1412062	Dobre	0,204		1809	1204012	Bolesław	-0,373
723	3002022	Czarnków	0,203		1810	2213052	Kaliska	-0,373
724	2813052	Świątajno	0,203		1811	2613022	Krasocin	-0,374
725	2010062	Milejczyce	0,203		1812	1211052	Jabłonka	-0,375
726	2815032	Grunwald	0,202		1813	1434123	Wołomin	-0,375
727	0414063	Nowe	0,202		1814	2406092	Wręczyca Wielka	-0,376
728	3002073	Trzcianka	0,201		1815	1818032	Pysznica	-0,378
729	0414093	Świecie	0,201		1816	2202043	Czersk	-0,380
730	2003032	Bielsk Podlaski	0,201		1817	3203013	Czaplinek	-0,384
731	1603062	Reńska Wieś	0,200		1818	1417043	Karczew	-0,385
732	1432063	Ożarów Mazowiecki	0,200		1819	1408032	Nieporęt	-0,386
733	2004062	Wąsosz	0,199		1820	1207032	Dobra	-0,386
734	1006073	Koluszki	0,199		1821	1818022	Bojanów	-0,386
735	2013023	Ciechanowiec	0,199		1822	1216032	Lisia Góra	-0,387
736	0611082	Stoczek Łukowski	0,198		1823	1805053	Kołaczyce	-0,387
737	3027033	Dobra	0,198		1824	0603132	Wojślawice	-0,387
738	1021022	Brzeziny	0,198		1825	2607053	Kunów	-0,387
739	0603113	Siedliszcze	0,198		1826	1218082	Tomice	-0,392
740	1416082	Stary Lubotyń	0,197		1827	3203063	Złoceniec	-0,393
741	3216042	Rąbino	0,196		1828	2412022	Gaszowice	-0,393
742	1422023	Chorzele	0,196		1829	1216122	Wietrzychowice	-0,393
743	3029022	Siedlec	0,196		1830	0603092	Ruda-Huta	-0,394
744	1403082	Miastków Kościelny	0,195		1831	2410032	Miedzna	-0,394
745	1411082	Rzewnie	0,195		1832	1205072	Moszczenica	-0,394
746	0218043	Środa Śląska	0,195		1833	2610053	Suchedniów	-0,394
747	0607023	Annopol	0,194		1834	1216072	Rzepiennik Strzyżewski	-0,394
748	1416022	Andrzejewo	0,193		1835	2602092	Wodzisław	-0,394
749	3013022	Lipno	0,193		1836	1216112	Wierzchosławice	-0,395
750	1010042	Grabica	0,193		1837	1207042	Jodłownik	-0,396
751	2011013	Dąbrowa Białostocka	0,191		1838	2416053	Łazy	-0,397
752	3206043	Gryfino	0,191		1839	2205012	Chmielno	-0,397
753	3214062	Kobylanka	0,190		1840	2602033	Małogoszcz	-0,397
754	0809063	Sulechów	0,190		1841	1611033	Kolonowskie	-0,399
755	1406113	Warka	0,190		1842	2213013	Czarna Woda	-0,399
756	2007072	Śniadowo	0,189		1843	0408022	Bobrowniki	-0,399
757	2405073	Toszek	0,188		1844	1218072	Stryszów	-0,401
758	0411032	Dobre	0,188		1845	1208072	Słaboszów	-0,401
759	2817022	Dźwierzuty	0,188		1846	1209052	Raciechowice	-0,401
760	1004062	Piątek	0,187		1847	1011022	Pęczniew	-0,402
761	0618102	Telatyn	0,187		1848	3007042	Godziesze Wielkie	-0,403
762	1425112	Wierzbica	0,186		1849	2416073	Pilica	-0,404
763	0415092	Zławieś Wielka	0,186		1850	0808022	Łągów	-0,405

764	3021172	Tarnowo Podgórne	0,185		1851	3030043	Pyzdry	-0,405
765	0203032	Jerzmanowa	0,185		1852	1203013	Alwernia	-0,405
766	3001032	Chodzież	0,184		1853	0402102	Zbiczno	-0,405
767	1427032	Mochowo	0,183		1854	1201092	Żegocina	-0,407
768	3215062	Szczecinek	0,182		1855	1215052	Jordanów	-0,409
769	2801052	Górowo Iławeckie	0,182		1856	2205023	Kartuzy	-0,409
770	3025022	Krzykosy	0,182		1857	1417062	Osieck	-0,409
771	1015012	Bolimów	0,182		1858	2401052	Mierzęcice	-0,410
772	2213132	Zblewo	0,182		1859	1809053	Narol	-0,412
773	1816033	Boguchwała	0,181		1860	2012072	Suwałki	-0,415
774	0219032	Dobromierz	0,180		1861	1417072	Sobienie-Jeziory	-0,416
775	2012032	Jeleniewo	0,180		1862	0610022	Ludwin	-0,417
776	2009052	Sejny	0,178		1863	1429032	Ceranów	-0,418
777	1610043	Prudnik	0,177		1864	2815073	Miłomłyn	-0,419
778	1607073	Paczków	0,177		1865	1212062	Trzyciąż	-0,420
779	1602033	Głubczyce	0,176		1866	2413062	Ożarówce	-0,421
780	0812033	Wschowa	0,176		1867	3017052	Przygodzice	-0,422
781	1406032	Chynów	0,175		1868	0801062	Santok	-0,427
782	3022023	Jutrosin	0,175		1869	1215032	Budzów	-0,430
783	1017052	Osjaków	0,175		1870	2407042	Herby	-0,430
784	0804063	Nowe Miasteczko	0,175		1871	0603042	Dorohusk	-0,431
785	0211043	Ścinawa	0,175		1872	1219032	Kłaj	-0,431
786	1817022	Besko	0,174		1873	0212043	Mirsk	-0,432
787	1418063	Tarczyn	0,174		1874	1611073	Zawadzkie	-0,432
788	3007062	Lisków	0,174		1875	2002013	Choroszcz	-0,434
789	1018042	Lututów	0,174		1876	2415052	Godów	-0,436
790	1014082	Sieradz	0,174		1877	1433072	Sadowne	-0,438
791	1420042	Czerwińsk nad Wisłą	0,173		1878	2816023	Orzysz	-0,438
792	1007012	Białaczów	0,173		1879	3017033	Odolanów	-0,440
793	1001083	Zelów	0,172		1880	2413072	Świerklaniec	-0,442
794	0205042	Mściwojów	0,172		1881	1418043	Piaseczno	-0,442
795	0209082	Ruja	0,171		1882	1210142	Podegrodzie	-0,442
796	0213012	Cieszków	0,171		1883	2415072	Lubomia	-0,444
797	0208072	Kłodzko	0,170		1884	2607062	Waśniów	-0,446
798	1433092	Wierzbno	0,169		1885	2005032	Czeremcha	-0,446
799	2815083	Morąg	0,169		1886	1409062	Solec nad Wisłą	-0,447
800	3215033	Biały Bór	0,167		1887	2604142	Piekoszów	-0,449
801	1413042	Radzanów	0,167		1888	2405042	Pilchowice	-0,449
802	0214042	Dziadowa Kłoda	0,167		1889	1216092	Tarnów	-0,450
803	1812032	Jeżowe	0,167		1890	1215072	Stryszawa	-0,450
804	2008022	Jasionówka	0,165		1891	2604082	Łopuszno	-0,451
805	2814023	Biskupiec	0,164		1892	2412042	Lyski	-0,452
806	1422042	Jednorzec	0,163		1893	1818042	Radomyśl nad Sanem	-0,454
807	1810042	Łańcut	0,162		1894	2413082	Tworóg	-0,455
808	2609093	Zawichost	0,162		1895	0603052	Dubienka	-0,457
809	1608013	Dobrodzień	0,162		1896	1207072	Limanowa	-0,457
810	1012122	Radomsko	0,161		1897	2404122	Olsztyn	-0,458
811	1012082	Lgota Wielka	0,161		1898	3211033	Nowe Warpno	-0,459

812	2413092	Zbrosławice	0,161		1899	1821033	Lesko	-0,461
813	2011083	Sokółka	0,160		1900	1213023	Brzeszcze	-0,463
814	3216033	Połczyn-Zdrój	0,160		1901	2817043	Pasym	-0,463
815	2612022	Łubnice	0,159		1902	2814102	Purda	-0,464
816	1608043	Praszka	0,159		1903	3017063	Raszków	-0,465
817	2815022	Dąbrówno	0,159		1904	1430012	Chlewiska	-0,468
818	0203022	Głogów	0,157		1905	1609083	Ozimek	-0,470
819	0806043	Strzelce Krajeńskie	0,157		1906	1816072	Hyżne	-0,473
820	0224032	Kamieniec Ząbkowicki	0,157		1907	1208062	Raławice	-0,474
821	0204032	Niechlów	0,157		1908	2007092	Zbójna	-0,474
822	1424072	Zatory	0,157		1909	2005073	Kleszczele	-0,474
823	1206123	Słomniki	0,156		1910	0810043	Howa	-0,475
824	1005082	Łyszkowice	0,156		1911	2611022	Brody	-0,475
825	0402092	Świedziebnia	0,156		1912	2417122	Ślemień	-0,475
826	1010113	Wolbórz	0,155		1913	1206162	Zabierzów	-0,476
827	1003032	Sędziejowice	0,155		1914	0605032	Dzwola	-0,477
828	1416032	Boguty-Pianki	0,155		1915	3017082	Sośnie	-0,479
829	2804022	Godkowo	0,155		1916	0214053	Międzybórz	-0,482
830	1428032	Ilów	0,155		1917	2607032	Bodzechów	-0,483
831	0618123	Tyszowce	0,155		1918	2409053	Żarki	-0,484
832	0808012	Lubrza	0,155		1919	2402082	Porąbka	-0,484
833	0411072	Topólka	0,154		1920	0208123	Radków	-0,484
834	0614102	Wąwolnica	0,152		1921	0801073	Witnica	-0,485
835	0615062	Radzyń Podlaski	0,151		1922	2602012	Imielno	-0,486
836	0607102	Zakrzówek	0,151		1923	1419092	Nowy Duninów	-0,487
837	1214053	Proszowice	0,150		1924	1201032	Drwinia	-0,487
838	2201023	Bytów	0,150		1925	2417152	Węgierska Górka	-0,488
839	2013052	Kobylin-Borzymy	0,149		1926	2001043	Lipsk	-0,488
840	0810062	Niegosławice	0,149		1927	1202012	Borzęcin	-0,488
841	1433062	Miedzna	0,148		1928	1216133	Wojnicz	-0,488
842	0210042	Lubań	0,148		1929	1813082	Przemyśl	-0,490
843	0609042	Garbów	0,148		1930	2010052	Mielnik	-0,491
844	3216022	Brzeźno	0,146		1931	2001072	Sztabin	-0,496
845	1420072	Naruszewo	0,146		1932	0225063	Węgliniec	-0,496
846	0202052	Dzierżoniów	0,146		1933	0806023	Drezdenko	-0,497
847	0222022	Wińsko	0,146		1934	3018012	Czajków	-0,498
848	1420062	Joniec	0,145		1935	2410012	Goczałkowice-Zdrój	-0,498
849	3217033	Mirosławiec	0,145		1936	0620102	Skierbieszów	-0,500
850	0214032	Dobroszyce	0,145		1937	1815022	Ostrów	-0,501
851	1410062	Stara Kornica	0,144		1938	2604072	Łagów	-0,501
852	2802033	Frombork	0,144		1939	3214053	Ińsko	-0,501
853	0619082	Wyryki	0,144		1940	3018042	Kobyła Góra	-0,505
854	1607042	Łambinowice	0,143		1941	0604032	Horodło	-0,505
855	1017042	Mokrsko	0,142		1942	3018052	Kraszewice	-0,506
856	1437052	Siemiatkowo	0,141		1943	2002063	Łapy	-0,507
857	0613043	Parczew	0,140		1944	2002103	Suraż	-0,508
858	1437013	Biezuń	0,139		1945	2417112	Rajcza	-0,508
859	3015063	Zbąszyń	0,139		1946	1211092	Nowy Targ	-0,509

860	0409022	Jeziora Wielkie	0,139		1947	2612082	Szydłów	-0,512
861	3019022	Białośliwie	0,138		1948	0221053	Głuszycza	-0,515
862	0602112	Potok Górny	0,138		1949	1216053	Radłów	-0,515
863	0614052	Końskowola	0,138		1950	0414072	Osie	-0,516
864	2007013	Jedwabne	0,138		1951	1214022	Koszyce	-0,519
865	2212042	Główczyce	0,137		1952	1206012	Czernichów	-0,519
866	0402032	Brodnica	0,137		1953	1819022	Frysztak	-0,519
867	2011093	Suchowola	0,136		1954	2416063	Ogrodzieniec	-0,520
868	1003023	Łask	0,136		1955	2608022	Kije	-0,520
869	1214012	Koniusza	0,135		1956	2601013	Busko-Zdrój	-0,521
870	2203072	Rzeczenica	0,135		1957	1423042	Odrzywół	-0,522
871	3018033	Grabów nad Prosną	0,135		1958	3029012	Przemęt	-0,523
872	2013082	Sokoły	0,135		1959	2604123	Morawica	-0,525
873	0218052	Udanin	0,134		1960	2604092	Masłów	-0,525
874	1425022	Gózd	0,134		1961	2603042	Opatowiec	-0,525
875	1425103	Skaryszew	0,134		1962	0606062	Kraśniczyn	-0,528
876	1610032	Lubrza	0,133		1963	2605083	Stąporków	-0,531
877	3026023	Dolsk	0,132		1964	1208032	Kozłów	-0,532
878	0218022	Małczyce	0,131		1965	0801042	Kłodawa	-0,535
879	1809042	Lubaczów	0,130		1966	1018032	Galewice	-0,536
880	0609022	Borzechów	0,130		1967	0416012	Cekcyn	-0,538
881	1208022	Gołcza	0,130		1968	1207082	Łukowica	-0,538
882	1012053	Kamięnsk	0,130		1969	0603022	Białopole	-0,540
883	3011043	Krzywiń	0,129		1970	1212042	Klucze	-0,540
884	0209042	Kunice	0,129		1971	1611022	Jemielnica	-0,545
885	3211022	Kołbaskowo	0,128		1972	2412013	Czerwionka-Leszczyzny	-0,545
886	1409042	Rzecznów	0,128		1973	2005052	Dubicze Cerkiewne	-0,545
887	2215082	Łęczyce	0,128		1974	0620012	Adamów	-0,547
888	1606052	Wilków	0,128		1975	1216013	Ciężkowice	-0,547
889	1406083	Nowe Miasto nad Pilicą	0,127		1976	1205052	Lipinki	-0,549
890	1415052	Kadzidło	0,127		1977	2409042	Poraj	-0,549
891	1435062	Zabrodzie	0,127		1978	0216053	Przemków	-0,549
892	3021143	Stęszew	0,126		1979	1208012	Charsznica	-0,552
893	1415092	Olszewo-Borki	0,125		1980	2608052	Złota	-0,552
894	1436012	Kazanów	0,125		1981	3206023	Cedynia	-0,558
895	3005053	Wielichowo	0,125		1982	2806052	Kruklanki	-0,561
896	3010103	Sompolno	0,124		1983	2613012	Kluczewsko	-0,562
897	3014012	Chrzypsko Wielkie	0,124		1984	1801032	Czarna	-0,563
898	1407042	Grabów nad Pilicą	0,124		1985	1403132	Wilga	-0,563
899	1425122	Wolanów	0,123		1986	1806042	Niwiska	-0,564
900	0608022	Abramów	0,123		1987	1821052	Solina	-0,565
901	0416032	Kęsowo	0,123		1988	1206082	Michałowice	-0,565
902	3027082	Turek	0,122		1989	1206042	Jerzmanowice-Przegonia	-0,566
903	3206012	Banie	0,122		1990	0605063	Modliborzyce	-0,566
904	1426132	Zbuczyn	0,122		1991	2602042	Nagłowice	-0,569
905	0225072	Zgorzelec	0,122		1992	2601052	Solec-Zdrój	-0,570
906	3010142	Wilczyn	0,121		1993	2411053	Kuźnia Raciborska	-0,573
907	1423052	Potworów	0,121		1994	2601022	Gnojno	-0,574

908	0217053	Wiązów	0,121		1995	1210092	Łącko	-0,579
909	0604042	Hrubieszów	0,120		1996	0201032	Gromadka	-0,582
910	0201062	Warta Bolesławiecka	0,120		1997	1811052	Mielec	-0,587
911	3010112	Stare Miasto	0,120		1998	1421052	Nadarzyn	-0,587
912	0617033	Piaski	0,119		1999	2403092	Istebna	-0,594
913	1020092	Zgierz	0,119		2000	2412032	Jejkowice	-0,595
914	0223032	Jordanów Śląski	0,119		2001	0201052	Osiecznica	-0,596
915	0809013	Babimost	0,116		2002	1210102	Łososina Dolna	-0,596
916	1810072	Żołyń	0,115		2003	1813012	Bircza	-0,597
917	2212053	Kępice	0,115		2004	1817042	Komańcza	-0,597
918	1818062	Zaleszany	0,114		2005	1206063	Krzeszowice	-0,598
919	0809082	Trzebiechów	0,114		2006	3202033	Drawno	-0,600
920	1420082	Nowe Miasto	0,113		2007	3013062	Wijewo	-0,604
921	1606023	Namysłów	0,113		2008	1210032	Gródek nad Dunajcem	-0,607
922	0418132	Włocławek	0,112		2009	1016052	Inowódz	-0,608
923	1410032	Olszanka	0,111		2010	1216022	Gromnik	-0,609
924	3210033	Dębno	0,111		2011	2417022	Czernichów	-0,610
925	3023083	Zagórów	0,111		2012	2601032	Nowy Korczyn	-0,611
926	1007082	Żarnów	0,110		2013	0206082	Podgórzyń	-0,614
927	2214023	Gniew	0,110		2014	2605042	Radoszyce	-0,615
928	1808053	Nowa Sarzyna	0,110		2015	2206062	Lipusz	-0,615
929	2416083	Szczekociny	0,110		2016	1216143	Zakliczyn	-0,615
930	2802072	Wilczęta	0,110		2017	2605052	Ruda Maleniecka	-0,616
931	1015082	Skiermiewice	0,110		2018	0602073	Józefów	-0,618
932	3031072	Zakrzewo	0,108		2019	2604112	Mniów	-0,618
933	3008072	Trzcianica	0,108		2020	0811092	Tuplice	-0,621
934	1803072	Żyraków	0,108		2021	2002133	Wasilków	-0,631
935	1813092	Stubno	0,107		2022	2604102	Miedziana Góra	-0,635
936	2605012	Fałków	0,107		2023	0810082	Wymiarki	-0,638
937	2007032	Miastkowo	0,105		2024	1216103	Tuchów	-0,642
938	0603153	Rejowiec	0,104		2025	3021072	Komorniki	-0,644
939	2411033	Krzanowice	0,102		2026	1806062	Dzikowiec	-0,647
940	2010082	Perlejewo	0,102		2027	1432072	Stare Babice	-0,650
941	1012092	Ładzice	0,102		2028	0213033	Milicz	-0,652
942	1809023	Cieszanów	0,102		2029	2604033	Chęciny	-0,656
943	0601122	Rokitno	0,101		2030	0602092	Łukowa	-0,661
944	1816082	Kamień	0,100		2031	1813022	Dubiecko	-0,662
945	0609152	Wysokie	0,099		2032	1807033	Iwonicz-Zdrój	-0,666
946	0212013	Gryfów Śląski	0,099		2033	2412052	Świerklany	-0,668
947	1816113	Sokołów Małopolski	0,099		2034	2411062	Nędza	-0,669
948	1814092	Zarzecze	0,099		2035	2611053	Wąchock	-0,673
949	0406012	Grudziądz	0,098		2036	1421062	Raszyn	-0,675
950	1816143	Tyczyn	0,097		2037	2605072	Smyków	-0,677
951	1414063	Zakroczym	0,097		2038	2213072	Osieczna	-0,678
952	3203023	Drawsko Pomorskie	0,097		2039	0208143	Szczytna	-0,678
953	3206083	Trzcianko-Zdrój	0,096		2040	1425082	Pionki	-0,683
954	0210033	Leśna	0,096		2041	2602052	Oksa	-0,683
955	0214023	Bierutów	0,095		2042	1801083	Ustrzyki Dolne	-0,684

956	1814082	Trynca	0,095		2043	0208092	Lewin Kłodzki	-0,685
957	1605013	Gogolin	0,095		2044	0618082	Susiec	-0,688
958	0611102	Wojcieszów	0,095		2045	2608043	Pińczów	-0,690
959	3009082	Kościelec	0,094		2046	2604062	Górno	-0,692
960	3202053	Pełczyce	0,094		2047	1216042	Pleśna	-0,696
961	1403032	Borowie	0,094		2048	0212053	Wleń	-0,696
962	3210022	Boleszkowice	0,093		2049	1211102	Ochotnica Dolna	-0,696
963	1204052	Olesno	0,093		2050	2417072	Łekawica	-0,698
964	1412082	Jakubów	0,093		2051	2402032	Buczkowice	-0,702
965	1433032	Korytnica	0,092		2052	1216063	Ryglice	-0,702
966	1009052	Rząśnia	0,092		2053	1205042	Gorlice	-0,703
967	1006113	Tuszyn	0,092		2054	0213022	Krośnice	-0,708
968	0611062	Serokomla	0,091		2055	2011102	Szudziałowo	-0,710
969	1433022	Grębków	0,091		2056	1821042	Olszanica	-0,710
970	1609112	Tarnów Opolski	0,091		2057	1218013	Andrychów	-0,714
971	2807073	Zalewo	0,089		2058	2604162	Raków	-0,714
972	3026012	Brodnica	0,089		2059	1202052	Gnojnik	-0,720
973	1812042	Krzyszów	0,088		2060	1805032	Dębowiec	-0,720
974	2803062	Rybno	0,088		2061	2608032	Michałów	-0,725
975	1607053	Nysa	0,088		2062	0416052	Śliwice	-0,726
976	2014032	Rutki	0,088		2063	2604192	Zagnańsk	-0,734
977	2404112	Mykanów	0,088		2064	1216162	Szerzyny	-0,734
978	2817052	Rozogi	0,087		2065	2610022	Bliżyn	-0,735
979	2010042	Grodzisk	0,087		2066	2403042	Brenna	-0,739
980	1812012	Harasiuki	0,087		2067	1201042	Lipnica Murowana	-0,744
981	1404052	Szczawin Kościelny	0,086		2068	1408022	Jabłonna	-0,745
982	1434062	Jadów	0,086		2069	1210163	Stary Sącz	-0,745
983	1814062	Przeworsk	0,085		2070	1215042	Bystra-Sidzina	-0,747
984	0210072	Siekierczyn	0,085		2071	2814112	Stawiguda	-0,748
985	1015072	Nowy Kawęczyn	0,085		2072	2604182	Strawczyn	-0,750
986	2603033	Kazimierza Wielka	0,085		2073	1609062	Murów	-0,754
987	0812013	Sława	0,085		2074	1206103	Skala	-0,755
988	1013042	Rawa Mazowiecka	0,084		2075	1207112	Słopnice	-0,758
989	1438052	Wisitki	0,083		2076	1209022	Lubień	-0,759
990	0217043	Strzelin	0,083		2077	1210122	Nawojowa	-0,764
991	1403062	Łaskarzew	0,083		2078	2402072	Kozy	-0,769
992	0619022	Hanna	0,083		2079	1210073	Krynica-Zdrój	-0,770
993	1020043	Aleksandrów Łódzki	0,082		2080	0605053	Janów Lubelski	-0,774
994	2410042	Pawłowice	0,082		2081	2604172	Sitkówka-Nowiny	-0,775
995	3214023	Chociwel	0,082		2082	1201063	Nowy Wiśnicz	-0,776
996	2404052	Kłomnice	0,082		2083	1202042	Dębno	-0,779
997	2416032	Irządze	0,081		2084	1609122	Tułowice	-0,779
998	1812063	Rudnik nad Sanem	0,081		2085	1201082	Trzciana	-0,780
999	2803032	Howo-Osada	0,081		2086	3217023	Człopa	-0,782
1000	0203052	Pęcław	0,081		2087	1817062	Tyrawa Wołoska	-0,794
1001	3020033	Dobrzyca	0,080		2088	1201052	Łapanów	-0,802
1002	0803023	Międzyrzecz	0,079		2089	1219053	Wieliczka	-0,803
1003	3022042	Pakosław	0,079		2090	1207062	Laskowa	-0,814

1004	0609162	Zakrzew	0,079		2091	2402102	Wilkowice	-0,817
1005	1812053	Nisko	0,078		2092	2604132	Nowa Słupia	-0,825
1006	1609103	Prószków	0,077		2093	2817032	Jedwabno	-0,827
1007	3202042	Krzęcin	0,077		2094	1207092	Mszana Dolna	-0,828
1008	3008012	Baranów	0,076		2095	1206172	Zielonki	-0,835
1009	2014022	Kołaki Kościelne	0,076		2096	2407022	Boronów	-0,837
1010	1406012	Belsk Duży	0,076		2097	1417032	Celestynów	-0,840
1011	1415102	Rzekuń	0,076		2098	1813052	Krzywca	-0,843
1012	2403072	Goleszów	0,076		2099	2610032	Łączna	-0,847
1013	0616022	Kłoczew	0,075		2100	2403052	Chybie	-0,873
1014	1816122	Świlcza	0,075		2101	2604012	Bieliny	-0,873
1015	2014052	Zambrów	0,075		2102	2402062	Jaworze	-0,879
1016	1218102	Wieprz	0,075		2103	2011043	Krynki	-0,881
1017	1426032	Kotuń	0,075		2104	1210082	Łabowa	-0,885
1018	0611042	Krzywda	0,074		2105	0613072	Sosnowica	-0,891
1019	1811042	Gawłuszowice	0,074		2106	2816043	Ruciane-Nida	-0,892
1020	0615082	Wohyń	0,074		2107	1805082	Osiek Jasielski	-0,893
1021	1017062	Ostrówek	0,074		2108	2206022	Dziemiany	-0,894
1022	1429062	Repki	0,074		2109	1805072	Nowy Żmigród	-0,903
1023	0225043	Pieńsk	0,074		2110	1205082	Ropa	-0,917
1024	2612043	Osiek	0,074		2111	1421042	Michałowice	-0,923
1025	2815092	Ostróda	0,074		2112	1821012	Baligród	-0,925
1026	2814033	Dobre Miasto	0,073		2113	0806013	Dobiegiew	-0,926
1027	0620072	Nielisz	0,073		2114	1008052	Ksawerów	-0,934
1028	1804082	Radymno	0,073		2115	1809032	Horyniec-Zdrój	-0,937
1029	0801032	Deszczno	0,072		2116	2601082	Wiślica	-0,942
1030	1435042	Somianka	0,072		2117	1205102	Uście Gorlickie	-0,943
1031	1425033	Iłża	0,072		2118	1210113	Muszyna	-0,946
1032	1401052	Stromiec	0,070		2119	1407012	Garbatka-Letnisko	-0,949
1033	0222013	Brzeg Dolny	0,070		2120	1202062	Iwkowa	-0,956
1034	3010123	Ślesin	0,069		2121	0221063	Mieroszów	-0,960
1035	1001072	Szczerców	0,069		2122	1813042	Krasiczyn	-0,962
1036	0209022	Chojnów	0,069		2123	1202033	Czchów	-0,977
1037	2205062	Stężyca	0,068		2124	1211072	Lipnica Wielka	-0,996
1038	1001042	Kleszczów	0,068		2125	2002023	Czarna Białostocka	-0,999
1039	2014042	Szumowo	0,067		2126	1210133	Piwniczna-Zdrój	-1,000
1040	0210062	Platerówka	0,067		2127	1813032	Fredropol	-1,006
1041	2404092	Lelów	0,067		2128	2604053	Daleszyce	-1,006
1042	3004013	Borek Wielkopolski	0,065		2129	0811072	Przewóz	-1,013
1043	2802042	Lelkowo	0,065		2130	2005062	Hajnówka	-1,024
1044	1206052	Kocmyrzów-Luborzycza	0,065		2131	1215082	Zawoja	-1,036
1045	1406053	Grójec	0,064		2132	0208133	Stronie Śląskie	-1,036
1046	0620092	Sitno	0,063		2133	2002093	Supraśl	-1,040
1047	0620022	Grabowiec	0,063		2134	0807032	Słońsk	-1,042
1048	0608103	Ostrów Lubelski	0,062		2135	1432032	Kampinos	-1,053
1049	1602022	Branice	0,062		2136	1211062	Krościenko nad Dunajcem	-1,055
1050	1415072	Łyse	0,061		2137	2810042	Piecki	-1,055
1051	1602043	Kietrz	0,060		2138	1807023	Dukla	-1,073

1052	2205052	Somonino	0,059		2139	2417142	Ujsoły	-1,073
1053	3206092	Widuchowa	0,059		2140	2001052	Nowinka	-1,076
1054	1408052	Wieliszew	0,059		2141	1210152	Rytro	-1,080
1055	1816132	Trzebowniko	0,058		2142	2213082	Osiek	-1,084
1056	0609082	Konopnica	0,058		2143	1210052	Kamionka Wielka	-1,089
1057	1412052	Dębe Wielkie	0,058		2144	1205092	Sękowa	-1,110
1058	0618092	Tarnawatka	0,057		2145	1211042	Czorsztyn	-1,112
1059	0614092	Puławy	0,057		2146	1432053	Łomianki	-1,163
1060	2210052	Sztutowo	0,057		2147	2002042	Gródek	-1,169
1061	2404063	Konieczpol	0,057		2148	3207043	Międzyzdroje	-1,169
1062	3008042	Łęka Opatowska	0,057		2149	2009022	Giby	-1,181
1063	1012102	Masłowice	0,057		2150	2001062	Płaska	-1,190
1064	1802062	Nozdrzec	0,057		2151	2005092	Narewka	-1,204
1065	1012062	Kobiele Wielkie	0,056		2152	1207052	Kamienica	-1,212
1066	1017082	Skomlin	0,056		2153	2008072	Trzcianne	-1,229
1067	1204073	Szczucin	0,056		2154	1217032	Bukowina Tatrzańska	-1,240
1068	0609102	Niedrzwica Duża	0,055		2155	1211023	Szczawnica	-1,256
1069	0204013	Góra	0,055		2156	0619052	Urszulin	-1,258
1070	0601042	Drelów	0,054		2157	2604023	Bodzentyn	-1,314
1071	2407072	Pawonków	0,054		2158	1807102	Jaślicka	-1,327
1072	1009082	Sulmierzyce	0,054		2159	2008013	Goniądz	-1,456
1073	3007072	Mycielin	0,053		2160	1006022	Andrespol	-1,464
1074	0202062	Łagiewniki	0,052		2161	1428022	Brochów	-1,544
1075	1010052	Łęki Szlacheckie	0,051		2162	2212092	Smóldzino	-1,550
1076	2205042	Sierakowice	0,051		2163	0620153	Zwierzyniec	-1,599
1077	3009043	Dąbie	0,051		2164	1217052	Poronin	-1,635
1078	0610033	Łęczna	0,050		2165	1801052	Lutowiska	-1,652
1079	2201042	Kończygłowy	0,050		2166	1432042	Leszno	-1,684
1080	2007052	Piątnica	0,050		2167	1821022	Cisna	-1,715
1081	0607062	Szastarka	0,050		2168	1414022	Czosnów	-1,746
1082	0604072	Uchanie	0,050		2169	1207102	Niedźwiedź	-1,751
1083	2010092	Siemiatycze	0,049		2170	1414032	Leoncin	-2,001
1084	3007052	Koźminek	0,049		2171	1217042	Kościelisko	-2,306
1085	3217052	Wałecz	0,049		2172	1805062	Krempna	-2,391
1086	1813062	Medyka	0,049		2173	2005022	Białowieża	-2,431
1087	1019042	Zduńska Wola	0,048		2174	1432022	Izabelin	-2,765

Źródło: Opracowanie własne

Załącznik 2. Wartości wskaźnika syntetycznego dla gmin w Polsce uwzględniający istniejące turbiny wiatrowe

Lp.	Kod jednostki - TERYT	Nazwa gminy	Wartość wskaźnika W	Lp. (cd)	Kod jednostki - TERYT (cd.)	Nazwa gminy (cd.)	Wartość wskaźnika W (cd.)
1	3021062	Kleszczewo	0,940	1088	3010082	Rzgów	0,046
2	3003082	Niechanowo	0,920	1089	2205083	Żukowo	0,045
3	3205023	Gryfice	0,870	1090	0202073	Niemcza	0,045
4	2214032	Morzeszczyn	0,867	1091	1010093	Sulejów	0,045
5	3028042	Mieścisko	0,866	1092	1609032	Dobrzeń Wielki	0,044
6	3003072	Mieleszyn	0,820	1093	1425092	Przytyk	0,044
7	1402052	Grudusk	0,818	1094	0214083	Twardogóra	0,044
8	3025012	Dominowo	0,812	1095	1401042	Stara Błotnica	0,044
9	3021033	Buk	0,810	1096	0610052	Puchaczów	0,044
10	0418113	Lubień Kujawski	0,805	1097	0620052	Łabunie	0,043
11	0407092	Złotniki Kujawskie	0,799	1098	3217052	Wałcz	0,043
12	3024022	Duszniki	0,796	1099	0415032	Czemikowo	0,043
13	0418032	Boniewo	0,794	1100	1415062	Lelis	0,043
14	3003032	Gniezno	0,786	1101	2411033	Krzanowice	0,042
15	1427022	Gozdowo	0,780	1102	1419072	Łąck	0,041
16	0418043	Brześć Kujawski	0,775	1103	1012102	Masłowice	0,040
17	1420052	Dzierżąźnia	0,769	1104	2205032	Przodkowo	0,040
18	0419063	Żnin	0,769	1105	1214062	Radziemice	0,039
19	1402072	Opinogóra Górna	0,767	1106	0201043	Nowogrodzic	0,038
20	2012012	Bakalarzewo	0,766	1107	1424022	Obryte	0,037
21	2811012	Janowiec Kościelny	0,764	1108	3009022	Babiak	0,037
22	3028022	Damasławek	0,764	1109	1012072	Kodrąb	0,035
23	3024063	Pniewy	0,759	1110	2003082	Wyszki	0,035
24	3214092	Stara Dąbrowa	0,756	1111	1403052	Górzno	0,035
25	0407053	Janikowo	0,753	1112	0602042	Biszczka	0,034
26	1419053	Drobin	0,752	1113	0612053	Opole Lubelskie	0,034
27	1422032	Czemnice Borowe	0,749	1114	0414112	Warlubie	0,034
28	1419142	Staroźreby	0,749	1115	3019032	Kaczory	0,033
29	3205043	Płoty	0,748	1116	1436053	Zwoleń	0,033
30	0419013	Barcin	0,747	1117	0612022	Józefów nad Wisłą	0,032
31	0410013	Kcynia	0,746	1118	0211032	Rudna	0,032
32	3011023	Czempiń	0,742	1119	1426092	Skórzec	0,032
33	1002062	Kutno	0,741	1120	0603072	Leśniowice	0,032
34	3025043	Środa Wielkopolska	0,722	1121	0603102	Sawin	0,031
35	3204033	Maszewo	0,722	1122	1204042	Mędrzechów	0,031
36	3024032	Kaźmierz	0,721	1123	1606042	Świerczów	0,031
37	3021083	Kostrzyn	0,721	1124	1815033	Ropczyce	0,031
38	3003062	Łubowo	0,720	1125	1005022	Bielawy	0,030
39	0418063	Chodecz	0,714	1126	1425072	Kowala	0,030
40	0418123	Lubraniec	0,712	1127	3211012	Dobra (Szczecińska)	0,029
41	1419012	Bielsk	0,710	1128	0408073	Skępe	0,028
42	3218032	Radowo Małe	0,706	1129	1401032	Radzanów	0,028

43	0417042	Pluźnica	0,705		1130	2813032	Kowale Oleckie	0,028
44	0401052	Bądkowo	0,705		1131	2007043	Nowogród	0,027
45	2210023	Nowy Dwór Gdański	0,705		1132	1436032	Przyłęk	0,027
46	0413032	Sośno	0,704		1133	0608063	Kock	0,027
47	3218013	Dobra	0,701		1134	1428042	Młodzieszyn	0,026
48	1002092	Oporów	0,701		1135	0610062	Spiczyn	0,026
49	1402042	Gołymin-Ośrodek	0,701		1136	1808042	Leżajsk	0,025
50	3019093	Wysoka	0,697		1137	0219072	Świdnica	0,025
51	0414012	Bukowiec	0,696		1138	1816063	Głogów Małopolski	0,024
52	0419033	Janowiec Wielkopolski	0,694		1139	0218032	Miękinia	0,024
53	1413092	Wieczfnia Kościelna	0,691		1140	3002052	Lubasz	0,023
54	3030053	Września	0,691		1141	0616032	Nowodwór	0,023
55	1424052	Świercze	0,685		1142	0802032	Bytnica	0,022
56	3024053	Ostroróg	0,684		1143	1611063	Ujazd	0,022
57	1402092	Sońsk	0,679		1144	1815012	Iwierzycy	0,022
58	3003093	Trzemeszno	0,675		1145	1814053	Kańczuga	0,022
59	0409033	Mogilno	0,673		1146	0216022	Gaworzyce	0,022
60	3205012	Brojce	0,671		1147	2010072	Nurzec-Stacja	0,022
61	3209022	Biesiekierz	0,665		1148	0225033	Bogatynia	0,021
62	3028072	Wągrowiec	0,663		1149	0209052	Legnickie Pole	0,020
63	0418052	Chocień	0,661		1150	0415042	Lubicz	0,019
64	2209082	Stare Pole	0,646		1151	2613052	Secemin	0,019
65	2212022	Damnica	0,645		1152	2810032	Mrażowo	0,019
66	0407042	Inowrocław	0,642		1153	1211112	Raba Wyżna	0,018
67	2009042	Puńsk	0,641		1154	3018063	Mikstat	0,018
68	3214042	Dolice	0,640		1155	0803042	Pszczew	0,017
69	0415022	Chełmża	0,637		1156	1430022	Jastrząb	0,017
70	0410053	Szubin	0,634		1157	0606032	Gorzków	0,017
71	0412042	Rypin	0,632		1158	1005092	Nieborów	0,014
72	0419043	Łabiszyn	0,626		1159	1216153	Żabno	0,013
73	2210042	Stegna	0,624		1160	3213032	Darłowo	0,013
74	3001022	Budzyń	0,624		1161	2010032	Dziadkowice	0,013
75	3023072	Strzałkowo	0,620		1162	2609032	Klimontów	0,012
76	0414082	Pruszcz	0,619		1163	1007023	Drzewica	0,010
77	2811032	Kozłowo	0,617		1164	0224042	Stoszowice	0,008
78	0401062	Koneck	0,616		1165	2201092	Trzebielino	0,008
79	1002043	Krośniewice	0,616		1166	1010082	Rozprza	0,008
80	2804073	Pasłęk	0,614		1167	2008043	Knyszyn	0,008
81	3009032	Chodów	0,614		1168	1018073	Wieruszów	0,008
82	0404042	Lisewo	0,613		1169	2002052	Juchnowiec Kościelny	0,008
83	2012022	Filipów	0,611		1170	2205072	Sulęcyno	0,008
84	0402022	Bobrowo	0,609		1171	1817082	Zarszyn	0,007
85	0407073	Pakość	0,606		1172	0604022	Dolhobyczów	0,007
86	0412032	Rogowo	0,600		1173	2804042	Markusy	0,006
87	2802053	Pieniężno	0,594		1174	2407083	Woźniki	0,006
88	1005062	Kocierzew Południowy	0,593		1175	2406013	Kłobuck	0,006
89	1002102	Strzelce	0,592		1176	1001022	Bełchatów	0,006
90	0410023	Mrocza	0,592		1177	1415012	Baranowo	0,005

91	0418083	Izbica Kujawska	0,587		1178	0601072	Konstantynów	0,005
92	1424012	Gzy	0,586		1179	2002123	Tykocin	0,004
93	1005102	Zduny	0,585		1180	1412042	Cegłów	0,003
94	3030033	Nekla	0,584		1181	1429072	Sabnie	0,003
95	1013052	Regnów	0,580		1182	1012142	Żytno	0,003
96	0408032	Chrostkowo	0,577		1183	1811022	Borowa	0,002
97	2813043	Olecko	0,576		1184	2603022	Czarnocin	0,002
98	1413082	Szydłowo	0,575		1185	1611043	Leśnica	0,002
99	2214062	Tczew	0,573		1186	1434102	Strachówka	0,002
100	1428062	Rybno	0,573		1187	2804063	Młynary	0,002
101	3031082	Złotów	0,572		1188	1412123	Mrozy	0,000
102	1427042	Rościszewo	0,571		1189	0211022	Lubin	0,000
103	1002113	Żychlin	0,571		1190	1014052	Burzenin	0,000
104	2804032	Gronowo Elbląskie	0,571		1191	1003042	Widawa	0,000
105	0408052	Kikół	0,570		1192	0620142	Zamość	-0,001
106	0406033	Łasin	0,570		1193	1015092	Słupia	-0,001
107	1002082	Nowe Ostrowy	0,569		1194	0614072	Markuszów	-0,001
108	0405043	Kowalewo Pomorskie	0,568		1195	1205023	Biecz	-0,002
109	3212042	Przelewice	0,565		1196	1401022	Promna	-0,002
110	3024073	Szamotoły	0,562		1197	2404142	Przyrów	-0,003
111	3205032	Karnice	0,560		1198	2002143	Zabłudów	-0,003
112	1420102	Raciąż	0,560		1199	2216053	Sztum	-0,005
113	3030012	Kołaczkowo	0,553		1200	0607052	Kraśnik	-0,005
114	3204043	Nowogard	0,553		1201	2803043	Lidzbark	-0,005
115	2012082	Szypliszki	0,552		1202	2404102	Mstów	-0,005
116	3016023	Rogoźno	0,551		1203	2807032	Hawa	-0,006
117	1422072	Przasnysz	0,551		1204	1205033	Bobowa	-0,007
118	1436022	Policzna	0,551		1205	2817062	Szczytno	-0,007
119	3003053	Klecko	0,547		1206	1013042	Rawa Mazowiecka	-0,008
120	2212072	Potęgowo	0,545		1207	3029033	Wolsztyn	-0,009
121	1424062	Winnica	0,544		1208	0209073	Prochowice	-0,009
122	3021123	Pobiedziska	0,542		1209	1423032	Klów	-0,009
123	0415052	Łubianka	0,542		1210	0809053	Nowogród Bobrzański	-0,009
124	3016032	Ryczywół	0,542		1211	1018052	Łubnice	-0,009
125	1424032	Pokrzywnica	0,541		1212	0810073	Szprotawa	-0,009
126	3205083	Trzebiatów	0,541		1213	1410042	Platerów	-0,009
127	2809042	Lubomino	0,540		1214	1008062	Lutomiersk	-0,009
128	3025052	Zaniemyśl	0,540		1215	1405062	Żabia Wola	-0,010
129	3207052	Świerzno	0,539		1216	0608072	Lubartów	-0,010
130	2216022	Mikołajki Pomorskie	0,536		1217	1427062	Szczutowo	-0,011
131	1419042	Bulkowo	0,536		1218	0811063	Lubsko	-0,011
132	0407033	Gniewkowo	0,535		1219	1820043	Nowa Dęba	-0,011
133	2809022	Kiwity	0,534		1220	1016092	Tomaszów Mazowiecki	-0,012
134	2803022	Działdowo	0,532		1221	0605072	Potok Wielki	-0,013
135	3216052	Sławoborze	0,530		1222	0216043	Polkowice	-0,013
136	0407063	Kruszwica	0,530		1223	3021042	Czerwonak	-0,013
137	1413102	Wiśniewo	0,529		1224	0215042	Oława	-0,013
138	1004082	Witonia	0,527		1225	0802052	Gubin	-0,013

139	2209032	Lichnowy	0,526		1226	0206092	Stara Kamienica	-0,015
140	1002032	Dąbrowice	0,524		1227	3010022	Grodzicz	-0,015
141	3011032	Kościan	0,524		1228	0805043	Rzepin	-0,015
142	2013033	Czyżew	0,524		1229	0608032	Firlej	-0,017
143	2208042	Nowa Wieś Lęborska	0,522		1230	1426112	Wiśniew	-0,018
144	0402073	Jabłonowo Pomorskie	0,520		1231	1607013	Głucholązy	-0,018
145	2013042	Klukowo	0,519		1232	1803063	Pilzno	-0,018
146	2005042	Czyże	0,518		1233	0606042	Izbica	-0,020
147	3003103	Witkowo	0,516		1234	1609073	Niemodlin	-0,020
148	3015053	Opalenica	0,516		1235	0609142	Wólka	-0,020
149	0401092	Zakrzewo	0,515		1236	2002082	Poświętne	-0,020
150	1602013	Baborów	0,515		1237	0610012	Cyców	-0,020
151	0613052	Podedwórze	0,514		1238	1409012	Chotcza	-0,020
152	2212082	Słupsk	0,511		1239	0802042	Dąbie	-0,021
153	1422062	Krzynowłoga Mała	0,510		1240	0807012	Krzyszczycy	-0,021
154	3008052	Perzów	0,510		1241	1802042	Haczów	-0,021
155	1004022	Daszyna	0,509		1242	3005043	Rakoniewice	-0,021
156	1415032	Czerwin	0,509		1243	1423022	Gielniów	-0,021
157	2216013	Dzierżoń	0,509		1244	0615022	Borki	-0,022
158	2606082	Wojciechowice	0,509		1245	1416072	Ostrów Mazowiecka	-0,022
159	0412062	Wąpielsk	0,508		1246	1015062	Maków	-0,022
160	1411042	Krasnosielc	0,506		1247	0805033	Ośno Lubuskie	-0,023
161	1610013	Biała	0,505		1248	2009032	Krasnopol	-0,023
162	2201102	Tuchomie	0,505		1249	1012132	Wielgomłynny	-0,024
163	2801032	Bartoszyce	0,505		1250	1214042	Pałecznicza	-0,024
164	3012023	Kobylin	0,504		1251	0223022	Długołęka	-0,025
165	3213042	Malechowo	0,502		1252	2609062	Obrazów	-0,025
166	1011062	Zadzim	0,501		1253	2804052	Milejewo	-0,026
167	0411053	Piotrków Kujawski	0,501		1254	2411022	Kornowac	-0,026
168	3009063	Kłodawa	0,499		1255	1605053	Zdzieszowice	-0,026
169	0611112	Wola Mysłowska	0,497		1256	0224022	Ciepłowody	-0,026
170	3218043	Resko	0,496		1257	1819043	Strzyżów	-0,026
171	3028062	Wapno	0,494		1258	2814013	Barczewo	-0,027
172	0417052	Ryńsk	0,491		1259	0220013	Oborniki Śląskie	-0,027
173	2215042	Choczewo	0,491		1260	3208072	Ustronie Morskie	-0,029
174	2012052	Raczki	0,490		1261	2409023	Koziegłowy	-0,029
175	1405032	Baranów	0,490		1262	1611012	Izbicko	-0,031
176	3216062	Świdwin	0,488		1263	2411042	Krzyżanowice	-0,031
177	1020052	Głowno	0,488		1264	2814072	Jonkowo	-0,031
178	1411032	Karniewo	0,488		1265	0618123	Tyszowce	-0,032
179	0613032	Milanów	0,486		1266	2806062	Miłki	-0,033
180	3012052	Rozdrażew	0,486		1267	3010062	Krzymów	-0,033
181	3207033	Kamień Pomorski	0,483		1268	1219022	Gdów	-0,034
182	2807052	Lubawa	0,483		1269	1403042	Garwolin	-0,034
183	2207043	Prabuty	0,481		1270	0801022	Bogdaniec	-0,035
184	1420092	Płońsk	0,480		1271	2215102	Wejherowo	-0,035
185	3212053	Pyrzyce	0,479		1272	0618072	Rachanie	-0,036
186	1016072	Rokiciny	0,478		1273	0608092	Niedźwiada	-0,038

187	1015032	Godzianów	0,478		1274	1014072	Klonowa	-0,038
188	3005012	Granowo	0,478		1275	1803032	Czarna	-0,038
189	3011053	Śmigiel	0,477		1276	3025032	Nowe Miasto nad Wartą	-0,038
190	1419102	Radzanowo	0,476		1277	2808062	Srokowo	-0,038
191	3003042	Kiszkowo	0,476		1278	1403103	Piława	-0,039
192	1427072	Zawidz	0,476		1279	3014043	Sieraków	-0,039
193	1608023	Gorzów Śląski	0,474		1280	0226032	Pielgrzymka	-0,039
194	3208062	Siemyśl	0,474		1281	0807053	Torzym	-0,040
195	1010022	Czarnocin	0,474		1282	1802022	Domaradz	-0,041
196	3212033	Lipiany	0,473		1283	2416102	Żarnowiec	-0,041
197	1406062	Jasieniec	0,473		1284	0606102	Siennica Różana	-0,041
198	3207023	Golczewo	0,473		1285	3001043	Margonin	-0,041
199	2204022	Cedry Wielkie	0,472		1286	1802052	Jasienica Rosielna	-0,042
200	1816092	Krasne	0,471		1287	1405043	Grodzisk Mazowiecki	-0,043
201	1604013	Byczyna	0,470		1288	2819022	Pozezdrze	-0,043
202	2011072	Sidra	0,470		1289	1008042	Dobroń	-0,044
203	1013032	Cielądz	0,469		1290	0620122	Sułów	-0,044
204	1424043	Pułtusk	0,468		1291	2406062	Panki	-0,044
205	2808053	Reszel	0,467		1292	0608052	Kamionka	-0,045
206	0408082	Łłuchowo	0,466		1293	0807023	Lubniewice	-0,045
207	1411102	Szelków	0,465		1294	0405022	Ciechocin	-0,046
208	3007102	Szczytniki	0,465		1295	2403082	Hażlach	-0,047
209	3201022	Białogard	0,464		1296	1407072	Sieciechów	-0,048
210	1419132	Stara Biała	0,463		1297	1213072	Polanka Wielka	-0,048
211	1428052	Nowa Sucha	0,460		1298	0224073	Złoty Stok	-0,048
212	0205062	Wądroże Wielkie	0,459		1299	1218042	Lanckorona	-0,049
213	1610023	Głogówek	0,459		1300	2006062	Turośl	-0,049
214	1004072	Świnice Warckie	0,459		1301	0809102	Zielona Góra	-0,049
215	2216042	Stary Targ	0,459		1302	2402022	Bestwina	-0,050
216	1411022	Czerwonka	0,458		1303	1811083	Radomyśl Wielki	-0,051
217	1002072	Łanięta	0,457		1304	2402093	Wilamowice	-0,051
218	1016022	Będków	0,456		1305	1416102	Wąsewo	-0,051
219	2214052	Subkowy	0,456		1306	1423063	Przysucha	-0,052
220	2819012	Budry	0,454		1307	1416062	Nur	-0,052
221	1009043	Pajęczno	0,452		1308	0609092	Krzczonów	-0,052
222	3012033	Koźmin Wielkopolski	0,451		1309	3017072	Sieroszewice	-0,052
223	3204062	Przybiernów	0,450		1310	1003012	Buczek	-0,054
224	2805032	Kalinowo	0,449		1311	0607032	Dzierzkowice	-0,055
225	3212062	Warnice	0,449		1312	0226052	Zagrodno	-0,055
226	0601172	Tuczna	0,448		1313	0414022	Dragacz	-0,057
227	3005023	Grodzisk Wielkopolski	0,444		1314	2402052	Jasienica	-0,057
228	2013093	Szepietowo	0,442		1315	0606022	Fajslawice	-0,057
229	0409043	Strzelno	0,442		1316	2806042	Giżycko	-0,058
230	3010073	Rychwał	0,439		1317	2209073	Nowy Staw	-0,058
231	1420122	Załużski	0,439		1318	0416042	Lubiewo	-0,058
232	3006013	Jaraczewo	0,437		1319	2007022	Łomża	-0,058
233	0618132	Ulhówek	0,437		1320	1021052	Rogów	-0,058
234	2209042	Malbork	0,437		1321	2810052	Sorkwity	-0,059

235	3014022	Kwilcz	0,437		1322	2003072	Rudka	-0,059
236	0203062	Żukowice	0,436		1323	1421033	Brwinów	-0,059
237	2808032	Kętrzyn	0,435		1324	0810053	Małomice	-0,060
238	1410012	Huszelew	0,435		1325	1008032	Dłutów	-0,060
239	2808043	Korsze	0,433		1326	1009013	Działoszyn	-0,060
240	3009052	Grzegorzew	0,432		1327	3017042	Ostrów Wielkopolski	-0,061
241	1411052	Młynarze	0,431		1328	3010092	Skulsk	-0,062
242	0403072	Sicienko	0,430		1329	1808032	Kuryłówka	-0,062
243	1415112	Troszyn	0,428		1330	0618112	Tomaszów Lubelski	-0,063
244	2207032	Kwidzyn	0,427		1331	1802013	Brzozów	-0,064
245	1404042	Sanniki	0,427		1332	3202042	Krzęcin	-0,064
246	2006022	Grabowo	0,426		1333	2609052	Łoniów	-0,064
247	0403043	Koronowo	0,426		1334	0805022	Górzycza	-0,064
248	2606043	Opatów	0,424		1335	0221072	Stare Bogaczowice	-0,065
249	2818033	Goldap	0,424		1336	1807043	Jedlicze	-0,065
250	2203032	Człuchów	0,423		1337	0811102	Żary	-0,065
251	0418102	Lubanie	0,423		1338	0804023	Bytom Odrzański	-0,066
252	2213042	Bobowo	0,420		1339	1419122	Słupno	-0,069
253	3214102	Stargard	0,420		1340	0807043	Sulęcín	-0,069
254	0410042	Sadki	0,420		1341	0615032	Czemierniki	-0,069
255	0217022	Kondratowice	0,420		1342	1426122	Wodynie	-0,070
256	0403032	Dobrcz	0,419		1343	1412112	Mińsk Mazowiecki	-0,070
257	0406022	Gruta	0,419		1344	0403083	Solec Kujawski	-0,070
258	3016013	Oborniki	0,419		1345	0804082	Siedlisko	-0,071
259	2214043	Pelplin	0,418		1346	1809072	Stary Dzików	-0,071
260	0419052	Rogowo	0,416		1347	1804102	Roźwienica	-0,071
261	0417022	Dębowa Łąka	0,414		1348	0608122	Serniki	-0,071
262	2813062	Wieliczki	0,414		1349	0606052	Krasnystaw	-0,072
263	0601182	Wisznice	0,412		1350	1423072	Rusinów	-0,072
264	3204052	Osina	0,412		1351	1820013	Baranów Sandomierski	-0,073
265	1020072	Parzęczew	0,411		1352	1430053	Szydłowiec	-0,073
266	1413072	Szreńsk	0,411		1353	0403052	Nowa Wieś Wielka	-0,074
267	3031053	Okonek	0,410		1354	0802022	Bobrowice	-0,075
268	3026033	Książ Wielkopolski	0,409		1355	0601162	Terespol	-0,075
269	3023062	Słupca	0,408		1356	1426012	Domanice	-0,075
270	1403092	Parysów	0,408		1357	1019032	Zapolice	-0,076
271	1601033	Grodków	0,408		1358	1209082	Tokarnia	-0,076
272	2210032	Ostaszewo	0,408		1359	1425132	Zakrzew	-0,076
273	1005032	Chąšno	0,406		1360	0217032	Przeworno	-0,076
274	1415083	Myszyniec	0,405		1361	0810062	Niegosławice	-0,077
275	1402022	Ciechanów	0,404		1362	0809033	Czerwieńsk	-0,078
276	1426062	Paprotnia	0,404		1363	0602032	Biłgoraj	-0,078
277	0408062	Lipno	0,403		1364	2804012	Elbląg	-0,078
278	1021042	Jeżów	0,403		1365	1418013	Góra Kalwaria	-0,078
279	0404052	Papowo Biskupie	0,403		1366	1435022	Długosiodło	-0,079
280	1402062	Ojrzeń	0,403		1367	2811043	Nidzica	-0,079
281	3021132	Rokietnica	0,402		1368	0615042	Kąkolewnica	-0,079
282	2006032	Kolno	0,402		1369	0601062	Kodeń	-0,080

283	1436042	Tczów	0,402		1370	0601142	Sławatycze	-0,080
284	1005042	Domaniewice	0,401		1371	1017102	Wierzchlas	-0,080
285	1409052	Sienno	0,401		1372	3013033	Osieczna	-0,081
286	1403143	Żelechów	0,400		1373	1438042	Radziejowice	-0,081
287	2213122	Starogard Gdański	0,400		1374	0603032	Chełm	-0,081
288	3004073	Poniec	0,400		1375	1820032	Grębow	-0,082
289	2812042	Kurzętnik	0,398		1376	1010072	Ręczno	-0,082
290	1411062	Płoniawy-Bramura	0,397		1377	2202032	Chojnice	-0,084
291	3206063	Moryń	0,397		1378	2609072	Samborzec	-0,084
292	2209062	Miłoradz	0,397		1379	0605042	Godziszów	-0,084
293	2808022	Barciany	0,396		1380	1206113	Skawina	-0,086
294	1413022	Dzierzgowo	0,394		1381	1810062	Rakszawa	-0,088
295	0607072	Trzydnik Duży	0,394		1382	3205072	Rewal	-0,088
296	3010132	Wierzbinek	0,393		1383	2403113	Strumień	-0,088
297	2213112	Smętowo Graniczne	0,392		1384	1609012	Chrzastowice	-0,088
298	1419082	Mała Wieś	0,392		1385	2005082	Narew	-0,088
299	3024042	Obrzycko	0,392		1386	2416042	Kroczyce	-0,090
300	2812022	Biskupiec	0,392		1387	0212023	Lubomierz	-0,090
301	1420032	Baboszewo	0,390		1388	3203033	Kalisz Pomorski	-0,090
302	3209012	Będzino	0,389		1389	3010032	Kazimierz Biskupi	-0,091
303	0411042	Osięciny	0,388		1390	1435053	Wyszków	-0,091
304	3209073	Sianów	0,388		1391	1212073	Wolbrom	-0,092
305	0615072	Ulan-Majorat	0,387		1392	3027073	Tuliszków	-0,092
306	0601092	Łomazy	0,386		1393	0220042	Wisznia Mała	-0,092
307	1009022	Kielczygłów	0,386		1394	1806023	Kolbuszowa	-0,093
308	1607092	Skoroszyce	0,385		1395	2208052	Wicko	-0,093
309	1414043	Nasielsk	0,385		1396	2404022	Dąbrowa Zielona	-0,093
310	2008052	Krypno	0,384		1397	2011052	Kuźnica	-0,094
311	1432013	Błonie	0,384		1398	1218033	Kalwaria Zebrzydowska	-0,094
312	2007082	Wizna	0,384		1399	0610042	Milejów	-0,094
313	0602142	Turobin	0,383		1400	1807072	Miejsce Piastowe	-0,095
314	2815052	Małdyty	0,382		1401	1807062	Krościenko Wyżne	-0,095
315	3213062	Sławno	0,382		1402	1218022	Brzeźnica	-0,095
316	0410033	Nakło nad Notecią	0,381		1403	1218062	Spytkowice	-0,096
317	0606092	Rudnik	0,381		1404	1215063	Maków Podhalański	-0,096
318	0606112	Żółkiewka	0,381		1405	1018062	Sokolniki	-0,096
319	1804032	Chłopice	0,380		1406	3209053	Mielno	-0,097
320	0407082	Rojewo	0,378		1407	3023022	Łądek	-0,097
321	1002022	Bedlno	0,377		1408	1202072	Szczurowa	-0,097
322	3015023	Lwówek	0,377		1409	0603142	Żmudź	-0,097
323	2805042	Prostki	0,375		1410	0605012	Batorz	-0,098
324	0607092	Wilkołaz	0,375		1411	0619032	Hańsk	-0,098
325	0405062	Zbójno	0,375		1412	0608042	Jeziorzany	-0,098
326	3021052	Dopiewo	0,374		1413	0220052	Zawonia	-0,100
327	2013072	Nowe Piekuty	0,374		1414	1425033	Iłża	-0,100
328	0417032	Książki	0,374		1415	1016062	Lubochnia	-0,100
329	0409012	Dąbrowa	0,374		1416	1205062	Łużna	-0,101
330	2012092	Wizajny	0,371		1417	1810042	Łańcut	-0,101

331	3022013	Bojanowo	0,370		1418	0811052	Lipinki Łużyckie	-0,102
332	1409022	Ciepielów	0,370		1419	2208032	Cewice	-0,103
333	1403122	Trojanów	0,370		1420	0416063	Tuchola	-0,103
334	3017023	Nowe Skalmierzyce	0,370		1421	0606072	Łopiennik Górny	-0,103
335	3021163	Swarzędz	0,369		1422	2406042	Miedzno	-0,104
336	3028053	Skoki	0,369		1423	2814042	Dywity	-0,106
337	1427052	Sierpc	0,369		1424	0611052	Łuków	-0,106
338	3021093	Kórnik	0,369		1425	3209042	Manowo	-0,107
339	3007012	Blizanów	0,368		1426	0414042	Jeżewo	-0,107
340	3202023	Choszczno	0,367		1427	1433032	Korytnica	-0,107
341	0609013	Bełżyce	0,366		1428	0614062	Kurów	-0,108
342	2411072	Pietrowice Wielkie	0,366		1429	1214033	Nowe Brzesko	-0,108
343	0217012	Borów	0,365		1430	2401073	Siewierz	-0,109
344	2216032	Stary Dzierżoń	0,365		1431	0225072	Zgorzelec	-0,112
345	0414102	Świekatowo	0,364		1432	2201052	Lipnica	-0,112
346	2802022	Braniewo	0,364		1433	1209092	Wiśniowa	-0,114
347	0601082	Leśna Podlaska	0,363		1434	1414052	Pomieczówek	-0,115
348	1016082	Rzeczycza	0,363		1435	0222033	Wołów	-0,115
349	2203043	Debrzno	0,362		1436	1001052	Kluki	-0,115
350	1804042	Jarosław	0,361		1437	0208063	Bystrzyca Kłodzka	-0,116
351	1601062	Olszanka	0,359		1438	0224013	Bardo	-0,116
352	2818012	Banie Mazurskie	0,359		1439	3210022	Boleszkowice	-0,116
353	2212102	Ustka	0,358		1440	2404152	Rędziny	-0,117
354	0407022	Dąbrowa Biskupia	0,358		1441	2603012	Bejsce	-0,117
355	1009072	Strzelce Wielkie	0,357		1442	0809072	Świdnica	-0,117
356	2213102	Skórcz	0,357		1443	3002032	Drawsko	-0,118
357	1019023	Szadek	0,355		1444	1426042	Mokobody	-0,118
358	2206052	Liniewo	0,355		1445	0613012	Dębowa Kłoda	-0,118
359	2206072	Nowa Karczma	0,355		1446	1420112	Sochocin	-0,118
360	1429022	Bielany	0,354		1447	2215062	Linia	-0,118
361	1005072	Łowicz	0,353		1448	1425042	Jastrzębia	-0,118
362	2003042	Boćki	0,353		1449	1814022	Adamówka	-0,119
363	3007112	Żelazków	0,352		1450	0601052	Janów Podlaski	-0,119
364	2211072	Puck	0,351		1451	0612012	Chodel	-0,120
365	2013102	Wysokie Mazowieckie	0,351		1452	1812022	Jarocin	-0,120
366	3002062	Połajewo	0,350		1453	2410053	Pszczyna	-0,120
367	1412102	Latowicz	0,350		1454	2609043	Koprzywnica	-0,121
368	3218053	Węgorzyno	0,350		1455	1810022	Białobrzegi	-0,121
369	3214082	Marianowo	0,349		1456	0804052	Nowa Sól	-0,123
370	3214113	Suchań	0,349		1457	1209042	Pcim	-0,124
371	0609132	Wojciechów	0,349		1458	2402043	Czechowice-Dziedzice	-0,125
372	1006032	Brójce	0,349		1459	1429053	Kosów Lacki	-0,125
373	3015043	Nowy Tomyśl	0,348		1460	2206042	Kościerzyna	-0,125
374	1011033	Poddębice	0,348		1461	2408052	Wyry	-0,126
375	0209032	Krotoszyce	0,348		1462	2612062	Rytwiany	-0,127
376	1428082	Teresin	0,348		1463	1406092	Pniewy	-0,127
377	2801063	Sępól	0,347		1464	2404013	Błachownia	-0,128
378	3008022	Bralin	0,347		1465	0216013	Chocianów	-0,130

379	1608052	Radłów	0,346		1466	2603053	Skalbmierz	-0,130
380	1415022	Czarnia	0,346		1467	1434093	Radzymin	-0,130
381	0218012	Kostomłoty	0,345		1468	1012053	Kamięnsk	-0,130
382	1007052	Paradyż	0,345		1469	0620112	Stary Zamość	-0,130
383	2010023	Drohiczyn	0,345		1470	0607042	Gościeradów	-0,130
384	1407032	Gniewoszków	0,344		1471	1211132	Spytkowice	-0,131
385	3006043	Żerków	0,343		1472	1609092	Popielów	-0,133
386	3201043	Tychowo	0,342		1473	3023052	Powidz	-0,134
387	3023042	Ostrowite	0,341		1474	1408043	Serock	-0,134
388	1409033	Lipsko	0,341		1475	1014032	Brąszewice	-0,134
389	3020022	Czermin	0,341		1476	1208053	Miechów	-0,134
390	0808053	Świebodzin	0,340		1477	2612073	Staszów	-0,135
391	2207052	Ryjewo	0,339		1478	1809082	Wielkie Oczy	-0,135
392	2011032	Korycin	0,339		1479	1218093	Wadowice	-0,137
393	1001032	Drużbice	0,338		1480	1609042	Komprachcice	-0,137
394	1014042	Brzeźnio	0,337		1481	2417092	Milówka	-0,138
395	0414052	Lniano	0,336		1482	0805013	Cybinka	-0,139
396	0602062	Goraj	0,336		1483	3203052	Wierchowoo	-0,139
397	2803052	Płońnica	0,335		1484	2605033	Końskie	-0,140
398	1438023	Mszczonów	0,335		1485	1018012	Bolesławiec	-0,140
399	1411092	Sypniewo	0,335		1486	0608082	Michów	-0,140
400	1017012	Biała	0,335		1487	1206072	Liszki	-0,141
401	2809032	Lidzbark Warmiński	0,334		1488	1014093	Warta	-0,141
402	2008063	Mońki	0,333		1489	2602063	Sędziszów	-0,143
403	0402082	Osiek	0,333		1490	3012063	Zduny	-0,144
404	2806102	Wydminy	0,332		1491	3030023	Miłosław	-0,146
405	1406073	Mogielnica	0,332		1492	3015032	Miedzichowo	-0,146
406	1430042	Orońsko	0,332		1493	3216022	Brzeźno	-0,146
407	1426072	Przesmyki	0,332		1494	2201032	Czarna Dąbrówka	-0,146
408	1016042	Czerniewice	0,332		1495	2417052	Koszarawa	-0,146
409	3004033	Krobia	0,332		1496	1007032	Mniszków	-0,146
410	3013012	Krzemieniewo	0,331		1497	1803042	Dębica	-0,147
411	3003023	Czerniejewo	0,331		1498	1213093	Zator	-0,148
412	0214062	Oleśnica	0,331		1499	2201082	Studzienice	-0,148
413	2007062	Przytuły	0,331		1500	0605022	Chrzanów	-0,148
414	2215092	Szemud	0,330		1501	1815043	Sędziszów Małopolski	-0,149
415	1016102	Ujazd	0,330		1502	2404032	Janów	-0,149
416	2006053	Stawiski	0,330		1503	0802063	Krosno Odrzańskie	-0,149
417	1416092	Szulborze Wielkie	0,328		1504	1819012	Czudec	-0,149
418	1419022	Bodzanów	0,327		1505	1219043	Niepołomice	-0,150
419	2814063	Jeziorany	0,326		1506	1433082	Stoczek	-0,151
420	2204082	Trąbki Wielkie	0,326		1507	0620032	Komarów-Osada	-0,151
421	2607043	Ćmielów	0,326		1508	0201022	Bolesławiec	-0,151
422	1601022	Skarbimierz	0,324		1509	3203042	Ostrowice	-0,153
423	3031033	Krajenka	0,323		1510	2002073	Michałowoo	-0,153
424	0609033	Bychawa	0,323		1511	0811043	Jasień	-0,154
425	0808042	Szczaniec	0,322		1512	0612032	Karczmiska	-0,154
426	0401042	Aleksandrów Kujawski	0,322		1513	0805053	Słubice	-0,155

427	1416112	Zaręby Kościelne	0,321		1514	0810092	Żagań	-0,155
428	1010102	Wola Krzysztoporska	0,320		1515	1210062	Korzenna	-0,156
429	1605042	Walce	0,320		1516	3206072	Stare Czarnowo	-0,157
430	2411082	Rudnik	0,320		1517	0618022	Bełzec	-0,157
431	0418092	Kowal	0,319		1518	2204032	Kolbudy	-0,158
432	3021113	Murowana Goślina	0,319		1519	3024083	Wronki	-0,159
433	2609082	Wilczyce	0,318		1520	0221042	Czarny Bór	-0,159
434	1426102	Suchożebry	0,318		1521	0602102	Obsza	-0,161
435	2004053	Szczuczyn	0,317		1522	2406032	Lipie	-0,162
436	3218023	Łobez	0,317		1523	1603022	Bierawa	-0,163
437	2211062	Krokowa	0,317		1524	0609112	Niemce	-0,163
438	3007093	Stawiszyn	0,317		1525	2407032	Ciasna	-0,164
439	0412022	Brzuze	0,316		1526	0404022	Chełmno	-0,164
440	1607082	Pakosławice	0,316		1527	1811073	Przeclaw	-0,164
441	2204072	Suchy Dąb	0,316		1528	1803052	Jodłowa	-0,164
442	2816013	Biała Piska	0,315		1529	2818022	Dubeninki	-0,165
443	3007032	Ceków-Kolonia	0,315		1530	3211043	Police	-0,165
444	3010043	Kleczew	0,314		1531	2410062	Suszec	-0,166
445	0615052	Komarówka Podlaska	0,314		1532	1403072	Maciejowice	-0,166
446	1015052	Lipce Reymontowskie	0,314		1533	2601072	Tuczepy	-0,166
447	2801043	Bisztynek	0,313		1534	2203062	Przechlewo	-0,166
448	3009072	Koło	0,312		1535	1805022	Brzyska	-0,167
449	1007072	Sławno	0,311		1536	1418023	Konstancin-Jeziorna	-0,168
450	1016112	Żelechlinek	0,310		1537	1213082	Przeciszów	-0,168
451	1413062	Stupsk	0,309		1538	2814052	Gietrzwałd	-0,168
452	3027052	Małanów	0,309		1539	0802072	Maszewo	-0,170
453	0602082	Księżpól	0,307		1540	0210053	Olszyna	-0,170
454	0601152	Sosnowka	0,307		1541	3207013	Dziwnów	-0,171
455	3009113	Przedecz	0,307		1542	1402033	Gliniojeck	-0,172
456	0414032	Drzycim	0,307		1543	2607022	Bałtów	-0,174
457	1014113	Złoczew	0,306		1544	3215043	Borne Sulinowo	-0,174
458	1017022	Czarnożyły	0,306		1545	1203033	Chrzanów	-0,175
459	2203023	Czarne	0,306		1546	2206032	Karsin	-0,175
460	3209063	Polanów	0,305		1547	2602072	Słupia	-0,175
461	1804052	Laszki	0,305		1548	1416052	Małkinia Górna	-0,176
462	1010062	Moszczenica	0,303		1549	2407062	Koszęcin	-0,176
463	1004042	Grabów	0,303		1550	0207022	Kamienna Góra	-0,176
464	0620062	Miączyn	0,302		1551	1802032	Dydnia	-0,176
465	2606032	Lipnik	0,302		1552	1010012	Aleksandrów	-0,177
466	0413013	Kamień Krajeński	0,302		1553	1601052	Lubsza	-0,177
467	2805052	Stare Juchy	0,301		1554	1012113	Przedbórz	-0,178
468	0611092	Trzebieszów	0,300		1555	2605062	Słupia Konecka	-0,180
469	0803032	Przytoczna	0,300		1556	0223012	Czernica	-0,180
470	2809053	Orneta	0,300		1557	1213043	Kęty	-0,181
471	1008072	Pabianice	0,299		1558	1805092	Skołyszyn	-0,181
472	0808032	Skąpe	0,299		1559	1206022	Igołomia-Wawrzeńczyce	-0,181
473	2814082	Kolno	0,299		1560	2203052	Koczała	-0,183
474	0611072	Stanin	0,299		1561	1426082	Siedlce	-0,185

475	3209033	Bobolice	0,298		1562	2405063	Sośnicowice	-0,186
476	3015012	Kuślin	0,298		1563	1805042	Jasło	-0,187
477	3022053	Rawicz	0,298		1564	1425062	Jedlnia-Letnisko	-0,187
478	3027062	Przykona	0,298		1565	1407062	Magnuszew	-0,187
479	1434113	Tłuszcz	0,297		1566	1407053	Kozienice	-0,187
480	0415062	Łysomice	0,296		1567	0226043	Świerzawa	-0,188
481	1410023	Łosice	0,296		1568	2817072	Świątajno	-0,188
482	2804082	Rychliki	0,296		1569	1814073	Sieniawa	-0,188
483	3209082	Świeszyno	0,296		1570	0206052	Janowice Wielkie	-0,189
484	1013062	Sadkowice	0,295		1571	3031023	Jastrowie	-0,189
485	3019083	Wyrzysk	0,294		1572	1433053	Łochów	-0,189
486	2004022	Grajewo	0,294		1573	1215092	Zembrzyce	-0,190
487	3004063	Pogorzela	0,293		1574	3001053	Szamocin	-0,191
488	2213093	Skarszewy	0,292		1575	0614043	Kazimierz Dolny	-0,192
489	0810032	Brzeźnica	0,292		1576	0619062	Włodawa	-0,192
490	0219043	Jaworzyna Śląska	0,291		1577	1417082	Wiązowna	-0,192
491	0203042	Kotla	0,290		1578	1606052	Wilków	-0,192
492	1437063	Żuromin	0,290		1579	2404162	Starcza	-0,193
493	0224053	Ząbkowice Śląskie	0,290		1580	2003062	Orla	-0,193
494	0618063	Łaszczów	0,290		1581	0402053	Górzno	-0,193
495	3031042	Lipka	0,288		1582	2816033	Pisz	-0,195
496	0413043	Więcbork	0,288		1583	2417132	Świnna	-0,195
497	1014062	Goszczanów	0,288		1584	1209013	Dobczyce	-0,195
498	1608033	Olesno	0,287		1585	1806052	Raniżów	-0,196
499	3020052	Gołuchów	0,287		1586	2202052	Konarzyny	-0,196
500	3215052	Grzmiąca	0,286		1587	0609072	Jastków	-0,196
501	2002152	Zawady	0,286		1588	1217022	Biały Dunajec	-0,197
502	0618042	Krynice	0,285		1589	2413052	Krupski Młyn	-0,198
503	3019062	Szydłowo	0,285		1590	2612032	Oleśnica	-0,198
504	1608062	Rudniki	0,285		1591	0811032	Brody	-0,198
505	3004042	Pępowo	0,284		1592	2002112	Turośń Kościelna	-0,199
506	3023032	Orchowo	0,284		1593	1204032	Gręboszów	-0,199
507	3008033	Kępno	0,284		1594	1809063	Oleszyce	-0,199
508	1005052	Kiernozia	0,284		1595	2403062	Dębowiec	-0,200
509	1404032	Pacyna	0,283		1596	0205052	Paszowice	-0,200
510	3005032	Kamieniec	0,283		1597	0603082	Rejowiec Fabryczny	-0,200
511	1434072	Klembów	0,283		1598	3027092	Władysławów	-0,200
512	3208052	Rymań	0,283		1599	0609052	Głusk	-0,201
513	3006032	Kotlin	0,282		1600	1209033	Myslenice	-0,201
514	2201063	Miastko	0,282		1601	0617042	Rybczewice	-0,202
515	1413052	Strzegowo	0,282		1602	1808022	Grodzisko Dolne	-0,202
516	2606053	Ożarów	0,281		1603	0418022	Baruchowo	-0,202
517	1016032	Budziszewice	0,281		1604	0223073	Sobótka	-0,203
518	1601043	Lewin Brzeski	0,281		1605	1206092	Mogilany	-0,204
519	3215023	Barwice	0,280		1606	1012042	Gomunice	-0,204
520	0812023	Szlichtyngowa	0,279		1607	0208103	Międzylesie	-0,204
521	1411073	Różan	0,278		1608	1435032	Rząśnik	-0,206
522	0224063	Ziębice	0,278		1609	0804032	Kolsko	-0,206

523	0408092	Wielgie	0,278		1610	0208083	Lądek-Zdrój	-0,207
524	1423082	Wieniawa	0,278		1611	0205032	Męcinka	-0,208
525	3210052	Nowogródek Pomorski	0,277		1612	1817032	Bukowsko	-0,208
526	0614083	Nałęczów	0,276		1613	2601042	Pacanów	-0,208
527	1437042	Lutocin	0,275		1614	1203022	Babice	-0,210
528	0220023	Prusice	0,274		1615	0603062	Kamień	-0,210
529	2815063	Miłakowo	0,274		1616	1204023	Dąbrowa Tarnowska	-0,210
530	2207022	Gardeja	0,274		1617	1805112	Tarnowiec	-0,211
531	3028033	Gołańcz	0,274		1618	1807092	Wojaszówka	-0,212
532	2001022	Augustów	0,274		1619	1815052	Wielopole Skrzyńskie	-0,212
533	1011052	Wartkowice	0,274		1620	2401042	Bobrowniki	-0,213
534	1406042	Goszczyn	0,274		1621	1410052	Sarnaki	-0,213
535	1604023	Kluczbork	0,274		1622	1817052	Sanok	-0,214
536	2606062	Sadowie	0,274		1623	0204043	Wąsosz	-0,214
537	3027022	Brudzew	0,273		1624	3018073	Ostrzeszów	-0,215
538	1402082	Regimin	0,273		1625	0208112	Nowa Ruda	-0,215
539	0411022	Bytoń	0,271		1626	1219012	Biskupice	-0,215
540	1810032	Czarna	0,271		1627	1811102	Wadowice Górne	-0,215
541	3210043	Myślibórz	0,271		1628	0403062	Osielsko	-0,216
542	0808063	Zbąszynek	0,270		1629	0223062	Mietków	-0,216
543	0419022	Gąsawa	0,269		1630	1201022	Bochnia	-0,216
544	1004032	Góra Świętej Małgorzaty	0,269		1631	1604032	Lasowice Wielkie	-0,216
545	0604062	Trzeszczany	0,269		1632	3217043	Tuczno	-0,216
546	3004023	Gostyń	0,268		1633	0801052	Lubiszyn	-0,217
547	2215052	Gniewino	0,268		1634	1820022	Gorzyce	-0,217
548	2807063	Susz	0,267		1635	1810052	Markowa	-0,219
549	1604043	Wolczyn	0,267		1636	2405032	Gierałtowiec	-0,219
550	0611032	Adamów	0,266		1637	1437032	Lubowidz	-0,220
551	0616052	Stężyca	0,266		1638	1212032	Bolesław	-0,222
552	2812032	Grodziczno	0,265		1639	1413032	Lipowiec Kościelny	-0,224
553	0607082	Urzędów	0,265		1640	2610042	Skarżysko Kościelne	-0,225
554	2817082	Wielbark	0,265		1641	2415092	Mszana	-0,226
555	1426053	Mordy	0,264		1642	1816023	Błazowa	-0,226
556	0601102	Międzyrzec Podlaski	0,264		1643	1017032	Konopnica	-0,226
557	3022033	Miejska Górka	0,264		1644	0207042	Marciszów	-0,227
558	0803063	Trzciel	0,264		1645	2403103	Skoczów	-0,229
559	2006042	Mały Płock	0,263		1646	2404072	Konopiska	-0,229
560	2814122	Świątki	0,263		1647	0617022	Mełgiew	-0,230
561	1419032	Brudzeń Duży	0,261		1648	3018022	Doruchów	-0,230
562	1015042	Kowiesy	0,261		1649	2604152	Pierzchnica	-0,230
563	2204062	Pszczółki	0,260		1650	2415082	Markłowice	-0,231
564	2012062	Rutka-Tartak	0,260		1651	1430032	Mirów	-0,231
565	1009062	Siemkowice	0,260		1652	2602023	Jędrzejów	-0,232
566	0803012	Bledzew	0,259		1653	1438032	Puszcza Mariańska	-0,233
567	0604082	Werbkowice	0,259		1654	0609062	Jabłonna	-0,234
568	1804062	Pawłosiów	0,259		1655	2202023	Brusy	-0,234
569	0216032	Grębocice	0,259		1656	1209073	Sułkowice	-0,234

570	2802062	Płoskinia	0,259		1657	1203043	Libiąż	-0,234
571	3020063	Pleszew	0,259		1658	2404132	Poczesna	-0,235
572	1419153	Wyszogród	0,257		1659	0809092	Zabór	-0,236
573	3213052	Postomino	0,257		1660	1814042	Jawornik Polski	-0,237
574	1412132	Siennica	0,256		1661	1211142	Szaflary	-0,237
575	3013043	Rydzyzna	0,256		1662	2613032	Moskorzew	-0,237
576	1020083	Stryków	0,255		1663	1412073	Halinów	-0,238
577	3204023	Goleniów	0,255		1664	2417102	Radziechowy-Wieprz	-0,238
578	1415042	Goworowo	0,255		1665	0806052	Zwierzyn	-0,238
579	0216062	Radwanice	0,254		1666	2410022	Kobiór	-0,241
580	1011043	Uniejów	0,254		1667	1007062	Poświętne	-0,241
581	1603032	Cisek	0,254		1668	1807012	Chorkówka	-0,241
582	3013052	Święciechowa	0,253		1669	0220063	Żmigród	-0,241
583	0413023	Sępólno Krajeńskie	0,253		1670	2407052	Kochanowice	-0,242
584	1607063	Otmuchów	0,252		1671	1811032	Czermin	-0,244
585	3014033	Międzychód	0,252		1672	2416092	Włodowice	-0,245
586	0223092	Żórawina	0,251		1673	0602132	Tereszpol	-0,247
587	1428072	Sochaczew	0,251		1674	1207122	Tymbark	-0,247
588	2211052	Kosakowo	0,250		1675	2406082	Przystajń	-0,248
589	3026043	Śrem	0,249		1676	0620082	Radecznica	-0,250
590	1603052	Polska Cerekiew	0,249		1677	0215033	Jelcz-Laskowice	-0,250
591	3031062	Tarnówka	0,249		1678	2608013	Działoszyce	-0,250
592	0220033	Trzebnica	0,248		1679	0602053	Frampol	-0,251
593	1007043	Opoczno	0,246		1680	1803023	Brzostek	-0,252
594	1812073	Ulanów	0,246		1681	3202063	Recz	-0,253
595	2406023	Krzepice	0,245		1682	1816102	Lubenia	-0,256
596	3019043	Łobżenica	0,245		1683	2403122	Zebrzydowice	-0,256
597	0415072	Obrowo	0,245		1684	1817073	Żagórz	-0,258
598	0618053	Lubycza Królewska	0,244		1685	3012043	Krotoszyn	-0,258
599	3208042	Kołobrzeg	0,244		1686	3214033	Dobrzany	-0,261
600	1017093	Wieluń	0,243		1687	1816042	Chmielnik	-0,262
601	1018022	Czastary	0,243		1688	1206032	Iwanowice	-0,262
602	0608112	Ostrówek	0,242		1689	0616062	Ułęż	-0,262
603	0613022	Jabłoń	0,241		1690	0403012	Białe Błota	-0,263
604	2001032	Bargłów Kościelny	0,241		1691	0809022	Bojadła	-0,263
605	0405052	Radomin	0,241		1692	2601063	Stopnica	-0,265
606	3201033	Karlino	0,240		1693	0612042	Łaziska	-0,265
607	0401082	Waganiec	0,239		1694	1608072	Zębowice	-0,265
608	0416022	Gostycyn	0,239		1695	0806032	Stare Kurowo	-0,266
609	0214073	Syców	0,239		1696	1201072	Rzezawa	-0,266
610	0809043	Kargowa	0,239		1697	2204052	Przywidz	-0,267
611	0223052	Kobierzyce	0,238		1698	3013072	Włoszakowice	-0,268
612	1013023	Biała Rawska	0,238		1699	2810023	Mikołajki	-0,269
613	0601112	Piszczac	0,237		1700	1435012	Brańszczyk	-0,269
614	1412093	Kałużyn	0,236		1701	1811092	Tuszów Narodowy	-0,269
615	1403112	Sobolew	0,235		1702	0207033	Lubawka	-0,271
616	1603042	Pawłowiczki	0,235		1703	1806032	Majdan Królewski	-0,272
617	0609122	Strzyżewice	0,235		1704	1417052	Koźbiel	-0,272

618	1425052	Jedlińsk	0,234		1705	2415062	Gorzyce	-0,272
619	2003052	Brańsk	0,234		1706	1401013	Białobrzegi	-0,274
620	3006023	Jarocin	0,234		1707	0803053	Skwierzyna	-0,276
621	0613062	Siemień	0,234		1708	1209062	Siepraw	-0,277
622	0404072	Unisław	0,234		1709	1609052	Łubniany	-0,278
623	2013062	Kulesze Kościelne	0,232		1710	2605022	Gowarczów	-0,278
624	0402042	Brzozie	0,231		1711	0811082	Trzebiel	-0,278
625	3008062	Rychtal	0,231		1712	1606032	Pokój	-0,278
626	0404032	Kijewo Królewskie	0,231		1713	1210022	Chełmiec	-0,280
627	1607033	Korfantów	0,230		1714	2606022	Iwaniska	-0,280
628	2215072	Luzino	0,230		1715	1429042	Jabłonna Lacka	-0,282
629	2212032	Dębica Kaszubska	0,229		1716	1423012	Borkowice	-0,283
630	0604052	Mircze	0,229		1717	0415082	Wielka Nieszawka	-0,283
631	1813072	Orły	0,229		1718	2417062	Lipowa	-0,283
632	0219083	Żarów	0,229		1719	2404042	Kamienica Polska	-0,284
633	1406022	Błędów	0,229		1720	2814093	Olsztynek	-0,284
634	1011012	Dalików	0,228		1721	3021103	Mosina	-0,286
635	0406043	Radzyń Chełmiński	0,227		1722	1203053	Trzebinia	-0,286
636	0412052	Skrwilno	0,227		1723	1211123	Rabka-Zdrój	-0,287
637	1419063	Gąbin	0,227		1724	2206082	Stara Kiszewa	-0,287
638	0601032	Biała Podlaska	0,227		1725	0223083	Siechnice	-0,288
639	0226062	Złotoryja	0,227		1726	2417082	Łodygowice	-0,288
640	1006103	Rzgów	0,226		1727	2606012	Baćkowice	-0,289
641	1605023	Krapkowice	0,226		1728	1426022	Korczew	-0,290
642	1003052	Wodzierady	0,226		1729	2004043	Rajgród	-0,290
643	2008032	Jaświły	0,225		1730	1807052	Korczyn	-0,290
644	2406072	Popów	0,225		1731	3202012	Bierzwnik	-0,290
645	3009092	Olszówka	0,224		1732	1816052	Dynów	-0,291
646	0402062	Bartniczka	0,224		1733	1609132	Turawa	-0,292
647	0209062	Miłkowice	0,222		1734	2611042	Pawłów	-0,293
648	2405082	Wielowieś	0,221		1735	2613042	Radków	-0,294
649	2011062	Nowy Dwór	0,221		1736	0205023	Bolków	-0,296
650	2812052	Nowe Miasto Lubawskie	0,221		1737	3007022	Brzeziny	-0,299
651	3007083	Opatówek	0,220		1738	0221082	Walim	-0,300
652	3019073	Ujście	0,220		1739	2815042	Łukta	-0,300
653	2207062	Sadlinki	0,220		1740	0206072	Mysłakowice	-0,303
654	1009032	Nowa Brzeźnica	0,219		1741	0608132	Uścimów	-0,303
655	2819033	Węgorzewo	0,219		1742	2004032	Radziłów	-0,304
656	3212012	Bielice	0,219		1743	1804073	Pruchnik	-0,305
657	2606072	Tarłów	0,218		1744	1208042	Książ Wielki	-0,306
658	1012032	Gidle	0,218		1745	1819032	Niebylec	-0,306
659	1429082	Sokolów Podlaski	0,218		1746	1211082	Łapsze Niżne	-0,307
660	1611053	Strzelce Opolskie	0,218		1747	0602022	Aleksandrów	-0,308
661	0616043	Ryki	0,217		1748	1213033	Chełmek	-0,308
662	3027042	Kawęczyn	0,217		1749	0403022	Dąbrowa Chełmińska	-0,308
663	3208022	Dygowo	0,217		1750	0401072	Raciążek	-0,310
664	0612063	Poniatowa	0,217		1751	1216082	Skrzyszów	-0,310

665	1422052	Krasne	0,216		1752	1006082	Nowosolna	-0,310
666	0405032	Golub-Dobrzyń	0,216		1753	1210042	Grybów	-0,311
667	2609022	Dwikozy	0,214		1754	2613063	Włoszczowa	-0,312
668	0219063	Strzegom	0,213		1755	1429092	Sterdyń	-0,313
669	1404022	Gostynin	0,213		1756	1218052	Mucharz	-0,313
670	0406052	Rogóżno	0,213		1757	1212053	Olkusz	-0,314
671	2806083	Ryn	0,212		1758	2417032	Gilowice	-0,314
672	1434052	Dąbrówka	0,212		1759	2811022	Janowo	-0,315
673	1010032	Gorzkowice	0,211		1760	2409032	Niegowa	-0,316
674	0219052	Marcinowice	0,210		1761	0612072	Wilków	-0,316
675	1407022	Głowaczów	0,210		1762	3010052	Kramsk	-0,316
676	2404082	Kruszyna	0,210		1763	1418052	Prażmów	-0,317
677	1004052	Łęczyca	0,209		1764	1204062	Radgoszcz	-0,317
678	1020062	Ozorków	0,208		1765	0206062	Jeżów Sudecki	-0,318
679	1012022	Dobryszycy	0,208		1766	2417042	Jeleśnia	-0,318
680	1014023	Błaszki	0,208		1767	2414042	Bojszowy	-0,318
681	1609022	Dąbrowa	0,208		1768	1206143	Świątniki Górne	-0,319
682	0215022	Domaniów	0,207		1769	2612012	Bogoria	-0,321
683	1434082	Poświętne	0,205		1770	1017072	Pątnów	-0,321
684	1412062	Dobre	0,205		1771	2408042	Ornontowice	-0,321
685	2012042	Przerośl	0,205		1772	1804092	Rokietnica	-0,321
686	0406062	Świecie nad Osą	0,204		1773	1206132	Sułoszowa	-0,323
687	3002022	Czarnków	0,204		1774	2213062	Lubichowo	-0,323
688	2813052	Świątajno	0,204		1775	0614032	Janowiec	-0,323
689	2406052	Opatów	0,204		1776	1416043	Brok	-0,324
690	2010062	Milejczyce	0,204		1777	2604043	Chmielnik	-0,325
691	2815032	Grunwald	0,203		1778	1418032	Lesznówola	-0,325
692	0414063	Nowe	0,202		1779	1819052	Wiśniowa	-0,325
693	0414093	Świecie	0,202		1780	2401062	Psary	-0,325
694	1603062	Reńska Wieś	0,201		1781	0804072	Otyń	-0,326
695	1432063	Ożarów Mazowiecki	0,201		1782	0619072	Wola Uhruska	-0,328
696	3004052	Piaski	0,201		1783	3002083	Wieleń	-0,328
697	2004062	Wąsosz	0,200		1784	0620043	Krasnobród	-0,328
698	0611082	Stoczek Łukowski	0,200		1785	1401063	Wyśmierzyce	-0,329
699	1021022	Brzeziny	0,199		1786	2011022	Janów	-0,330
700	0603113	Siedliszcze	0,199		1787	1605032	Strzeleczyki	-0,330
701	1416082	Stary Lubotyń	0,198		1788	1213062	Oświęcim	-0,330
702	3216042	Rąbino	0,197		1789	1206152	Wielka Wieś	-0,330
703	1422023	Chorzele	0,197		1790	3002043	Krzyż Wielkopolski	-0,331
704	3029022	Siedlec	0,197		1791	0614112	Żyrzyn	-0,331
705	1403082	Miastków Kościelny	0,197		1792	1806012	Cmolas	-0,332
706	1411082	Rzewnie	0,196		1793	1405052	Jaktorów	-0,332
707	0218043	Środa Śląska	0,196		1794	3204073	Stepnica	-0,332
708	0607023	Annopol	0,195		1795	0204022	Jemielno	-0,333
709	1416022	Andrzejewo	0,194		1796	0619042	Stary Brus	-0,333
710	3013022	Lipno	0,194		1797	2611032	Mirzec	-0,333
711	1010042	Grabica	0,194		1798	1202023	Brzesko	-0,334
712	3002073	Trzcianka	0,194		1799	1211032	Czarny Dunajec	-0,336

713	3214062	Kobylanka	0,192		1800	1804112	Wiązownica	-0,336
714	0809063	Sulechów	0,192		1801	3021152	Suchy Las	-0,336
715	2003032	Bielsk Podlaski	0,192		1802	1818053	Zaklików	-0,337
716	2013023	Ciechanowiec	0,191		1803	2804093	Tolkmicko	-0,337
717	1406113	Warka	0,191		1804	2602082	Sobków	-0,337
718	2007072	Śniadowo	0,191		1805	2002032	Dobrzyniewo Duże	-0,338
719	2817022	Dźwierzuty	0,189		1806	2414052	Chełm Śląski	-0,338
720	1004062	Piątek	0,189		1807	1204012	Bolesław	-0,338
721	0618102	Telatyn	0,189		1808	2213052	Kaliska	-0,339
722	3027033	Dobra	0,188		1809	2613022	Krasocin	-0,339
723	1425112	Wierzbica	0,188		1810	1211052	Jablonka	-0,340
724	0415092	Zławieś Wielka	0,188		1811	1434123	Wołomin	-0,340
725	3021172	Tarnowo Podgórne	0,187		1812	2406092	Wręczyca Wielka	-0,341
726	0203032	Jerzmanowa	0,187		1813	1818032	Pysznica	-0,343
727	3001032	Chodzież	0,186		1814	2202043	Czersk	-0,345
728	0804043	Koźuchów	0,186		1815	1417043	Karczew	-0,349
729	1427032	Mochowo	0,185		1816	1408032	Nieporęt	-0,351
730	3215062	Szczecinek	0,184		1817	1207032	Dobra	-0,351
731	2801052	Górowo Iławeckie	0,184		1818	1818022	Bojanów	-0,351
732	3025022	Krzykosy	0,184		1819	1216032	Lisia Góra	-0,351
733	1015012	Bolimów	0,184		1820	1805053	Kołaczyce	-0,352
734	2213132	Zblewo	0,184		1821	0603132	Wojślawice	-0,352
735	1816033	Boguchwała	0,183		1822	2607053	Kunów	-0,352
736	0219032	Dobromierz	0,183		1823	3203013	Czaplinek	-0,353
737	2009052	Sejny	0,181		1824	1218082	Tomice	-0,356
738	2011013	Dąbrowa Białostocka	0,181		1825	3203063	Złocieniec	-0,357
739	1610043	Prudnik	0,179		1826	2412022	Gaszowice	-0,357
740	1607073	Paczków	0,179		1827	1216122	Wietrzychowice	-0,357
741	0812033	Wschowa	0,178		1828	0603092	Ruda-Huta	-0,358
742	0418072	Fabianki	0,178		1829	2410032	Miedzna	-0,358
743	1406032	Chynów	0,178		1830	1205072	Moszczenica	-0,358
744	3022023	Jutrosin	0,178		1831	2610053	Suchedniów	-0,358
745	1017052	Osjaków	0,178		1832	1216072	Rzepiennik Strzyżewski	-0,358
746	0804063	Nowe Miasteczko	0,178		1833	2602092	Wodzisław	-0,358
747	0211043	Ścinawa	0,178		1834	1216112	Wierzchosławice	-0,359
748	1817022	Besko	0,177		1835	1207042	Jodłownik	-0,360
749	1418063	Tarczyn	0,177		1836	2416053	Łazy	-0,361
750	3007062	Lisków	0,177		1837	2205012	Chmielno	-0,361
751	1018042	Lututów	0,177		1838	2602033	Małogoszcz	-0,361
752	1420042	Czerwińsk nad Wisłą	0,175		1839	1611033	Kolonowskie	-0,362
753	1007012	Białaczów	0,175		1840	2213013	Czarna Woda	-0,363
754	1001083	Zelów	0,175		1841	0408022	Bobrowniki	-0,363
755	0205042	Mściwojów	0,174		1842	1218072	Stryszów	-0,364
756	0209082	Ruja	0,174		1843	1208072	Słaboszów	-0,365
757	2405073	Toszek	0,174		1844	1209052	Raciechowice	-0,365
758	0213012	Cieszków	0,173		1845	1011022	Pęczniew	-0,366
759	0208072	Kłodzko	0,173		1846	3007042	Godziesze Wielkie	-0,367
760	0404062	Stolno	0,172		1847	2416073	Pilica	-0,367

761	1433092	Wierzbo	0,172		1848	0808022	Łągów	-0,368
762	0225052	Sulików	0,172		1849	3030043	Pyzdry	-0,369
763	2815083	Morań	0,172		1850	1203013	Alwernia	-0,369
764	1437022	Kuczbork-Osada	0,170		1851	0402102	Zbiczno	-0,369
765	3215033	Biały Bór	0,170		1852	1201092	Żegocina	-0,370
766	1413042	Radzanów	0,170		1853	1215052	Jordanów	-0,372
767	0214042	Dziadowa Kłoda	0,170		1854	2205023	Kartuzy	-0,372
768	1812032	Jeżowe	0,170		1855	1417062	Osieck	-0,372
769	0411032	Dobre	0,169		1856	2401052	Mierzęcice	-0,373
770	2008022	Jasionówka	0,168		1857	1809053	Narol	-0,375
771	2814023	Biskupiec	0,167		1858	1417072	Sobienie-Jeziory	-0,379
772	1422042	Jednorozec	0,166		1859	0610022	Ludwin	-0,379
773	2609093	Zawichost	0,165		1860	1429032	Ceranów	-0,381
774	1608013	Dobrodzień	0,165		1861	2815073	Miłomłyn	-0,382
775	1012082	Lgota Wielka	0,165		1862	1212062	Trzyciąż	-0,382
776	2413092	Zbrosławice	0,164		1863	2413062	Ożarówce	-0,383
777	0411062	Radziejów	0,164		1864	3017052	Przygodzice	-0,384
778	2011083	Sokolka	0,164		1865	0801062	Santok	-0,389
779	3216033	Połczyn-Zdrój	0,164		1866	1215032	Budzów	-0,392
780	2612022	Łubnice	0,162		1867	2407042	Herby	-0,392
781	1608043	Praszka	0,162		1868	0603042	Dorohusk	-0,393
782	2815022	Dąbrówno	0,162		1869	1219032	Kłaj	-0,393
783	2204042	Pruszcz Gdański	0,161		1870	0212043	Mirsk	-0,393
784	0203022	Głogów	0,161		1871	1611073	Zawadzkie	-0,394
785	0224032	Kamieniec Żąbkowicki	0,161		1872	2002013	Choroszcz	-0,395
786	0204032	Niechlów	0,160		1873	1807083	Rymanów	-0,398
787	1424072	Zatory	0,160		1874	2415052	Godów	-0,398
788	1206123	Słomniki	0,160		1875	1433072	Sadowne	-0,399
789	1005082	Łyszkowice	0,160		1876	2816023	Orzysz	-0,400
790	0402092	Świedziebnia	0,159		1877	2413072	Świerklaniec	-0,403
791	1416032	Boguty-Pianki	0,159		1878	1418043	Piaseczno	-0,404
792	2804022	Godkowo	0,159		1879	1210142	Podegrodzie	-0,404
793	1428032	Ilów	0,159		1880	2415072	Lubomia	-0,405
794	0808012	Lubrza	0,158		1881	2607062	Waśniów	-0,407
795	0411072	Topólka	0,158		1882	2005032	Czeremcha	-0,407
796	3207063	Wolin	0,156		1883	1409062	Solec nad Wisłą	-0,408
797	0614102	Wąwolnica	0,156		1884	2604142	Piekoszów	-0,409
798	1213052	Osiek	0,156		1885	2405042	Pilchowice	-0,410
799	0615062	Radzyń Podlaski	0,155		1886	1216092	Tarnów	-0,410
800	0607102	Zakrzówek	0,155		1887	1215072	Stryszawa	-0,410
801	1214053	Proszowice	0,154		1888	2604082	Łopuszno	-0,412
802	2201023	Bytów	0,154		1889	2412042	Lyski	-0,412
803	2013052	Kobylin-Borzymy	0,153		1890	1818042	Radomyśl nad Sanem	-0,415
804	1433062	Miedzna	0,152		1891	2413082	Tworóg	-0,415
805	0609042	Garbów	0,152		1892	0603052	Dubienka	-0,417
806	1420072	Naruszewo	0,150		1893	1207072	Limanowa	-0,417
807	0202052	Dzierżoniów	0,150		1894	2404122	Olsztyn	-0,418
808	0222022	Wińsko	0,150		1895	3211033	Nowe Warpno	-0,419

809	1420062	Joniec	0,150		1896	1821033	Lesko	-0,421
810	3217033	Miroslawiec	0,149		1897	1213023	Brzeszcze	-0,423
811	0214032	Dobroszyce	0,149		1898	2817043	Pasym	-0,423
812	1410062	Stara Kornica	0,148		1899	2814102	Purda	-0,424
813	2802033	Frombork	0,148		1900	1430012	Chlewiska	-0,428
814	0619082	Wryki	0,148		1901	1609083	Ozimek	-0,430
815	1607042	Łambinowice	0,148		1902	1816072	Hyżne	-0,433
816	1813102	Żurawica	0,147		1903	1208062	Raławice	-0,433
817	1017042	Mokrsko	0,147		1904	2007092	Zbójna	-0,433
818	0806043	Strzelce Krajeńskie	0,147		1905	2005073	Kleszczele	-0,434
819	1437052	Siemiatkowo	0,146		1906	0810043	Iłowa	-0,434
820	2807043	Kisielice	0,145		1907	2611022	Brody	-0,434
821	1437013	Biezuń	0,144		1908	2417122	Ślemień	-0,434
822	3015063	Zbąszyń	0,144		1909	1206162	Zabierzów	-0,435
823	0409022	Jezióra Wielkie	0,143		1910	0605032	Dzwola	-0,436
824	3019022	Białośliwie	0,143		1911	0214053	Międzybórz	-0,441
825	0602112	Potok Górny	0,143		1912	2607032	Bodzechów	-0,442
826	0614052	Końskowola	0,143		1913	2409053	Żarki	-0,442
827	2007013	Jedwabne	0,142		1914	2402082	Porąbka	-0,443
828	0408043	Dobrzyń nad Wisłą	0,142		1915	0208123	Radków	-0,443
829	2212042	Główczyce	0,142		1916	0801073	Witnica	-0,444
830	0210042	Lubań	0,141		1917	2602012	Imielno	-0,445
831	2011093	Suchowola	0,141		1918	1419092	Nowy Duninów	-0,445
832	1003023	Łask	0,141		1919	3017082	Sośnie	-0,446
833	1214012	Koniusza	0,140		1920	1201032	Drwinia	-0,446
834	2203072	Rzeczenica	0,140		1921	2417152	Węgierska Górka	-0,446
835	3018033	Grabów nad Prosną	0,140		1922	2001043	Lipsk	-0,446
836	2013082	Sokoły	0,140		1923	1202012	Borzęcin	-0,446
837	1006073	Koluszki	0,139		1924	1216133	Wojnicz	-0,447
838	0218052	Udanin	0,139		1925	3017063	Raszków	-0,447
839	1425022	Gózd	0,139		1926	1813082	Przemysł	-0,448
840	1425103	Skaryszew	0,139		1927	2010052	Mielnik	-0,449
841	1610032	Lubrza	0,138		1928	2001072	Sztabin	-0,454
842	0218022	Malczyce	0,136		1929	0225063	Węgliniec	-0,454
843	1809042	Lubaczów	0,136		1930	0806023	Drezdenko	-0,455
844	0609022	Borzechów	0,135		1931	3018012	Czajków	-0,455
845	1014082	Sieradz	0,135		1932	2410012	Goczałkowice-Zdrój	-0,456
846	1208022	Gołcza	0,135		1933	3017033	Odolanów	-0,458
847	3011043	Krzywiń	0,135		1934	0620102	Skierbieszów	-0,458
848	1814032	Gać	0,134		1935	1815022	Ostrów	-0,459
849	1003032	Sędziejowice	0,134		1936	2604072	Łągów	-0,459
850	0209042	Kunice	0,134		1937	3214053	Ińsko	-0,459
851	3211022	Końskowice	0,134		1938	3018042	Kobyła Góra	-0,462
852	1409042	Rzeczniów	0,134		1939	0604032	Horodło	-0,462
853	2215082	Łęczyce	0,133		1940	3018052	Kraszewice	-0,463
854	3206053	Mieszkowice	0,133		1941	2002063	Łapy	-0,465
855	1406083	Nowe Miasto nad Pilicą	0,132		1942	2002103	Suraz	-0,465

856	1415052	Kadziđło	0,132		1943	2417112	Rajcza	-0,466
857	1435062	Zabrodzie	0,132		1944	1211092	Nowy Targ	-0,466
858	3021143	Stęszew	0,131		1945	2612082	Szydłów	-0,469
859	1415092	Olszewo-Borki	0,131		1946	0221053	Głuszycza	-0,472
860	1436012	Kazanów	0,130		1947	1216053	Radłów	-0,472
861	3005053	Wielichowo	0,130		1948	0414072	Osie	-0,473
862	1012122	Radomsko	0,130		1949	1214022	Koszyce	-0,475
863	3010103	Sompolno	0,130		1950	1206012	Czernichów	-0,476
864	3014012	Chrzypsko Wielkie	0,129		1951	1819022	Frysztak	-0,476
865	1407042	Grabów nad Pilicą	0,129		1952	2416063	Ogrodzieniec	-0,476
866	1425122	Wolanów	0,129		1953	2608022	Kije	-0,477
867	0416032	Kęsowo	0,128		1954	2601013	Busko-Zdrój	-0,478
868	3027082	Turek	0,128		1955	1423042	Odrzywół	-0,478
869	3206012	Banie	0,128		1956	3029012	Przemęt	-0,480
870	1426132	Zbuczyn	0,128		1957	2604123	Morawica	-0,481
871	1423052	Potworów	0,127		1958	2604092	Masłów	-0,481
872	0217053	Wiązów	0,127		1959	2603042	Opatowiec	-0,482
873	0604042	Hrubieszów	0,126		1960	0606062	Krańciczyn	-0,484
874	0201062	Warta Bolesławska	0,125		1961	2605083	Stąporków	-0,487
875	3010112	Stare Miasto	0,125		1962	1208032	Kozłów	-0,488
876	0617033	Piaski	0,125		1963	2012072	Suwałki	-0,491
877	0223032	Jordanów Śląski	0,125		1964	0801042	Kłodawa	-0,491
878	0613043	Parczew	0,123		1965	1018032	Galewice	-0,491
879	0809013	Babimost	0,122		1966	0416012	Cekcyn	-0,493
880	1810072	Żołyńia	0,121		1967	1207082	Łukowica	-0,494
881	2212053	Kępice	0,121		1968	0603022	Białopole	-0,495
882	1818062	Zaleszany	0,120		1969	1212042	Klucze	-0,496
883	0809082	Trzebiechów	0,120		1970	1611022	Jemielnica	-0,500
884	1420082	Nowe Miasto	0,119		1971	2412013	Czerwionka-Leszczyny	-0,500
885	1606023	Namysłów	0,119		1972	2005052	Dubicze Cerkiewne	-0,500
886	0402032	Brodnica	0,118		1973	0620012	Adamów	-0,502
887	0418132	Włocławek	0,118		1974	1216013	Ciężkowice	-0,502
888	1410032	Olszanka	0,117		1975	3212022	Kozielice	-0,503
889	1020092	Zgierz	0,117		1976	1205052	Lipinki	-0,504
890	3208033	Gościno	0,117		1977	2409042	Poraj	-0,504
891	1007082	Żarnów	0,117		1978	0216053	Przemków	-0,504
892	2214023	Gniew	0,117		1979	1208012	Charsznica	-0,506
893	1808053	Nowa Sarzyna	0,117		1980	2608052	Złota	-0,507
894	2416083	Szczekociny	0,117		1981	3206023	Cedynia	-0,512
895	2802072	Wilczęta	0,117		1982	2806052	Krukłanki	-0,515
896	1015082	Skierniewice	0,116		1983	2613012	Kluczewsko	-0,516
897	1010113	Wolbórz	0,115		1984	1801032	Czarna	-0,517
898	3031072	Zakrzewo	0,115		1985	1403132	Wilga	-0,517
899	3008072	Trzcina	0,115		1986	1806042	Niwiska	-0,518
900	1803072	Żyraków	0,114		1987	1821052	Solina	-0,519
901	2012032	Jeleniewo	0,114		1988	1206082	Michałowice	-0,519
902	3206043	Gryfino	0,113		1989	1206042	Jerzmanowice-Przegonia	-0,520
903	3026023	Dolsk	0,112		1990	0605063	Modliborzyce	-0,520

904	2007032	Miastkowo	0,112		1991	2602042	Nagłowice	-0,522
905	0603153	Rejowiec	0,110		1992	2601052	Solec-Zdrój	-0,523
906	2010082	Perlejewo	0,109		1993	2411053	Kuźnia Raciborska	-0,527
907	1012092	Ładzice	0,109		1994	2601022	Gnojno	-0,528
908	1809023	Cieszanów	0,109		1995	1210092	Łącko	-0,533
909	0601122	Rokitno	0,108		1996	1811052	Mielec	-0,540
910	1015022	Głuchów	0,108		1997	1421052	Nadarzyn	-0,540
911	1816082	Kamień	0,107		1998	0201032	Gromadka	-0,541
912	0609152	Wysokie	0,106		1999	2403092	Istebna	-0,547
913	0212013	Gryfów Śląski	0,106		2000	2412032	Jejkowice	-0,547
914	1816113	Sokołów Małopolski	0,106		2001	0201052	Osiecznica	-0,548
915	1814092	Zarzeczce	0,106		2002	1210102	Łososina Dolna	-0,548
916	1001062	Rusiec	0,104		2003	1813012	Bircza	-0,549
917	1816143	Tyczyn	0,104		2004	1817042	Komańcza	-0,549
918	1414063	Zakroczym	0,104		2005	1206063	Krzyszowice	-0,550
919	3206083	Trzczańsko-Zdrój	0,103		2006	3202033	Drawno	-0,552
920	0210033	Leśna	0,103		2007	3013062	Wijewo	-0,556
921	0214023	Bierutów	0,103		2008	1210032	Gródek nad Dunajcem	-0,558
922	3210033	Dębno	0,102		2009	1016052	Inowłódz	-0,559
923	1814082	Tryńcza	0,102		2010	1216022	Gromnik	-0,560
924	2605012	Fałków	0,102		2011	2417022	Czernichów	-0,561
925	1605013	Gogolin	0,102		2012	2601032	Nowy Korczyn	-0,562
926	0611102	Wojcieszków	0,102		2013	0206082	Podgórzyń	-0,565
927	3009082	Kościelec	0,101		2014	2605042	Radoszyce	-0,566
928	1403032	Borowie	0,101		2015	2206062	Lipusz	-0,566
929	2212062	Kobylnica	0,101		2016	1216143	Zakliczyn	-0,566
930	1204052	Olesno	0,101		2017	2605052	Ruda Maleniecka	-0,567
931	1006113	Tuszyn	0,100		2018	0602073	Józefów	-0,569
932	1602033	Głubczyce	0,099		2019	2604112	Mniów	-0,569
933	0611062	Serokomla	0,099		2020	0811092	Tuplice	-0,572
934	1433022	Grębków	0,099		2021	2002133	Wasilków	-0,582
935	1609112	Tarnów Opolski	0,098		2022	2604102	Miedziana Góra	-0,585
936	2807073	Zalewo	0,097		2023	0810082	Wymiarki	-0,588
937	3026012	Brodnica	0,097		2024	1216103	Tuchów	-0,591
938	1812042	Krzyszów	0,096		2025	3021072	Komorniki	-0,593
939	2803062	Rybno	0,096		2026	1806062	Dzikowiec	-0,596
940	1607053	Nysa	0,096		2027	1432072	Stare Babice	-0,599
941	0406012	Grudziądz	0,096		2028	0213033	Milicz	-0,601
942	2014032	Rutki	0,096		2029	2604033	Chęciny	-0,604
943	2817052	Rozogi	0,095		2030	0602092	Łukowa	-0,610
944	2010042	Grodzisk	0,095		2031	1813022	Dubiecko	-0,611
945	1812012	Harasiuki	0,095		2032	2412052	Świerklany	-0,615
946	1404052	Szczawin Kościelny	0,094		2033	2411062	Nędza	-0,617
947	1434062	Jadów	0,094		2034	2611053	Wąchock	-0,621
948	1814062	Przeworsk	0,093		2035	1421062	Raszyn	-0,623
949	0210072	Siekierczyn	0,093		2036	2605072	Smyków	-0,624
950	1015072	Nowy Kawęczyn	0,093		2037	2213072	Osieczna	-0,625
951	2603033	Kazimierza Wielka	0,093		2038	0208143	Szczytna	-0,626

952	0812013	Sława	0,093		2039	1425082	Pionki	-0,630
953	1438052	Wiskitki	0,091		2040	2602052	Oksa	-0,630
954	0217043	Strzelin	0,091		2041	1801083	Ustrzyki Dolne	-0,631
955	1403062	Łaskarzew	0,091		2042	0208092	Lewin Kłodzki	-0,632
956	0619022	Hanna	0,090		2043	0618082	Susiec	-0,635
957	1020043	Aleksandrów Łódzki	0,090		2044	2608043	Pińczów	-0,637
958	2410042	Pawłowice	0,090		2045	2604062	Górno	-0,639
959	3214023	Chociwel	0,090		2046	1216042	Pleśna	-0,642
960	2404052	Kłomnice	0,090		2047	0212053	Wleń	-0,642
961	2416032	Irządze	0,089		2048	1211102	Ochotnica Dolna	-0,642
962	1812063	Rudnik nad Sanem	0,089		2049	2417072	Łękawica	-0,644
963	1002052	Krzyżanów	0,089		2050	2402032	Buczkowice	-0,648
964	2803032	Howo-Osada	0,089		2051	1216063	Ryglice	-0,648
965	0203052	Pęcław	0,089		2052	1205042	Gorlice	-0,649
966	3020033	Dobrzyca	0,088		2053	1807033	Iwonicz-Zdrój	-0,651
967	3023083	Zagórów	0,088		2054	0213022	Krośnice	-0,654
968	0803023	Międzyrzecz	0,088		2055	2011102	Szudziałowo	-0,655
969	3022042	Pakosław	0,087		2056	1821042	Olszanica	-0,655
970	0609162	Zakrzew	0,087		2057	1218013	Andrychów	-0,659
971	1812053	Nisko	0,086		2058	2604162	Raków	-0,660
972	1609103	Prószków	0,086		2059	1202052	Gnojnik	-0,665
973	1607022	Kamiennik	0,085		2060	1805032	Dębowiec	-0,665
974	3203023	Drawsko Pomorskie	0,085		2061	2608032	Michałów	-0,669
975	3008012	Baranów	0,085		2062	0416052	Śliwice	-0,670
976	2014022	Kołaki Kościelne	0,085		2063	2604192	Zagnańsk	-0,678
977	1406012	Belsk Duży	0,085		2064	1216162	Szerzyny	-0,678
978	1415102	Rzekuń	0,084		2065	2610022	Bliżyn	-0,679
979	2403072	Goleszów	0,084		2066	2403042	Brenna	-0,682
980	0616022	Kłoczew	0,083		2067	1201042	Lipnica Murowana	-0,687
981	1816122	Świlcza	0,083		2068	1408022	Jabłonna	-0,688
982	2014052	Zambrów	0,083		2069	1210163	Stary Sącz	-0,688
983	1218102	Wieprz	0,083		2070	1215042	Bystra-Sidzina	-0,690
984	1426032	Kotuń	0,083		2071	2814112	Stawiguda	-0,691
985	0611042	Krzywdą	0,083		2072	2604182	Strawczyn	-0,693
986	1412082	Jakubów	0,083		2073	1609062	Murów	-0,697
987	1811042	Gawłuszowice	0,083		2074	1206103	Skała	-0,698
988	0615082	Wołyń	0,083		2075	1207112	Słupnice	-0,701
989	1017062	Ostrówek	0,083		2076	1209022	Lubień	-0,702
990	1429062	Repki	0,082		2077	1210122	Nawojowa	-0,706
991	0225043	Pieńsk	0,082		2078	2402072	Kozy	-0,711
992	2612043	Osiek	0,082		2079	1210073	Krynica-Zdrój	-0,712
993	2815092	Ostróda	0,082		2080	0605053	Janów Lubelski	-0,716
994	2814033	Dobre Miasto	0,082		2081	2604172	Sitkówka-Nowiny	-0,717
995	0620072	Nielisz	0,082		2082	1201063	Nowy Wiśnicz	-0,717
996	1804082	Radymno	0,082		2083	1202042	Dębno	-0,720
997	0801032	Deszczno	0,081		2084	1609122	Tułowice	-0,721
998	1435042	Somianka	0,080		2085	1201082	Trzciana	-0,721
999	1401052	Stromiec	0,079		2086	3217023	Człopa	-0,723

1000	0222013	Brzeg Dolny	0,079		2087	1817062	Tyrawa Wołoska	-0,734
1001	1001072	Szczerców	0,078		2088	1201052	Łapanów	-0,742
1002	0209022	Chojnów	0,078		2089	1219053	Wieliczka	-0,743
1003	3202053	Pełczyce	0,077		2090	1207062	Laskowa	-0,753
1004	2205062	Stężycza	0,077		2091	2402102	Wilkowice	-0,756
1005	1001042	Kleszczów	0,077		2092	2604132	Nowa Słupia	-0,763
1006	2014042	Szumowo	0,076		2093	2817032	Jedwabno	-0,765
1007	0210062	Platerówka	0,076		2094	1207092	Mszana Dolna	-0,766
1008	2404092	Lelów	0,076		2095	1206172	Zielonki	-0,773
1009	0608022	Abramów	0,076		2096	2407022	Boronów	-0,775
1010	2404112	Mykanów	0,075		2097	1417032	Celestynów	-0,777
1011	3004013	Borek Wielkopolski	0,074		2098	1813052	Krzywca	-0,781
1012	2802042	Lelkowo	0,074		2099	2610032	Łączna	-0,785
1013	1206052	Kocmyrzów- Luborzycza	0,074		2100	2403052	Chybie	-0,809
1014	3010142	Wilczyn	0,073		2101	2604012	Bieliny	-0,809
1015	1406053	Grójec	0,073		2102	2402062	Jaworze	-0,815
1016	0620092	Sitno	0,072		2103	2011043	Krynki	-0,817
1017	0620022	Grabowiec	0,072		2104	1210082	Łabowa	-0,820
1018	0608103	Ostrów Lubelski	0,072		2105	0613072	Sosnowica	-0,826
1019	1602022	Branice	0,071		2106	2816043	Ruciane-Nida	-0,826
1020	1014102	Wróblew	0,071		2107	1805082	Osiek Jasielski	-0,828
1021	0618032	Jarczów	0,071		2108	2206022	Dziemiany	-0,828
1022	1415072	Łyse	0,070		2109	1805072	Nowy Żmigród	-0,837
1023	1602043	Kietrz	0,069		2110	1205082	Ropa	-0,850
1024	2205052	Somonino	0,069		2111	1421042	Michałowice	-0,856
1025	3206092	Widuchowa	0,069		2112	1821012	Baligród	-0,858
1026	1408052	Wieliszew	0,068		2113	0806013	Dobiegniew	-0,858
1027	1816132	Trzebowniko	0,068		2114	1008052	Ksawerów	-0,866
1028	0609082	Konopnica	0,068		2115	1809032	Horyniec-Zdrój	-0,869
1029	1412052	Dębe Wielkie	0,068		2116	2601082	Wiślica	-0,874
1030	3020042	Gizałki	0,067		2117	1205102	Uście Gorlickie	-0,875
1031	3010123	Ślesin	0,067		2118	1210113	Muszyna	-0,877
1032	0618092	Tarnawatka	0,067		2119	1407012	Garbatka-Letnisko	-0,881
1033	0614092	Puławy	0,067		2120	1202062	Iwkowa	-0,887
1034	2210052	Sztutowo	0,067		2121	0221063	Miosroszów	-0,891
1035	2404063	Konieczpol	0,066		2122	1813042	Krasiczyn	-0,893
1036	3008042	Łęka Opatowska	0,066		2123	1202033	Czechów	-0,907
1037	1802062	Nozdrzec	0,066		2124	1211072	Lipnica Wielka	-0,925
1038	1012062	Kobiele Wielkie	0,066		2125	2002023	Czarna Białostocka	-0,927
1039	1017082	Skomlin	0,066		2126	1210133	Piwniczna-Zdrój	-0,928
1040	1204073	Szczucin	0,066		2127	1813032	Fredropol	-0,934
1041	0609102	Niedzwica Duża	0,064		2128	2604053	Daleszyce	-0,934
1042	0601042	Drelów	0,064		2129	0811072	Przewóz	-0,941
1043	2407072	Pawonków	0,063		2130	2005062	Hajnówka	-0,951
1044	1009082	Sulmierzyce	0,063		2131	1215082	Zawoja	-0,962
1045	0202062	Łągiewniki	0,062		2132	0208133	Stronie Śląskie	-0,963
1046	1010052	Łęki Szlacheckie	0,061		2133	2002093	Supraśl	-0,966

1047	2205042	Sierakowice	0,061		2134	0807032	Słońsk	-0,968
1048	3009043	Dąbie	0,061		2135	1432032	Kampinos	-0,979
1049	0610033	Łęczna	0,060		2136	1211062	Krościenko nad Dunajcem	-0,980
1050	2201042	Kończygłowy	0,060		2137	2810042	Piecki	-0,981
1051	2007052	Piątnica	0,060		2138	2417142	Ujsoly	-0,997
1052	0607062	Szastarka	0,060		2139	2001052	Nowinka	-1,000
1053	0604072	Uchanie	0,060		2140	1210152	Rytro	-1,003
1054	2010092	Siemiatycze	0,059		2141	2213082	Osiek	-1,007
1055	3007052	Koźminek	0,059		2142	1210052	Kamionka Wielka	-1,012
1056	1813062	Medyka	0,059		2143	1807023	Dukla	-1,029
1057	1019042	Zduńska Wola	0,058		2144	1205092	Sękowa	-1,032
1058	0614022	Baranów	0,058		2145	1211042	Czorzstyn	-1,034
1059	0620133	Szczybrzeszyn	0,057		2146	1432053	Łomianki	-1,082
1060	2805022	Elk	0,057		2147	2002042	Gródek	-1,087
1061	0601192	Zalesie	0,057		2148	3207043	Międzyzdroje	-1,087
1062	3019052	Miasteczko Krajeńskie	0,057		2149	2009022	Giby	-1,099
1063	1021032	Dmosin	0,056		2150	2001062	Płaska	-1,107
1064	2612053	Połaniec	0,055		2151	2005092	Narewka	-1,120
1065	1419112	Słubice	0,054		2152	1207052	Kamienica	-1,127
1066	2201072	Parchowo	0,054		2153	2008072	Trzcianne	-1,144
1067	1811062	Padew Narodowa	0,054		2154	1217032	Bukowina Tatrzańska	-1,154
1068	0602123	Tarnogród	0,054		2155	1211023	Szczawnica	-1,170
1069	0212033	Lwówek Śląski	0,054		2156	0619052	Urszulin	-1,171
1070	3010013	Golina	0,053		2157	2604023	Bodzentyn	-1,224
1071	0223043	Kąty Wrocławskie	0,053		2158	1807102	Jaśliska	-1,236
1072	0603122	Wierzbica	0,052		2159	2008013	Goniądz	-1,357
1073	0204013	Góra	0,052		2160	1006022	Andrespol	-1,365
1074	1606012	Domaszowice	0,051		2161	1428022	Brochów	-1,441
1075	3009102	Osiek Mały	0,051		2162	2212092	Smóldzino	-1,446
1076	3206033	Chojna	0,051		2163	0620153	Zwierzyniec	-1,492
1077	2201012	Borzytuchom	0,050		2164	1217052	Poronin	-1,526
1078	1433042	Liw	0,050		2165	1801052	Lutowiska	-1,542
1079	3007072	Mycielin	0,049		2166	1432042	Leszno	-1,572
1080	1412142	Stanisławów	0,049		2167	1821022	Cisna	-1,601
1081	3210013	Barlinek	0,048		2168	1414022	Czosnów	-1,631
1082	1009052	Rząśnia	0,048		2169	1207102	Niedzwiedź	-1,635
1083	3020013	Chocz	0,047		2170	1414032	Leoncin	-1,871
1084	0617052	Trawniki	0,047		2171	1217042	Kościelisko	-2,158
1085	1813092	Stubno	0,046		2172	1805062	Krempna	-2,238
1086	0601132	Rossosz	0,046		2173	2005022	Białowieża	-2,275
1087	2405052	Rudziniec	0,046		2174	1432022	Izabelin	-2,590

Źródło: Opracowanie własne

Załącznik 3. Wartości wskaźnika syntetycznego dla gmin w Polsce uwzględniający dochody gmin

Lp.	Kod jednostki - TERYT	Nazwa gminy	Wartość wskaźnika W	Lp. (cd)	Kod jednostki - TERYT (cd.)	Nazwa gminy (cd.)	Wartość wskaźnika W (cd.)
1	3003082	Niechanowo	0,879	1088	1412142	Stanisławów	0,047
2	1002032	Dąbrowice	0,854	1089	0615022	Borki	0,047
3	3028042	Mieścisko	0,827	1090	1415102	Rzekuń	0,047
4	0407092	Złotniki Kujawskie	0,814	1091	1415012	Baranowo	0,047
5	2214032	Morzeszczyn	0,812	1092	2002123	Tykocin	0,046
6	0418113	Lubień Kujawski	0,802	1093	1609103	Prószków	0,046
7	1402052	Grudusk	0,801	1094	1607053	Nysa	0,046
8	3021062	Kleszczewo	0,789	1095	1012142	Żytno	0,046
9	3003072	Mieleszyn	0,788	1096	2211052	Kosakowo	0,045
10	2811012	Janowiec Kościelny	0,779	1097	2804042	Markusy	0,045
11	3205023	Gryfice	0,774	1098	0203022	Głogów	0,045
12	0418032	Boniewo	0,772	1099	0812013	Sława	0,045
13	3025012	Dominowo	0,746	1100	1606012	Domaszowice	0,044
14	2012012	Bakalarzewo	0,744	1101	3021143	Stęszew	0,044
15	1419053	Drobin	0,744	1102	3206033	Chojna	0,043
16	1420052	Dzierżążnia	0,742	1103	1020083	Stryków	0,043
17	1422032	Czernice Borowe	0,734	1104	0606042	Izbica	0,043
18	1419142	Starożreby	0,734	1105	0604022	Dołhobyczów	0,041
19	3024022	Duszniki	0,734	1106	0204013	Góra	0,041
20	1427022	Gozdowo	0,729	1107	2008043	Knyszyn	0,040
21	0410013	Kcynia	0,727	1108	2201042	Kończygłowy	0,040
22	0419063	Żnin	0,721	1109	1817082	Zarszyn	0,039
23	3011023	Czempiń	0,717	1110	1205023	Biecz	0,039
24	1402072	Opinogóra Góma	0,716	1111	1811022	Borowa	0,039
25	3205043	Płoty	0,716	1112	1216153	Żabno	0,038
26	0418123	Lubraniec	0,715	1113	1426092	Skórzec	0,038
27	0413032	Sośno	0,708	1114	1428042	Młodzieszyn	0,037
28	3028022	Damaśławek	0,703	1115	3202042	Krzęcin	0,037
29	2210023	Nowy Dwór Gdański	0,700	1116	0605072	Potok Wielki	0,036
30	0418043	Brześć Kujawski	0,696	1117	0601072	Konstantynów	0,036
31	3204033	Maszewo	0,695	1118	0212033	Lwówek Śląski	0,035
32	0418063	Chodecz	0,693	1119	1436053	Zwoleń	0,035
33	1002062	Kutno	0,691	1120	1606042	Świerczów	0,035
34	3019093	Wysoka	0,691	1121	2813032	Kowale Oleckie	0,034
35	3021033	Buk	0,685	1122	0803023	Międzyrzecz	0,034
36	1402042	Gołymin-Ośrodek	0,684	1123	1816132	Trzebowniko	0,033
37	1002092	Oporów	0,681	1124	1021032	Dmosin	0,033
38	0401052	Bądkowo	0,681	1125	0414112	Warlubie	0,033
39	0419033	Janowiec Wielkopolski	0,680	1126	1427062	Szczutowo	0,032
40	0412042	Rypin	0,680	1127	1409012	Chotcza	0,032
41	3218013	Dobra	0,679	1128	1205033	Bobowa	0,031
42	1424052	Świercze	0,678	1129	0607052	Kraśnik	0,030

43	3003032	Gniezno	0,675		1130	3217052	Wałcz	0,030
44	3218032	Radowo Małe	0,675		1131	1020043	Aleksandrów Łódzki	0,030
45	3205012	Brojce	0,675		1132	0608092	Niedźwiada	0,028
46	3214092	Stara Dąbrowa	0,673		1133	0610033	Łęczna	0,028
47	3028033	Gołańcz	0,673		1134	1006103	Rzgów	0,028
48	1419012	Bielsk	0,671		1135	1423022	Gielniów	0,028
49	3205032	Karnice	0,670		1136	1414063	Zakroczym	0,027
50	0417042	Płużnica	0,668		1137	1434102	Strachówka	0,027
51	0411062	Radziejów	0,666		1138	0209042	Kunice	0,026
52	3003093	Trzemeszno	0,662		1139	0209022	Chojnów	0,026
53	0414012	Bukowiec	0,661		1140	0408073	Skepe	0,026
54	0418052	Choceń	0,657		1141	1006113	Tuszyn	0,026
55	0406043	Radzyń Chełmiński	0,656		1142	2205032	Przodkowo	0,025
56	3003062	Łubowo	0,655		1143	1415072	Łyse	0,025
57	3024053	Ostroróg	0,654		1144	1401022	Promna	0,025
58	0407053	Janikowo	0,647		1145	0406012	Grudziądz	0,025
59	0415022	Chełmża	0,647		1146	2201092	Trzebielino	0,025
60	1402092	Sońsk	0,642		1147	1429072	Sabnie	0,024
61	3021083	Kostrzyn	0,640		1148	1815033	Ropczyce	0,024
62	1413092	Wieczfnia Kościelna	0,636		1149	0608032	Firlej	0,024
63	2214043	Pelplin	0,636		1150	1802042	Haczów	0,024
64	3028072	Wągrowiec	0,632		1151	1410042	Platerów	0,023
65	3024032	Kaźmierz	0,632		1152	3010022	Grodziec	0,023
66	1413082	Szydłowo	0,632		1153	3002052	Lubasz	0,022
67	3009032	Chodów	0,631		1154	2407083	Woźniki	0,022
68	2811032	Kozłowo	0,629		1155	1005092	Nieborów	0,022
69	3214042	Dolice	0,627		1156	0609082	Konopnica	0,021
70	1002082	Nowe Ostrowy	0,626		1157	2404142	Przyrów	0,021
71	0409033	Mogilno	0,624		1158	0608082	Michów	0,021
72	1005062	Kocierzew Południowy	0,621		1159	1412123	Mrozy	0,021
73	3201033	Karlıno	0,620		1160	2205062	Stężyca	0,019
74	2012022	Filipów	0,618		1161	0618072	Rachanie	0,019
75	1002043	Krośniewice	0,613		1162	0620142	Zamość	0,019
76	3024063	Pniewy	0,612		1163	1802022	Domaradz	0,019
77	0401062	Koneck	0,610		1164	1813062	Medyka	0,019
78	2210042	Stegna	0,609		1165	0216022	Gaworzyce	0,018
79	1427042	Rościszewo	0,609		1166	0210062	Platerówka	0,017
80	0402022	Bobrowo	0,607		1167	1411073	Różan	0,017
81	0419043	Łabiszyn	0,606		1168	1003042	Widawa	0,015
82	3030053	Września	0,605		1169	2014042	Szumowo	0,014
83	3025043	Środa Wielkopolska	0,604		1170	2006062	Turośl	0,013
84	0419013	Barcin	0,602		1171	0809013	Babimost	0,013
85	3031082	Złotów	0,600		1172	0224042	Stoszewice	0,012
86	2808043	Korsze	0,600		1173	2803043	Lidzbark	0,012
87	0404042	Lisewo	0,597		1174	1803032	Czarna	0,011
88	0418083	Izbica Kujawska	0,596		1175	1014052	Burzenin	0,011
89	0414082	Pruszcz	0,595		1176	3010062	Krzymów	0,011
90	3023072	Strzałkowo	0,595		1177	1819043	Strzyżów	0,009

91	0410053	Szubin	0,593		1178	0217043	Strzelin	0,009
92	2802053	Pieniężno	0,593		1179	3010123	Ślesin	0,009
93	0410023	Mrocza	0,591		1180	2009032	Krasnopol	0,008
94	0412032	Rogowo	0,588		1181	1426112	Wiśniew	0,007
95	2214052	Subkowy	0,587		1182	0614072	Markuszów	0,007
96	2216022	Mikołajki Pomorskie	0,586		1183	2205072	Sulęczyno	0,006
97	2212022	Damnica	0,582		1184	1412042	Cegłów	0,006
98	3208022	Dygowo	0,582		1185	2210052	Sztutowo	0,006
99	1424012	Gzy	0,581		1186	0607032	Dzierzkowice	0,005
100	2807043	Kisielice	0,579		1187	3210033	Dębno	0,004
101	1005102	Zduny	0,575		1188	3210022	Boleszkowice	0,004
102	0408052	Kikół	0,574		1189	1803063	Pilzno	0,003
103	0406033	Łasin	0,572		1190	2416102	Żarnowiec	0,003
104	2804073	Pasłek	0,572		1191	1018052	Łubnice	0,002
105	0407073	Pakość	0,570		1192	0802032	Bytnica	0,001
106	2212072	Potęgowo	0,568		1193	0608052	Kamionka	0,001
107	3001022	Budzyń	0,568		1194	0608072	Lubartów	0,000
108	3208033	Gościno	0,566		1195	1419072	Łąck	0,000
109	2009042	Puńsk	0,561		1196	3018063	Mikstat	-0,001
110	3213042	Malechowo	0,558		1197	2807032	Hawa	-0,001
111	1002102	Strzelce	0,558		1198	0620122	Sułów	-0,001
112	3030033	Nekla	0,557		1199	1406053	Grójec	-0,002
113	2209082	Stare Pole	0,556		1200	2406013	Kłobuck	-0,002
114	1013052	Regnów	0,554		1201	1811083	Radomyśl Wielki	-0,003
115	2804032	Gronowo Elbląskie	0,553		1202	3203023	Drawsko Pomorskie	-0,004
116	1436022	Policzna	0,551		1203	1416072	Ostrów Mazowiecka	-0,004
117	1420102	Raciąż	0,548		1204	1611063	Ujazd	-0,005
118	1422072	Przasnysz	0,546		1205	1423072	Rusinów	-0,005
119	2807052	Lubawa	0,545		1206	2002082	Poświętne	-0,006
120	3030012	Kołaczkowo	0,540		1207	3010092	Skulsk	-0,006
121	2803022	Działdowo	0,537		1208	0401072	Raciążek	-0,006
122	1428062	Rybno	0,537		1209	3019032	Kaczory	-0,007
123	3016032	Ryczywół	0,536		1210	2405052	Rudziniec	-0,008
124	2809042	Lubomino	0,536		1211	2609062	Obrazów	-0,008
125	1419042	Bulkowo	0,535		1212	0802052	Gubin	-0,008
126	1413102	Wiśniewo	0,532		1213	3210013	Barlinek	-0,009
127	0412062	Wąpielsk	0,531		1214	1014072	Klonowa	-0,010
128	1411042	Krasnosielc	0,527		1215	0608122	Serniki	-0,011
129	0402073	Jabłonowo Pomorskie	0,526		1216	1012132	Wielgomłynny	-0,011
130	3204043	Nowogard	0,526		1217	0605042	Godziszów	-0,011
131	3003053	Kłęcko	0,525		1218	1209082	Tokarnia	-0,012
132	1424062	Winnica	0,523		1219	1611043	Leśnica	-0,012
133	0405043	Kowalewo Pomorskie	0,523		1220	0606102	Siennica Różana	-0,012
134	3016023	Rogoźno	0,522		1221	1808032	Kuryłówka	-0,013
135	0611112	Wola Mysłowska	0,522		1222	0201043	Nowogrodziec	-0,013
136	3001043	Margonin	0,520		1223	1214042	Pałecznicza	-0,013
137	2813043	Olecko	0,520		1224	0219072	Świdnica	-0,013
138	0408032	Chrostkowo	0,520		1225	2805022	Ełk	-0,013

139	3207052	Świerżno	0,518		1226	3008042	Łęka Opatowska	-0,015
140	1002113	Żychlin	0,517		1227	3009102	Osiek Mały	-0,015
141	1422062	Krzynowłoga Mała	0,516		1228	0811063	Lubsko	-0,015
142	0407042	Inowrocław	0,516		1229	0615032	Czemierniki	-0,015
143	2209032	Lichnowy	0,514		1230	1406012	Belsk Duży	-0,015
144	1017022	Czarnożyły	0,514		1231	3005043	Rakoniewice	-0,015
145	0406062	Świecie nad Osą	0,514		1232	1802052	Jasienica Rosielna	-0,016
146	0613052	Podedwórze	0,513		1233	1816063	Głogów Małopolski	-0,016
147	1424032	Pokrzywnica	0,512		1234	1426012	Domanice	-0,016
148	3015053	Opalenica	0,512		1235	2810032	Mrażowo	-0,017
149	3207033	Kamień Pomorski	0,511		1236	1015062	Maków	-0,018
150	2012082	Szypliszki	0,507		1237	1416062	Nur	-0,018
151	1010022	Czarnocin	0,506		1238	0609092	Krzczonów	-0,018
152	2809022	Kiwity	0,506		1239	3017072	Sieroszewice	-0,019
153	1404042	Sanniki	0,506		1240	1012053	Kamięnsk	-0,019
154	1011062	Zadzim	0,505		1241	1426122	Wodynie	-0,020
155	2013042	Klukowo	0,505		1242	1416102	Wąsewo	-0,021
156	3009063	Kłodawa	0,504		1243	0225072	Zgorzelec	-0,021
157	1004082	Witonia	0,504		1244	2817062	Szczytno	-0,021
158	0613032	Milanów	0,503		1245	2205083	Żukowo	-0,022
159	2005042	Czyże	0,501		1246	0606022	Fajslawice	-0,023
160	3214113	Suchań	0,501		1247	0615042	Kąkolewnica	-0,023
161	3209022	Biesiekierz	0,498		1248	1218042	Lanckorona	-0,023
162	0407063	Kruszwica	0,498		1249	2609052	Łonów	-0,024
163	3205083	Trzebiatów	0,497		1250	1219022	Gdów	-0,024
164	1020052	Głowno	0,496		1251	3027062	Przykona	-0,024
165	3012052	Rozdrażew	0,495		1252	0810073	Szprotawa	-0,024
166	2012052	Raczki	0,495		1253	0802042	Dąbie	-0,025
167	2606082	Wojciechowice	0,495		1254	1008062	Lutomiersk	-0,025
168	2216013	Dzierżoń	0,495		1255	2404102	Mstów	-0,025
169	0407033	Gniewkowo	0,493		1256	1611012	Izbicko	-0,026
170	1427072	Zawidz	0,491		1257	0222013	Brzeg Dolny	-0,026
171	2214062	Tczew	0,491		1258	0807012	Krzyszczycy	-0,027
172	1411032	Karniewo	0,490		1259	0415042	Lubicz	-0,027
173	3012023	Kobylin	0,490		1260	3008012	Baranów	-0,027
174	2013033	Czyżew	0,489		1261	2804063	Młynary	-0,029
175	1610013	Biała	0,486		1262	2609072	Samorzec	-0,029
176	3003103	Witkowo	0,486		1263	0214083	Twardogóra	-0,030
177	3212042	Przelewice	0,486		1264	1205062	Łużna	-0,031
178	1419102	Radzanowo	0,486		1265	0804082	Siedlisko	-0,031
179	0415052	Łubianka	0,484		1266	2411022	Kornowac	-0,032
180	3025052	Zaniemyśl	0,482		1267	0809053	Nowogród Bobrzański	-0,035
181	3216052	Sławoborze	0,481		1268	0224073	Złoty Stok	-0,035
182	2207043	Prabuty	0,480		1269	0801022	Bogdaniec	-0,035
183	1013032	Cielądz	0,480		1270	1021052	Rogów	-0,036
184	2801032	Bartoszyce	0,479		1271	1010072	Ręczno	-0,036
185	3007102	Szczytniki	0,479		1272	0810053	Małomice	-0,036
186	0601172	Tuczna	0,478		1273	0804023	Bytom Odrzański	-0,036

187	0417052	Ryńsk	0,475		1274	1407072	Sieciechów	-0,037
188	3212033	Lipiany	0,475		1275	1812022	Jarocin	-0,037
189	2803052	Płońnica	0,474		1276	0601142	Sławatycze	-0,038
190	2208042	Nowa Wieś Lęborska	0,474		1277	1425132	Zakrzew	-0,038
191	3004073	Poniec	0,473		1278	3211022	Kołbaskowo	-0,040
192	1015092	Słupia	0,473		1279	2002143	Zabłudów	-0,040
193	1602013	Baborów	0,472		1280	1017102	Wierzchlas	-0,040
194	3028062	Wapno	0,472		1281	2806062	Miłki	-0,040
195	3218043	Resko	0,472		1282	3029033	Wolsztyn	-0,041
196	1004072	Świnice Warckie	0,471		1283	0609142	Wólka	-0,041
197	1004022	Daszyna	0,469		1284	0206092	Stara Kamienica	-0,041
198	2011072	Sidra	0,469		1285	0608042	Jeziorzany	-0,042
199	3024073	Szamotuły	0,468		1286	2003072	Rudka	-0,042
200	3209012	Będzino	0,468		1287	0405022	Ciechocin	-0,042
201	0411053	Piotrków Kujawski	0,467		1288	1403042	Garwolin	-0,043
202	2201102	Tuchomie	0,466		1289	0602032	Biłgoraj	-0,043
203	1415032	Czerwin	0,464		1290	1403103	Pilawa	-0,043
204	1814032	Gać	0,464		1291	1435022	Długosiodło	-0,043
205	1411102	Szelków	0,463		1292	1423063	Przysucha	-0,043
206	2805032	Kalinowo	0,462		1293	1016092	Tomaszów Mazowiecki	-0,044
207	1406062	Jasieniec	0,461		1294	0601062	Kodeń	-0,044
208	1608023	Gorzów Śląski	0,461		1295	0605012	Batorz	-0,045
209	3216062	Świdwin	0,458		1296	1019032	Zapolice	-0,046
210	1016022	Będków	0,457		1297	1804102	Roźwienica	-0,046
211	1420092	Płońsk	0,456		1298	1008032	Dłutów	-0,046
212	1015032	Godzianów	0,455		1299	1430053	Szydłowiec	-0,046
213	0618132	Ulhówek	0,454		1300	0226032	Pielgrzymka	-0,047
214	3214102	Stargard	0,454		1301	2603012	Bejsce	-0,047
215	2819012	Budry	0,451		1302	0416042	Lubiewo	-0,047
216	2215042	Choczewo	0,449		1303	1820013	Baranów Sandomierski	-0,048
217	3010073	Rychwał	0,448		1304	2814013	Barczewo	-0,048
218	2013093	Szepietowo	0,448		1305	3025032	Nowe Miasto nad Wartą	-0,048
219	3009052	Grzegorzew	0,447		1306	1802013	Brzozów	-0,048
220	3011053	Śmigiel	0,447		1307	0217032	Przeworno	-0,049
221	3212062	Warnice	0,446		1308	3027073	Tuliszków	-0,049
222	2808053	Reszel	0,442		1309	2808062	Srokowo	-0,049
223	2818033	Gołdap	0,441		1310	2409023	Koziegłowy	-0,050
224	0408082	Tłuchowo	0,440		1311	1213072	Polanka Wielka	-0,051
225	3012033	Koźmin Wielkopolski	0,440		1312	2411042	Krzyżanowice	-0,051
226	3212053	Pyrzyce	0,439		1313	2810052	Sorkwity	-0,052
227	2216042	Stary Targ	0,439		1314	1018073	Wieruszów	-0,052
228	1413062	Stupsk	0,436		1315	1820043	Nowa Dęba	-0,053
229	1437022	Kuczbork-Osada	0,436		1316	2406042	Miedźno	-0,053
230	2006032	Kolno	0,436		1317	0611052	Łuków	-0,054
231	3006013	Jaraczewo	0,436		1318	2403082	Hażlach	-0,054
232	0607072	Trzydnik Duży	0,435		1319	2819022	Pozezdrze	-0,055
233	1604013	Byczyna	0,435		1320	1810062	Rakszawa	-0,055
234	3021123	Pobiedziska	0,435		1321	0606072	Łopiennik Górny	-0,055

235	0409043	Strzelno	0,434		1322	2007022	Łomża	-0,056
236	0606112	Żółkiewka	0,433		1323	2804052	Milejewo	-0,057
237	3201022	Białogard	0,433		1324	1607013	Głucholazy	-0,057
238	2007082	Wizna	0,433		1325	0221072	Stare Bogaczowice	-0,057
239	1002072	Łanięta	0,433		1326	1820032	Grębów	-0,058
240	3213062	Sławno	0,433		1327	1202072	Szczurowa	-0,058
241	1415083	Myszyniec	0,433		1328	0603142	Żmudź	-0,058
242	1415112	Troszyn	0,432		1329	2002052	Juchnowiec Kościelny	-0,058
243	1409052	Sienno	0,431		1330	0612012	Chodel	-0,058
244	0401092	Zakrzewo	0,431		1331	1807072	Miejsce Piastowe	-0,059
245	0417032	Książki	0,429		1332	1001022	Bełchatów	-0,061
246	2006022	Grabowo	0,428		1333	0212023	Lubomierz	-0,061
247	1428052	Nowa Sucha	0,428		1334	3017042	Ostrów Wielkopolski	-0,062
248	3003042	Kiszkowo	0,428		1335	0619032	Hańsk	-0,062
249	2213042	Bobowo	0,427		1336	1609073	Niemodlin	-0,063
250	3005012	Granowo	0,427		1337	0224022	Ciepłowody	-0,063
251	3213052	Postomino	0,427		1338	0620112	Stary Zamość	-0,064
252	1019023	Szadek	0,426		1339	2416042	Kroczyce	-0,064
253	1016072	Rokiciny	0,425		1340	3023022	Łądek	-0,065
254	1427052	Sierpc	0,425		1341	2406062	Panki	-0,065
255	3023062	Słupca	0,423		1342	0209073	Prochowice	-0,065
256	0615072	Ulan-Majorat	0,423		1343	1426042	Mokobody	-0,066
257	1413072	Szreńsk	0,423		1344	2215102	Wejherowo	-0,066
258	1436042	Tczów	0,422		1345	0603032	Chełm	-0,066
259	3004033	Krobia	0,421		1346	0414022	Dragacz	-0,067
260	1426062	Paprotnia	0,421		1347	0607042	Gościeradów	-0,067
261	1009043	Pajęczno	0,420		1348	2402093	Wilamowice	-0,067
262	0602142	Turobin	0,419		1349	1605013	Gogolin	-0,070
263	1005032	Chąšno	0,419		1350	1817032	Bukowsko	-0,070
264	0406022	Gruta	0,419		1351	1814022	Adamówka	-0,070
265	1411062	Płoniawy-Bramura	0,419		1352	2811043	Nidzica	-0,070
266	1816092	Krasne	0,418		1353	2404022	Dąbrowa Zielona	-0,070
267	1403092	Parysów	0,418		1354	0610042	Milejów	-0,070
268	1413022	Dzierzgowo	0,418		1355	2609043	Koprzywnica	-0,071
269	3011032	Kościan	0,417		1356	0218032	Miękinia	-0,071
270	0408062	Lipno	0,416		1357	1807062	Krościenko Wyżne	-0,072
271	1402062	Ojrzeń	0,414		1358	0220013	Oborniki Śląskie	-0,072
272	0410042	Sadki	0,414		1359	1215063	Maków Podhalański	-0,073
273	1411022	Czerwonka	0,414		1360	0605022	Chrzanów	-0,073
274	3208062	Siemysł	0,413		1361	1218022	Brzeźnica	-0,073
275	0601182	Wisznice	0,412		1362	1209042	Pcim	-0,074
276	1424043	Pułtusk	0,412		1363	2215062	Linia	-0,074
277	1410012	Huszlew	0,411		1364	0606052	Krasnystaw	-0,074
278	0601092	Łomazy	0,411		1365	3002032	Drawsko	-0,074
279	0411042	Osięciny	0,410		1366	1209092	Wiśniowa	-0,074
280	0412022	Brzuze	0,409		1367	2410042	Pawłowice	-0,075
281	2808032	Kętrzyn	0,409		1368	2011052	Kuźnica	-0,075
282	1414043	Nasielsk	0,409		1369	0414042	Jeżewo	-0,075

283	0404052	Papowo Biskupie	0,409		1370	3014043	Sieraków	-0,077
284	1405032	Baranów	0,409		1371	1605053	Zdzieszowice	-0,077
285	2008052	Krypno	0,408		1372	1807043	Jedlicze	-0,077
286	0417022	Dębowa Łąka	0,408		1373	0614062	Kurów	-0,078
287	3207023	Golczewo	0,407		1374	2612062	Rytwiany	-0,080
288	3204062	Przybiernów	0,406		1375	1018062	Sokolniki	-0,080
289	3026033	Książ Wielkopolski	0,406		1376	1218062	Spytkowice	-0,081
290	0606092	Rudnik	0,405		1377	1425042	Jastrzębia	-0,081
291	1403143	Żelechów	0,405		1378	2402022	Bestwina	-0,082
292	0607092	Wilkołaz	0,405		1379	1214033	Nowe Brzesko	-0,082
293	2606043	Opatów	0,405		1380	0811052	Lipinki Łużyckie	-0,082
294	3005023	Grodzisk Wielkopolski	0,405		1381	1420112	Sochocin	-0,082
295	1610023	Głogówek	0,402		1382	1210062	Korzenna	-0,082
296	2211072	Puck	0,402		1383	2202032	Chojnice	-0,082
297	1437063	Żuromin	0,401		1384	0807053	Torzym	-0,082
298	1403122	Trojanów	0,401		1385	0416063	Tuchola	-0,083
299	3014022	Kwilcz	0,399		1386	1009013	Działoszyn	-0,083
300	3031053	Okonek	0,398		1387	2814072	Jonkowo	-0,083
301	0419052	Rogowo	0,398		1388	1218033	Kalwaria Zebrzydowska	-0,084
302	0205062	Wądroże Wielkie	0,397		1389	0807023	Lubniewice	-0,084
303	1009072	Strzelce Wielkie	0,397		1390	1806023	Kolbuszowa	-0,084
304	1409022	Ciepielów	0,395		1391	1008042	Dobroń	-0,086
305	1015022	Głuchów	0,395		1392	0215042	Oława	-0,089
306	1419082	Mała Wieś	0,394		1393	1810022	Białobrzegi	-0,090
307	2812022	Biskupiec	0,394		1394	1809072	Stary Dzików	-0,090
308	3206063	Moryń	0,393		1395	1014032	Brąszewice	-0,090
309	1411052	Młynarze	0,393		1396	1809082	Wielkie Oczy	-0,091
310	1005042	Domaniewice	0,392		1397	0811102	Żary	-0,092
311	0410033	Nakło nad Notecią	0,392		1398	1803052	Jodłowa	-0,093
312	3213032	Darłowo	0,391		1399	0601052	Janów Podlaski	-0,093
313	3022013	Bojanowo	0,390		1400	0805053	Słubice	-0,094
314	1804032	Chłopice	0,390		1401	1805022	Brzyska	-0,094
315	2812042	Kurzętnik	0,389		1402	0602102	Obsza	-0,096
316	0403032	Dobrcz	0,389		1403	0620032	Komarów-Osada	-0,096
317	2012042	Przerośl	0,388		1404	1609012	Chrzastowice	-0,098
318	1014102	Wróblew	0,387		1405	1014093	Warta	-0,098
319	3009072	Koło	0,386		1406	0803042	Pszczew	-0,099
320	1420122	Załuski	0,386		1407	1819012	Czudec	-0,100
321	1415022	Czarnia	0,386		1408	0223043	Kąty Wrocławskie	-0,103
322	2813062	Wieliczki	0,385		1409	0216032	Grębocice	-0,105
323	2007062	Przytuły	0,384		1410	2417092	Milówka	-0,105
324	0602062	Goraj	0,384		1411	1811073	Przeclaw	-0,105
325	1002022	Bedlno	0,384		1412	0610012	Cyców	-0,105
326	2818012	Banie Mazurskie	0,382		1413	2402052	Jasienica	-0,105
327	0601082	Leśna Podlaska	0,380		1414	1211132	Spytkowice	-0,106
328	1016082	Rzeczyca	0,380		1415	1408052	Wieliszew	-0,106
329	1420032	Baboszewo	0,379		1416	1016062	Lubochnia	-0,107
330	0403072	Siczenko	0,379		1417	0612032	Karczmiska	-0,108

331	2013072	Nowe Piekuty	0,378		1418	2417052	Koszarawa	-0,108
332	2213112	Smętowo Graniczne	0,377		1419	0613012	Dębowa Kłoda	-0,108
333	2212082	Słupsk	0,377		1420	1018012	Bolesławiec	-0,109
334	0403043	Koronowo	0,375		1421	0220052	Zawonia	-0,110
335	0609132	Wojciechów	0,375		1422	3030023	Miłosław	-0,111
336	1607092	Skoroszyce	0,375		1423	0809033	Czerwieńsk	-0,112
337	3204052	Osina	0,375		1424	3021042	Czerwonak	-0,113
338	3218023	Łobez	0,375		1425	0805033	Ośno Lubuskie	-0,114
339	2209062	Miłoradz	0,374		1426	0805022	Górzycza	-0,114
340	0405062	Zbójno	0,374		1427	2605062	Słupia Konecka	-0,115
341	2808022	Barciany	0,373		1428	2603053	Skalbmierz	-0,115
342	1010062	Moszczenica	0,373		1429	3211012	Dobra (Szczecińska)	-0,115
343	1429022	Bielany	0,372		1430	1010012	Aleksandrów	-0,115
344	2805042	Prostki	0,372		1431	2201032	Czarna Dąbrówka	-0,116
345	1601033	Grodków	0,371		1432	0807043	Sulęcín	-0,117
346	2012092	Wiżajny	0,370		1433	3013033	Osieczna	-0,117
347	0217022	Kondratowice	0,370		1434	1433082	Stoczek	-0,119
348	1021042	Jeźów	0,370		1435	2403113	Strumień	-0,119
349	1402022	Ciechanów	0,369		1436	0618022	Bełżec	-0,120
350	0414102	Świekatowo	0,368		1437	1609042	Komprachcice	-0,122
351	3214082	Marianowo	0,367		1438	2208032	Cewice	-0,122
352	2815052	Małdyty	0,364		1439	0404022	Chełmno	-0,123
353	3020022	Czermin	0,364		1440	1212073	Wolbrom	-0,123
354	2213122	Starogard Gdański	0,363		1441	1815043	Sędziszów Małopolski	-0,123
355	1009022	Kielczyglów	0,363		1442	1802032	Dydnia	-0,123
356	2213102	Skórcz	0,363		1443	1007032	Mniszków	-0,123
357	2209073	Nowy Staw	0,362		1444	0804052	Nowa Sól	-0,124
358	1608052	Radłów	0,362		1445	2404013	Błachownia	-0,124
359	1412102	Latowicz	0,361		1446	3010032	Kazimierz Biskupi	-0,125
360	2203032	Człuchów	0,361		1447	0222033	Wołów	-0,126
361	2003042	Boćki	0,360		1448	1429053	Kosów Lacki	-0,127
362	1407032	Gniewoszów	0,360		1449	1435053	Wyszków	-0,127
363	1017012	Biała	0,360		1450	1609092	Popielów	-0,128
364	2806102	Wydminy	0,360		1451	2404032	Janów	-0,130
365	3002062	Połajewo	0,357		1452	1405062	Żabia Wola	-0,131
366	1430042	Orońsko	0,356		1453	1815052	Wielopole Skrzyńskie	-0,131
367	3023042	Ostrowite	0,356		1454	1208053	Miechów	-0,131
368	1804042	Jarosław	0,356		1455	1403072	Maciejowice	-0,131
369	2011032	Korycin	0,355		1456	3012063	Zduny	-0,132
370	1426072	Przesmyki	0,355		1457	2602072	Słupia	-0,132
371	2209042	Malbork	0,354		1458	1805042	Jasło	-0,132
372	0407082	Rojewo	0,353		1459	2612073	Staszów	-0,133
373	1014113	Złoczew	0,353		1460	1806052	Raniszów	-0,134
374	0615052	Komarówka Podlaska	0,353		1461	1012113	Przedbórz	-0,136
375	3016013	Oborniki	0,353		1462	0208063	Bystrzyca Kłodzka	-0,136
376	0408043	Dobrzyń nad Wisłą	0,353		1463	1204032	Gręboszów	-0,137
377	2006053	Stawiski	0,353		1464	1003012	Buczek	-0,137
378	0409012	Dąbrowa	0,351		1465	1805092	Skotyszyn	-0,137

379	2216032	Stary Dzierżoń	0,350		1466	1803042	Dębica	-0,139
380	3024042	Obrzycko	0,350		1467	2804012	Elbląg	-0,140
381	3007012	Blizanów	0,350		1468	2818022	Dubeninki	-0,141
382	2207032	Kwidzyn	0,349		1469	1217022	Biały Dunajec	-0,141
383	2607043	Ćmielów	0,349		1470	1001052	Kluki	-0,141
384	1014042	Brzeźnio	0,349		1471	3209042	Manowo	-0,141
385	1416092	Szulborze Wielkie	0,348		1472	1808022	Grodzisko Dolne	-0,142
386	1007052	Paradyż	0,347		1473	3018022	Doruchów	-0,143
387	3010132	Wierzbinek	0,347		1474	1213082	Przeciszów	-0,143
388	2210032	Ostaszewo	0,347		1475	3203052	Wierzchowo	-0,145
389	2206072	Nowa Karczma	0,347		1476	1406092	Pniewy	-0,145
390	0609013	Bełżyce	0,347		1477	1412112	Mińsk Mazowiecki	-0,146
391	3015023	Lwówek	0,345		1478	0224013	Bardo	-0,146
392	2207052	Ryjewo	0,345		1479	0216013	Chocianów	-0,147
393	0609033	Bychawa	0,345		1480	0223022	Długołęka	-0,147
394	2203043	Debrzno	0,345		1481	2806042	Giżycko	-0,148
395	1020072	Parzęczew	0,344		1482	2005082	Narew	-0,148
396	2204022	Cedry Wielkie	0,343		1483	0603082	Rejowiec Fabryczny	-0,149
397	1005072	Łowicz	0,343		1484	1430032	Mirów	-0,149
398	1416112	Zaręby Kościelne	0,342		1485	0805013	Cybinka	-0,150
399	0402082	Osiek	0,342		1486	3203042	Ostrowice	-0,151
400	2802022	Braniewo	0,342		1487	2404152	Rędziny	-0,151
401	0418102	Lubanie	0,341		1488	1218093	Wadowice	-0,152
402	0620062	Miączyn	0,341		1489	1215092	Zembrzyce	-0,152
403	2609082	Wilczyce	0,339		1490	1413032	Lipowiec Kościelny	-0,152
404	2010023	Drohiczyn	0,338		1491	2201052	Lipnica	-0,152
405	3009113	Przedecz	0,338		1492	0811043	Jasień	-0,154
406	2008063	Mońki	0,338		1493	2206042	Kościerzyna	-0,154
407	0601152	Sosnówka	0,336		1494	1805112	Tarnowiec	-0,155
408	2801063	Sępól	0,336		1495	1405043	Grodzisk Mazowiecki	-0,156
409	1419132	Stara Biała	0,335		1496	0617042	Rybczewice	-0,156
410	0407022	Dąbrowa Biskupia	0,335		1497	2407062	Koszęcin	-0,159
411	1016112	Żelechlinek	0,334		1498	0802072	Maszewo	-0,159
412	0418092	Kowal	0,333		1499	2612053	Połaniec	-0,160
413	1001032	Drużbice	0,333		1500	1407062	Magnuszew	-0,160
414	1804052	Laszki	0,332		1501	0210053	Olszyna	-0,160
415	0217012	Borów	0,332		1502	1418013	Góra Kalwaria	-0,160
416	2206052	Liniewo	0,332		1503	1206022	Igołomia-Wawrzeńczyce	-0,161
417	1437042	Lutocin	0,331		1504	2203062	Przechlewo	-0,161
418	3008052	Perzów	0,331		1505	3001053	Szamocin	-0,162
419	3006032	Kotlin	0,331		1506	2607022	Bałtów	-0,162
420	0401042	Aleksandrów Kujawski	0,330		1507	1816023	Błazowa	-0,162
421	2013102	Wysokie Mazowieckie	0,328		1508	1432063	Ożarów Mazowiecki	-0,162
422	2411072	Pietrowice Wielkie	0,328		1509	2605033	Końskie	-0,162
423	0401082	Waganiec	0,327		1510	1425062	Jedlnia-Letnisko	-0,164
424	1411092	Sypniewo	0,327		1511	1206113	Skawina	-0,165
425	0602082	Księżpól	0,326		1512	0609112	Niemce	-0,165
426	0611072	Stanin	0,325		1513	2206032	Karsin	-0,165

427	1016042	Czerniewice	0,324		1514	2406032	Lipie	-0,165
428	1601062	Olszanka	0,324		1515	2601042	Pacanów	-0,166
429	1011033	Poddębice	0,324		1516	0603062	Kamień	-0,166
430	1014023	Błaszki	0,323		1517	1601052	Lubsza	-0,166
431	3218053	Węgorzyno	0,322		1518	0220042	Wisznia Mała	-0,166
432	2814063	Jeziorany	0,322		1519	1604032	Lasowice Wielkie	-0,166
433	0611092	Trzebieszów	0,322		1520	1211142	Szaflary	-0,167
434	1014062	Goszczanów	0,321		1521	0402053	Górzno	-0,168
435	0618032	Jarczów	0,320		1522	1807092	Wojaszówka	-0,168
436	3013012	Krzemieniewo	0,320		1523	1435032	Rząśnik	-0,168
437	0218012	Kostomłoty	0,320		1524	1811102	Wadowice Górne	-0,169
438	2002152	Zawady	0,319		1525	2611042	Pawłów	-0,169
439	1605042	Walce	0,319		1526	1809063	Oleszyce	-0,169
440	3021132	Rokietnica	0,319		1527	2410053	Pszczyna	-0,170
441	2606032	Lipnik	0,318		1528	3208072	Ustronie Morskie	-0,170
442	0607082	Urzędów	0,317		1529	0801052	Lubiszyn	-0,170
443	2207022	Gardeja	0,317		1530	1437032	Lubowidz	-0,171
444	1015052	Lipce Reymontowskie	0,317		1531	2404162	Starcza	-0,171
445	3020042	Gizałki	0,316		1532	1001072	Szczerców	-0,171
446	2004053	Szczuczyn	0,316		1533	0226043	Świerzawa	-0,172
447	3004042	Pępowo	0,316		1534	2201082	Studzienice	-0,173
448	3006043	Żerków	0,315		1535	3021172	Tarnowo Podgórne	-0,173
449	0618042	Krynice	0,315		1536	0804032	Kolsko	-0,173
450	0413043	Więcbork	0,315		1537	1414052	Pomiechówek	-0,173
451	2816013	Biała Piska	0,315		1538	0601162	Terespol	-0,174
452	0414052	Lniano	0,315		1539	2602063	Sędziszów	-0,174
453	3007093	Stawiszyn	0,314		1540	1416052	Małkinia Górna	-0,174
454	3202023	Choszczno	0,314		1541	0620082	Radecznica	-0,175
455	2006042	Mały Płock	0,314		1542	3031023	Jastrowie	-0,175
456	0203062	Żukowice	0,313		1543	2417132	Świnna	-0,175
457	1013062	Sadkowice	0,313		1544	1204023	Dąbrowa Tarnowska	-0,177
458	3019083	Wyrzysk	0,310		1545	0208103	Międzyzlesie	-0,177
459	2001022	Augustów	0,310		1546	1814042	Jawornik Polski	-0,178
460	3007112	Żelazków	0,309		1547	0602053	Frampol	-0,178
461	3212012	Bielice	0,308		1548	1807012	Chorkówka	-0,179
462	1419022	Bodzanów	0,308		1549	0609062	Jabłonna	-0,179
463	2809032	Lidzbark Warmiński	0,307		1550	2613032	Moskorzew	-0,179
464	3209073	Sianów	0,307		1551	3015032	Miedzichowo	-0,180
465	3031042	Lipka	0,307		1552	0418022	Baruchowo	-0,180
466	2004022	Grajewo	0,306		1553	3027092	Władysławów	-0,180
467	3201043	Tychowo	0,306		1554	0403052	Nowa Wieś Wielka	-0,181
468	1404032	Pacyna	0,306		1555	2604152	Pierzchnica	-0,181
469	2204082	Trąbki Wielkie	0,304		1556	1803023	Brzostek	-0,182
470	1423082	Wieniawa	0,304		1557	1206072	Liszki	-0,182
471	0611032	Adamów	0,303		1558	1433053	Łochów	-0,182
472	2801043	Biszynek	0,302		1559	1817052	Sanok	-0,183
473	2812032	Grodziczno	0,302		1560	2610042	Skarżysko Kościelne	-0,184
474	3004063	Pogorzela	0,301		1561	2407032	Ciasna	-0,186

475	2606062	Sadowie	0,300		1562	3215043	Borne Sulinowo	-0,187
476	1607082	Pakosławice	0,300		1563	0810092	Żagań	-0,188
477	1434113	Tłuszcz	0,300		1564	1219012	Biskupice	-0,188
478	0808053	Świebodzin	0,300		1565	2612032	Oleśnica	-0,189
479	1406073	Mogielnica	0,299		1566	0802063	Krosno Odrzańskie	-0,189
480	0604062	Trzeszczany	0,299		1567	2004043	Rajgród	-0,190
481	0608112	Ostrówek	0,298		1568	0809102	Zielona Góra	-0,190
482	3008022	Bralin	0,297		1569	1814073	Sieniawa	-0,190
483	0601102	Międzyrzec Podlaski	0,297		1570	0206052	Janowice Wielkie	-0,190
484	1409033	Lipsko	0,296		1571	1811032	Czermin	-0,190
485	1813072	Orły	0,294		1572	2417102	Radziechowy-Wieprz	-0,191
486	2804082	Rychliki	0,294		1573	0207022	Kamienna Góra	-0,191
487	1812073	Ulanów	0,294		1574	0619062	Włodawa	-0,192
488	1016032	Budziszewice	0,293		1575	1007062	Poświętne	-0,192
489	1009062	Siemkowice	0,293		1576	2817072	Świątajno	-0,193
490	2814082	Kolno	0,293		1577	1806032	Majdan Królewski	-0,194
491	2411082	Rudnik	0,292		1578	2202052	Konarzyny	-0,194
492	0413013	Kamień Krajeński	0,292		1579	1213043	Kęty	-0,194
493	0808042	Szczaniec	0,291		1580	2401073	Siewierz	-0,194
494	1406042	Goszczyn	0,290		1581	1810052	Markowa	-0,195
495	3003023	Czerniejewo	0,290		1582	0211022	Lubin	-0,195
496	2809053	Orneta	0,289		1583	1213093	Zator	-0,196
497	1005052	Kiernozia	0,289		1584	1017032	Konopnica	-0,196
498	3022053	Rawicz	0,289		1585	1209073	Sułkowice	-0,196
499	0414032	Drzycim	0,288		1586	1421033	Brwinów	-0,198
500	1004042	Grabów	0,288		1587	0602132	Tereszpol	-0,198
501	1426053	Mordy	0,288		1588	1201022	Bochnia	-0,198
502	1007072	Sławno	0,287		1589	2202023	Brusy	-0,202
503	0618063	Łaszczów	0,287		1590	2408052	Wyry	-0,203
504	0411022	Bytoń	0,286		1591	0207042	Marciszów	-0,203
505	2213093	Skarszewy	0,284		1592	2402043	Czechowice-Dziedzice	-0,204
506	0810032	Brzeźnica	0,284		1593	0201022	Bolesławiec	-0,204
507	1004032	Góra Świętej Małgorzaty	0,284		1594	2407052	Kochanowice	-0,204
508	1608062	Rudniki	0,283		1595	2814042	Dywity	-0,204
509	1010102	Wola Krzysztoporska	0,283		1596	3217043	Tuczno	-0,204
510	0613062	Siemień	0,283		1597	0612042	Łaziska	-0,205
511	3023032	Orchowo	0,283		1598	1816102	Lubenia	-0,206
512	1425052	Jedlińsk	0,282		1599	1434093	Radzymin	-0,206
513	2012062	Rutka-Tartak	0,282		1600	1012042	Gomunice	-0,206
514	1006032	Brójce	0,281		1601	1820022	Gorzyce	-0,206
515	1607022	Kamiennik	0,281		1602	2601072	Tuczepy	-0,207
516	1010032	Gorzkowice	0,281		1603	0616062	Ułęż	-0,207
517	3015012	Kuślin	0,280		1604	2608013	Działoszyce	-0,207
518	2815063	Miłakowo	0,278		1605	0809072	Świdnica	-0,208
519	3215023	Barwice	0,278		1606	1423012	Borkowice	-0,209
520	0404032	Kijewo Królewskie	0,278		1607	0204043	Wąsosz	-0,209
521	1419032	Brudzeń Duży	0,276		1608	2605022	Gowarczów	-0,211
522	1415042	Goworowo	0,276		1609	2606022	Iwaniska	-0,211

523	0613022	Jabłoń	0,276		1610	0811032	Brody	-0,212
524	3027052	Malanów	0,275		1611	1438042	Radziejowice	-0,212
525	0408092	Wielgie	0,275		1612	1816052	Dynów	-0,212
526	1403112	Sobolew	0,273		1613	0208112	Nowa Ruda	-0,212
527	1018022	Czastary	0,270		1614	1426082	Siedlce	-0,212
528	0402062	Bartniczka	0,270		1615	2816033	Pisz	-0,213
529	2204072	Suchy Dąb	0,269		1616	0602022	Aleksandrów	-0,213
530	3019043	Łobżenica	0,269		1617	2203052	Koczała	-0,214
531	1410023	Łosice	0,268		1618	2814052	Gietrzwałd	-0,214
532	2805052	Stare Juchy	0,268		1619	0617022	Melgiew	-0,214
533	0812023	Szlichtyngowa	0,267		1620	0609052	Głusk	-0,215
534	1426102	Suchożebry	0,267		1621	0609072	Jastków	-0,215
535	1608033	Olesno	0,266		1622	1438032	Puszcza Mariańska	-0,216
536	3022033	Miejska Górka	0,266		1623	1603022	Bierawa	-0,217
537	3007032	Ceków-Kolonia	0,266		1624	2416092	Włodowice	-0,217
538	0226052	Zagrodno	0,266		1625	2602023	Jędrzejów	-0,218
539	2008032	Jaświły	0,265		1626	1203033	Chrzanów	-0,219
540	0224063	Ziębice	0,265		1627	0806052	Zwierzyn	-0,220
541	3215052	Grzmiąca	0,265		1628	3214033	Dobrzany	-0,221
542	1804062	Pawłosiów	0,264		1629	1203022	Babice	-0,221
543	2203023	Czarne	0,264		1630	0221042	Czarny Bór	-0,222
544	0604082	Werbkowice	0,263		1631	1608072	Zębowice	-0,222
545	3028053	Skoki	0,263		1632	0205052	Paszowice	-0,222
546	2606072	Tarłów	0,263		1633	1811092	Tuszów Narodowy	-0,223
547	2011062	Nowy Dwór	0,262		1634	1009082	Sulmierzyce	-0,223
548	0405052	Radomin	0,262		1635	1207122	Tymbark	-0,224
549	1604043	Wolczyn	0,261		1636	2406082	Przystajń	-0,225
550	3009092	Olszówka	0,261		1637	2403062	Dębowiec	-0,226
551	2001032	Bargłów Kościelny	0,261		1638	1402033	Gliniojeck	-0,227
552	2215092	Szemud	0,260		1639	3206072	Stare Czarnowo	-0,227
553	0214062	Oleśnica	0,259		1640	1816042	Chmielnik	-0,227
554	1413052	Strzegowo	0,259		1641	1204062	Radgoszcz	-0,228
555	0412052	Skrwilno	0,259		1642	1410052	Sarnaki	-0,228
556	3005032	Kamieniec	0,258		1643	3024083	Wronki	-0,229
557	0803063	Trzciel	0,258		1644	0403083	Solec Kujawski	-0,229
558	1601043	Lewin Brzeski	0,257		1645	1408043	Serock	-0,229
559	3020052	Gołuchów	0,257		1646	1426022	Korczew	-0,231
560	1419153	Wyszogród	0,257		1647	0205032	Męcinka	-0,232
561	1603032	Cisek	0,256		1648	0208083	Łądek-Zdrój	-0,232
562	1402082	Regimin	0,256		1649	2601063	Stopnica	-0,233
563	0404072	Unisław	0,255		1650	2410062	Suszec	-0,234
564	0219043	Jaworzyna Śląska	0,254		1651	1819032	Niebylec	-0,235
565	3015043	Nowy Tomyśl	0,254		1652	2002112	Turośl Kościelna	-0,235
566	2201063	Miastko	0,253		1653	1817073	Zagórz	-0,236
567	2207062	Sadlinki	0,252		1654	3202063	Recz	-0,236
568	0618053	Lubycza Królewska	0,252		1655	2004032	Radziłów	-0,236
569	0609122	Strzyżewice	0,251		1656	0207033	Lubawka	-0,236
570	0404062	Stolno	0,251		1657	1206032	Iwanowice	-0,237

571	2814122	Świątki	0,249		1658	0205023	Bolków	-0,238
572	2208052	Wicko	0,249		1659	3007022	Brzeziny	-0,239
573	3210052	Nowogródek Pomorski	0,249		1660	0203032	Jerzmanowa	-0,239
574	1001062	Rusiec	0,249		1661	1429042	Jabłonna Lacka	-0,240
575	3013043	Rydzyzna	0,247		1662	0802022	Bobrowice	-0,240
576	2817082	Wielbark	0,247		1663	0806032	Stare Kurowo	-0,240
577	1810032	Czarna	0,246		1664	2613042	Radków	-0,241
578	3209033	Bobolice	0,246		1665	1804073	Pruchnik	-0,242
579	3027042	Kawęczyn	0,246		1666	1210042	Grybów	-0,243
580	1434082	Poświętne	0,245		1667	0610052	Puchaczów	-0,243
581	2406052	Opatów	0,244		1668	1807052	Korczyna	-0,244
582	0416022	Gostycyn	0,244		1669	2415092	Mszana	-0,244
583	3017023	Nowe Skalmierzyce	0,244		1670	0612072	Wilków	-0,245
584	1404022	Gostynin	0,244		1671	2003062	Orla	-0,245
585	3209063	Polanów	0,243		1672	3018073	Ostrzeszów	-0,245
586	2807063	Susz	0,243		1673	1201072	Rzezawa	-0,245
587	0209032	Krotoszyce	0,243		1674	2404072	Konopiska	-0,246
588	2812052	Nowe Miasto Lubawskie	0,243		1675	1219043	Niepołomice	-0,246
589	0405032	Golub-Dobrzyń	0,242		1676	0614043	Kazimierz Dolny	-0,246
590	0601112	Piszczac	0,242		1677	0809022	Bojadła	-0,249
591	1603042	Pawłowiczki	0,241		1678	0220063	Żmigród	-0,250
592	2003052	Brańsk	0,241		1679	0223052	Kobierzyce	-0,251
593	3207063	Wolin	0,241		1680	2002073	Michałow	-0,251
594	0808032	Skąpe	0,241		1681	1819052	Wiśniowa	-0,251
595	3021113	Murowana Goślina	0,241		1682	1807083	Rymanów	-0,252
596	1213052	Osiek	0,240		1683	0811082	Trzebiel	-0,252
597	3021052	Dopiewo	0,239		1684	1806012	Cmolas	-0,253
598	0402042	Brzozie	0,239		1685	0223073	Sobótka	-0,253
599	0220023	Prusice	0,239		1686	1606032	Pokój	-0,254
600	2609022	Dwikozy	0,239		1687	2204052	Przywidz	-0,255
601	1011012	Dalików	0,238		1688	2401042	Bobrowniki	-0,255
602	0601032	Biała Podlaska	0,238		1689	1209013	Dobczyce	-0,255
603	1429082	Sokolów Podlaski	0,238		1690	2403103	Skoczów	-0,256
604	1012032	Gidle	0,237		1691	1609032	Dobrzeń Wielki	-0,256
605	3020063	Pleszew	0,237		1692	2403122	Zebrzydowice	-0,258
606	0611082	Stoczek Łukowski	0,236		1693	0619042	Stary Brus	-0,258
607	2004062	Wąsosz	0,236		1694	1206092	Mogilany	-0,259
608	1011052	Wartkowice	0,236		1695	2417062	Lipowa	-0,260
609	3008062	Rychtal	0,235		1696	0809092	Zabór	-0,261
610	3031033	Krajenka	0,234		1697	1435012	Brańszczyk	-0,262
611	3019062	Szydłowo	0,234		1698	0223012	Czernica	-0,262
612	0203042	Kotła	0,233		1699	2206082	Stara Kiszewa	-0,262
613	2406023	Krzepice	0,233		1700	1017072	Pątnów	-0,263
614	1607063	Otmuchów	0,232		1701	1211082	Łapsze Niżne	-0,265
615	1607033	Korfantów	0,231		1702	1412073	Halinów	-0,265
616	3210043	Myślibórz	0,231		1703	2011022	Janów	-0,266
617	0419022	Gąsawa	0,230		1704	1211032	Czarny Dunajec	-0,266
618	0603113	Siedliszcze	0,230		1705	3010052	Kramsk	-0,266

619	1009032	Nowa Brzeźnica	0,230		1706	1429092	Sterdyń	-0,267
620	3021163	Swarzędz	0,230		1707	2409032	Niegowa	-0,267
621	0612063	Poniatowa	0,229		1708	1204012	Bolesław	-0,268
622	3208042	Kołobrzeg	0,228		1709	2606012	Bačkowice	-0,269
623	1007043	Opoczno	0,227		1710	1609052	Łubniany	-0,269
624	0413023	Sępólno Krajeńskie	0,226		1711	2611032	Mirzec	-0,270
625	3031062	Tarnówka	0,226		1712	1211123	Rabka-Zdrój	-0,270
626	2212032	Dębica Kaszubska	0,224		1713	1209033	Myslenice	-0,270
627	0803012	Bledzew	0,223		1714	1203043	Libiąz	-0,271
628	0224053	Ząbkowice Śląskie	0,222		1715	1206132	Sułoszowa	-0,271
629	1412132	Siennica	0,222		1716	3013072	Włoszakowice	-0,272
630	1016102	Ujazd	0,222		1717	3202012	Bierzwnik	-0,272
631	1013023	Biała Rawska	0,221		1718	1207032	Dobra	-0,274
632	1407022	Głowaczów	0,221		1719	2811022	Janowo	-0,274
633	0415072	Obrowo	0,221		1720	0603132	Wojślawice	-0,274
634	2013023	Ciechanowiec	0,221		1721	2415062	Gorzyce	-0,275
635	3002022	Czarnków	0,220		1722	0620043	Krasnobród	-0,275
636	1817022	Besko	0,219		1723	1208042	Książ Wielki	-0,276
637	2007072	Śniadowo	0,218		1724	3012043	Krotoszyn	-0,277
638	1434072	Klembów	0,218		1725	0614112	Żyrzyn	-0,277
639	1604023	Kluczbork	0,218		1726	0608132	Uścimów	-0,277
640	2013062	Kulesze Kościelne	0,218		1727	0619072	Wola Uhruska	-0,277
641	2215072	Luzino	0,218		1728	1205072	Moszczenica	-0,277
642	0804043	Kozuchów	0,218		1729	1211052	Jablonka	-0,277
643	2212062	Kobylnica	0,218		1730	1216082	Skrzyszów	-0,278
644	1015042	Kowiesy	0,217		1731	1209062	Siepraw	-0,278
645	0406052	Rogóźno	0,217		1732	1216072	Rzepiennik Strzyżewski	-0,279
646	1416022	Andrzejewo	0,216		1733	1401063	Wyśmierzyce	-0,280
647	1004052	Łęczyca	0,216		1734	2405063	Sońnicowice	-0,280
648	2802062	Płoskinia	0,216		1735	1216122	Wietrzychowice	-0,281
649	1812032	Jeżowe	0,215		1736	0223062	Mietków	-0,281
650	2406072	Popów	0,215		1737	2404132	Poczesna	-0,282
651	2813052	Świątajno	0,215		1738	2602082	Sobków	-0,282
652	1422042	Jednorozec	0,215		1739	2417082	Łodygowice	-0,282
653	2405082	Wielowieś	0,214		1740	2815042	Łukta	-0,282
654	1403082	Miastków Kościelny	0,214		1741	1805053	Kołaczyce	-0,284
655	2011013	Dąbrowa Białostocka	0,214		1742	1804092	Rokietnica	-0,284
656	0616043	Ryki	0,214		1743	0603092	Ruda-Huta	-0,285
657	0616052	Stężyca	0,213		1744	2410022	Kobiór	-0,288
658	1004062	Piątek	0,213		1745	1818053	Zaklików	-0,289
659	0209052	Legnickie Pole	0,213		1746	1818022	Bojanów	-0,289
660	1422023	Chorzela	0,213		1747	0225033	Bogatynia	-0,290
661	0414063	Nowe	0,213		1748	3211043	Police	-0,290
662	1007012	Białaczów	0,212		1749	2417042	Jeleśnia	-0,292
663	0618102	Telatyn	0,212		1750	1216032	Lisia Góra	-0,293
664	3004052	Piaski	0,212		1751	1804112	Wiązownica	-0,293
665	1419063	Gąbin	0,212		1752	0204022	Jemielno	-0,294
666	1412093	Katuszyn	0,211		1753	0804072	Otyń	-0,294

667	1416082	Stary Lubotyń	0,211		1754	2204032	Kolbudy	-0,295
668	2817022	Dźwierzuty	0,210		1755	1208072	Słaboszów	-0,295
669	0803032	Przytoczna	0,209		1756	2604043	Chmielnik	-0,296
670	2404082	Kruszyna	0,209		1757	2814093	Olsztynek	-0,299
671	0214073	Syców	0,209		1758	0211032	Rudna	-0,300
672	1813102	Żurawica	0,208		1759	2213062	Lubichowo	-0,300
673	1420042	Czerwińsk nad Wisłą	0,208		1760	1201092	Żegocina	-0,301
674	1428082	Teresin	0,207		1761	1401013	Białobrzegi	-0,302
675	2612022	Łubnice	0,207		1762	3203033	Kalisz Pomorski	-0,302
676	0602112	Potok Górny	0,206		1763	1609132	Turawa	-0,302
677	2204062	Pszczółki	0,206		1764	2405032	Gierałtowiec	-0,302
678	2212102	Ustka	0,206		1765	2613063	Włoszczowa	-0,302
679	0402092	Świdziebnia	0,205		1766	2417032	Gilowice	-0,303
680	1406022	Błędów	0,204		1767	1218052	Mucharz	-0,304
681	3019073	Ujście	0,202		1768	0803053	Skwierzyna	-0,304
682	3010043	Kleczew	0,201		1769	0215033	Jelcz-Laskowice	-0,306
683	0607023	Annopol	0,201		1770	1417052	Kołbiel	-0,306
684	3008033	Kępno	0,199		1771	2612012	Bogoria	-0,306
685	3209082	Świeszyno	0,199		1772	1209052	Raciechowice	-0,307
686	0607102	Zakrzówek	0,199		1773	1210022	Chełmiec	-0,307
687	1603062	Reńska Wieś	0,199		1774	2213052	Kaliska	-0,307
688	0215022	Domaniów	0,198		1775	1215052	Jordanów	-0,308
689	0604052	Mirze	0,198		1776	1218082	Tomice	-0,308
690	3006023	Jarocin	0,197		1777	2404042	Kamienica Polska	-0,309
691	2008022	Jasionówka	0,197		1778	1218072	Stryszów	-0,309
692	3216042	Rąbino	0,197		1779	1215032	Budzów	-0,310
693	2815032	Grunwald	0,197		1780	1818032	Pysznica	-0,311
694	3004023	Gostyń	0,197		1781	2607053	Kunów	-0,311
695	3026043	Śrem	0,195		1782	1213033	Chełmek	-0,312
696	2819033	Węgorzewo	0,194		1783	2202043	Czersk	-0,312
697	1416032	Boguty-Pianki	0,194		1784	0221082	Walim	-0,313
698	1411082	Rzewnie	0,193		1785	0403022	Dąbrowa Chełmińska	-0,315
699	1601022	Skarbimierz	0,193		1786	3002083	Wieleń	-0,315
700	2211062	Krokowa	0,193		1787	2406092	Wręczyca Wielka	-0,316
701	2010062	Milejczyce	0,193		1788	3002043	Krzyż Wielkopolski	-0,316
702	0809043	Kargowa	0,193		1789	2602092	Wodzisław	-0,317
703	0609022	Borzechów	0,192		1790	3030043	Pyzdry	-0,317
704	0418072	Fabianki	0,192		1791	2002032	Dobrzyniewo Duże	-0,320
705	2007013	Jedwabne	0,192		1792	1605032	Strzeleczyki	-0,320
706	2216053	Sztum	0,192		1793	3021103	Mosina	-0,325
707	1412062	Dobre	0,191		1794	1417082	Wiązowna	-0,325
708	1017093	Wieluń	0,190		1795	3007042	Godziesze Wielkie	-0,326
709	1003052	Wodzierady	0,190		1796	0614032	Janowiec	-0,326
710	3206053	Mieszkowice	0,189		1797	1011022	Pęczniew	-0,326
711	3215062	Szczecinek	0,188		1798	2607062	Waśniów	-0,329
712	0411032	Dobre	0,188		1799	1212062	Trzyciąż	-0,330
713	1427032	Mochowo	0,188		1800	1809053	Narol	-0,330
714	2213132	Zblewo	0,186		1801	1429032	Ceranów	-0,331

715	2013052	Kobylin-Borzymy	0,185		1802	1207042	Jodłownik	-0,331
716	1422052	Krasne	0,185		1803	2804093	Tolkmicko	-0,332
717	2801052	Górowo Iławeckie	0,185		1804	2604082	Łopuszno	-0,333
718	2806083	Ryn	0,184		1805	0402102	Zbiczno	-0,334
719	3022023	Jutrosin	0,184		1806	1433072	Sadowne	-0,335
720	1021022	Brzeziny	0,184		1807	0408022	Bobrowniki	-0,336
721	1017052	Osjaków	0,184		1808	1417072	Sobienie-Jeziory	-0,337
722	3007062	Lisków	0,183		1809	1416043	Brok	-0,337
723	1432013	Błonie	0,183		1810	0206072	Mysłakowice	-0,339
724	1433092	Wierzбно	0,183		1811	1419122	Słupno	-0,339
725	1609022	Dąbrowa	0,183		1812	2410032	Miedzna	-0,339
726	1425112	Wierzbica	0,183		1813	1210142	Podegrodzie	-0,340
727	0213012	Cieszków	0,182		1814	1212053	Olkusz	-0,341
728	1018042	Lututów	0,182		1815	2415082	Marklowice	-0,343
729	3007083	Opatówek	0,181		1816	1611033	Kolonowskie	-0,344
730	2012032	Jeleniewo	0,181		1817	1206143	Świątniki Górne	-0,345
731	1012022	Dobryszyc	0,181		1818	1409062	Solec nad Wisłą	-0,345
732	0214042	Dziadowa Kłoda	0,180		1819	0403012	Białe Błota	-0,346
733	0619082	Wryki	0,180		1820	2810023	Mikołajki	-0,346
734	3029022	Siedlec	0,180		1821	0206062	Jeżów Sudecki	-0,347
735	0219052	Marcinowice	0,180		1822	1203053	Trzebinia	-0,347
736	1425022	Gózd	0,180		1823	0605032	Dzwola	-0,348
737	3027033	Dobra	0,180		1824	1207072	Limanowa	-0,349
738	1810042	Łańcut	0,180		1825	1202023	Brzesko	-0,349
739	0411072	Topólka	0,178		1826	1213062	Oświęcim	-0,350
740	1437052	Siemiatkowo	0,178		1827	0603052	Dubienka	-0,350
741	2609093	Zawichost	0,178		1828	0603042	Dorohusk	-0,350
742	3013052	Święciechowa	0,178		1829	1417062	Osieck	-0,352
743	2011093	Suchowola	0,177		1830	2205012	Chmielno	-0,352
744	2204042	Pruszcz Gdański	0,176		1831	2412022	Gaszowice	-0,352
745	1001083	Zelów	0,176		1832	3023052	Powidz	-0,352
746	1423052	Potworów	0,176		1833	2413052	Krupski Młyn	-0,354
747	3025022	Krzykosy	0,175		1834	1816072	Hyżne	-0,354
748	0615062	Radzyń Podlaski	0,175		1835	1418052	Prażmów	-0,354
749	1607073	Paczków	0,175		1836	3203013	Czaplinek	-0,354
750	1014082	Sieradz	0,175		1837	2414042	Bojszowy	-0,355
751	0812033	Wschowa	0,174		1838	1216112	Wierzchosławice	-0,356
752	1424072	Zatory	0,174		1839	0212043	Mirsk	-0,358
753	0609042	Garbów	0,173		1840	1212032	Bolesław	-0,358
754	2804022	Godkowo	0,172		1841	3017052	Przygodzice	-0,358
755	1410062	Stara Kornica	0,172		1842	2613022	Krasocin	-0,362
756	1438023	Mszczonów	0,172		1843	2602033	Małogoszcz	-0,363
757	1425103	Skaryszew	0,172		1844	2815073	Miłomłyn	-0,363
758	0223092	Żórawina	0,172		1845	2007092	Zbójna	-0,363
759	0209062	Miłkowice	0,171		1846	1430012	Chlewiska	-0,363
760	2003032	Bielsk Podlaski	0,171		1847	2611022	Brody	-0,364
761	1605023	Krapkowice	0,171		1848	1203013	Alwernia	-0,365
762	1603052	Polska Cerekiew	0,170		1849	1407053	Kozienice	-0,365

763	1415052	Kadzidło	0,170		1850	2401062	Psary	-0,366
764	1436012	Kazanów	0,170		1851	2205023	Kartuzy	-0,367
765	1816033	Boguchwała	0,169		1852	1215072	Stryszawa	-0,368
766	0614102	Wąwolnica	0,169		1853	1434123	Wołomin	-0,368
767	0611102	Wojcieszków	0,168		1854	1208062	Raławice	-0,369
768	0208072	Kłodzko	0,168		1855	2610053	Suchedniów	-0,369
769	0618123	Tyszowce	0,167		1856	2213013	Czarna Woda	-0,373
770	0608022	Abramów	0,167		1857	2602012	Imielno	-0,373
771	1433062	Miedzna	0,167		1858	3203063	Złocieniec	-0,374
772	1015012	Bolimów	0,166		1859	1211092	Nowy Targ	-0,374
773	0415092	Zławieś Wielka	0,166		1860	2416053	Łazy	-0,376
774	0614083	Nałęczów	0,166		1861	2001043	Lipsk	-0,377
775	2405073	Toszek	0,165		1862	0610022	Ludwin	-0,381
776	3014033	Międzychód	0,165		1863	2001072	Sztabin	-0,383
777	0810062	Niegosławice	0,165		1864	1818042	Radomyśl nad Sanem	-0,384
778	1409042	Rzeczniów	0,164		1865	3204073	Stepnica	-0,388
779	1012082	Lgota Wielka	0,164		1866	0808022	Łągów	-0,388
780	1406032	Chynów	0,163		1867	2415052	Godów	-0,391
781	1017042	Mokrusko	0,163		1868	2005073	Kleszczele	-0,391
782	0804063	Nowe Miasteczko	0,163		1869	3017082	Sośnie	-0,394
783	1434052	Dąbrówka	0,163		1870	2005032	Czeremcha	-0,394
784	1002052	Krzyżanów	0,162		1871	0620102	Skierbieszów	-0,395
785	1610043	Prudnik	0,162		1872	2401052	Mierzęcice	-0,396
786	1816082	Kamień	0,162		1873	1219032	Kłaj	-0,396
787	1420072	Naruszewo	0,161		1874	1819022	Frysztak	-0,398
788	3002073	Trzcianka	0,160		1875	1216092	Tarnów	-0,399
789	2814023	Biskupiec	0,160		1876	2416073	Pilica	-0,400
790	1214012	Koniusza	0,160		1877	1611073	Zawadzkie	-0,400
791	1204052	Olesno	0,159		1878	1216133	Wojnicz	-0,401
792	2009052	Sejny	0,159		1879	0801062	Santok	-0,403
793	1413042	Radzanów	0,158		1880	1423042	Odrzywół	-0,403
794	0220033	Trzebnica	0,157		1881	1207082	Łukowica	-0,403
795	1003032	Sędziejowice	0,157		1882	2002013	Choroszcz	-0,404
796	1208022	Gołcza	0,157		1883	1201032	Drwinia	-0,404
797	1608013	Dobrodzień	0,156		1884	3017063	Raszków	-0,404
798	0611062	Serokomla	0,156		1885	2607032	Bodzechów	-0,410
799	0415062	Łysomice	0,156		1886	2604142	Piekoszów	-0,411
800	3011043	Krzywiń	0,155		1887	1821033	Lesko	-0,412
801	1406113	Warka	0,155		1888	1813082	Przemyśl	-0,413
802	1425122	Wolanów	0,155		1889	2413082	Tworóg	-0,416
803	1809042	Lubaczów	0,154		1890	2417152	Węgierska Górka	-0,417
804	0805043	Rzepin	0,154		1891	0810043	Łłowa	-0,417
805	3208052	Rymań	0,154		1892	3017033	Odolanów	-0,418
806	2606053	Ożarów	0,153		1893	1208032	Kozłów	-0,418
807	0226062	Złotoryja	0,153		1894	3018012	Czajków	-0,419
808	2815022	Dąbrówno	0,151		1895	1216053	Radłów	-0,419
809	0222022	Wińsko	0,151		1896	1202012	Borzęcin	-0,420
810	1428032	Łłów	0,151		1897	1417043	Karczew	-0,420

811	1428072	Sochaczew	0,151		1898	2603042	Opatowiec	-0,420
812	3019022	Białośliwie	0,151		1899	1214022	Koszyce	-0,420
813	1011043	Uniejów	0,151		1900	0620012	Adamów	-0,420
814	1010042	Grabica	0,150		1901	0403062	Osielsko	-0,422
815	1814092	Zarzecze	0,150		1902	2605083	Stąporków	-0,423
816	1812012	Harasiuki	0,150		1903	2612082	Szydłów	-0,423
817	0204032	Niechlów	0,150		1904	1006082	Nowosolna	-0,424
818	0416032	Kęsowo	0,149		1905	2412042	Lyski	-0,425
819	1214053	Proszowice	0,149		1906	2816023	Orzysz	-0,425
820	1410032	Olszanka	0,148		1907	1419092	Nowy Duninów	-0,425
821	2013082	Sokoły	0,148		1908	2409053	Żarki	-0,427
822	2215052	Gniewino	0,148		1909	0603022	Białopole	-0,427
823	1007082	Żarnów	0,147		1910	3018042	Kobyła Góra	-0,427
824	1437013	Biezuń	0,147		1911	2407042	Herby	-0,427
825	0211043	Ścinawa	0,147		1912	2002063	Łapy	-0,428
826	0202052	Dzierżoniów	0,147		1913	2417112	Rajcza	-0,429
827	2011083	Sokółka	0,146		1914	0604032	Horodło	-0,429
828	3212022	Kozielice	0,146		1915	2608052	Złota	-0,430
829	1611053	Strzelce Opolskie	0,145		1916	0606062	Kraśniczyn	-0,430
830	2815083	Morąg	0,145		1917	0214053	Międzybórz	-0,431
831	1005082	Lyszkowice	0,145		1918	1205052	Lipinki	-0,431
832	1020062	Ozorków	0,145		1919	2817043	Pasym	-0,431
833	2215082	Łęczyce	0,144		1920	0221053	Głuszycza	-0,432
834	2817052	Rozogi	0,144		1921	0223083	Siechnice	-0,433
835	0601122	Rokitno	0,143		1922	1609083	Ozimek	-0,433
836	1818062	Zaleszany	0,143		1923	1806042	Niwiska	-0,436
837	3018033	Grabów nad Prosną	0,143		1924	2604072	Łągów	-0,437
838	3023083	Zagórów	0,143		1925	0216043	Polkowice	-0,437
839	0809063	Sulechów	0,143		1926	1216013	Ciężkowice	-0,438
840	0806043	Strzelce Krajeńskie	0,143		1927	1418023	Konstancin-Jeziorna	-0,438
841	1435062	Zabrodzie	0,142		1928	0605063	Modliborzyce	-0,439
842	0409022	Jeziora Wielkie	0,142		1929	2814102	Purda	-0,440
843	2212042	Główczyce	0,141		1930	3029012	Przemęt	-0,440
844	1426132	Zbuczyn	0,140		1931	2405042	Pilchowice	-0,442
845	1610032	Lubrza	0,140		1932	1208012	Charsznica	-0,444
846	0609162	Zakrzew	0,140		1933	2404122	Olsztyn	-0,444
847	1206123	Słomniki	0,140		1934	1206152	Wielka Wieś	-0,445
848	0609152	Wysokie	0,139		1935	0225063	Węgliniec	-0,445
849	3001032	Chodzież	0,139		1936	1611022	Jemielnica	-0,446
850	3216022	Brzeźno	0,139		1937	1018032	Galewice	-0,446
851	1602033	Głubczyce	0,138		1938	3018052	Kraszewice	-0,447
852	3031072	Zakrzewo	0,138		1939	2613012	Kluczewsko	-0,450
853	1810072	Żoźnia	0,137		1940	2402082	Porąbka	-0,451
854	2010082	Perlejewo	0,137		1941	1206012	Czernichów	-0,452
855	1812042	Krzyszów	0,137		1942	3214053	Insko	-0,452
856	1607042	Łambinowice	0,137		1943	2408042	Ornontowice	-0,453
857	2605012	Fałków	0,137		1944	0416012	Cekcyn	-0,453
858	1420062	Joniec	0,136		1945	1210092	Łącko	-0,453

859	1403062	Łaskarzew	0,136		1946	0415082	Wielka Nieszawka	-0,454
860	1415092	Olszewo-Borki	0,136		1947	2608022	Kije	-0,457
861	0620072	Nielisz	0,136		1948	2602042	Nagłowice	-0,461
862	0604042	Hrubieszów	0,136		1949	2416063	Ogrodzieniec	-0,464
863	1420082	Nowe Miasto	0,136		1950	0216053	Przemków	-0,467
864	0218022	Malczyce	0,135		1951	2414052	Chełm Śląski	-0,467
865	2802033	Frombork	0,135		1952	2605042	Radoszyce	-0,469
866	0613043	Parczew	0,135		1953	0801073	Witnica	-0,470
867	2010042	Grodzisk	0,135		1954	1206042	Jerzmanowice-Przegonia	-0,470
868	1608043	Praszka	0,135		1955	2005052	Dubicze Cerkiewne	-0,473
869	0614052	Końskowola	0,134		1956	2417122	Ślemień	-0,473
870	0619022	Hanna	0,134		1957	1216022	Gromnik	-0,473
871	0611042	Krzywda	0,134		1958	1403132	Wilga	-0,474
872	3026023	Dolsk	0,133		1959	2601022	Gnojno	-0,475
873	1812063	Rudnik nad Sanem	0,133		1960	2413072	Świerklaniec	-0,475
874	1814062	Przeworsk	0,132		1961	2604112	Mniów	-0,476
875	1404052	Szczawin Kościelny	0,132		1962	2012072	Suwałki	-0,477
876	0808063	Zbąszynek	0,132		1963	0208123	Radków	-0,478
877	3013022	Lipno	0,132		1964	1210102	Łososina Dolna	-0,479
878	0219063	Strzegom	0,130		1965	1813012	Bircza	-0,480
879	3021093	Kórnik	0,130		1966	2601013	Busko-Zdrój	-0,481
880	0617033	Piaski	0,130		1967	2604092	Masłów	-0,482
881	0210042	Lubań	0,130		1968	1405052	Jaktorów	-0,486
882	0205042	Mściwojów	0,130		1969	0602073	Józefów	-0,487
883	1006073	Koluszki	0,128		1970	0414072	Osie	-0,492
884	0225052	Sulików	0,127		1971	2604123	Morawica	-0,492
885	0616022	Kłoczew	0,127		1972	3013062	Wijewo	-0,494
886	0603153	Rejowiec	0,126		1973	1216143	Zakliczyn	-0,495
887	1008072	Pabianice	0,126		1974	1213023	Brzeszcze	-0,497
888	1407042	Grabów nad Pilicą	0,126		1975	2403092	Istebna	-0,497
889	1803072	Żyraków	0,126		1976	1811052	Mielec	-0,499
890	1808053	Nowa Sarzyna	0,126		1977	1806062	Dzikowiec	-0,499
891	1802062	Nozdrzec	0,125		1978	2409042	Poraj	-0,500
892	0615082	Wołyń	0,125		1979	2601052	Solec-Zdrój	-0,501
893	0219083	Żarów	0,125		1980	2605052	Ruda Maleniecka	-0,502
894	3015063	Zbąszyń	0,124		1981	1212042	Klucze	-0,503
895	1012122	Radomsko	0,123		1982	2002103	Suraż	-0,505
896	0608103	Ostrów Lubelski	0,122		1983	2411053	Kuźnia Raciborska	-0,507
897	2603033	Kazimierza Wielka	0,121		1984	2412013	Czerwionka-Leszczyny	-0,509
898	2212053	Kępice	0,121		1985	0806023	Drezdenko	-0,511
899	1403032	Borowie	0,121		1986	1210032	Gródek nad Dunajcem	-0,511
900	2411033	Krzanowice	0,120		1987	1216103	Tuchów	-0,513
901	3216033	Połczyn-Zdrój	0,120		1988	2601032	Nowy Korczyn	-0,513
902	0809082	Trzebiechów	0,120		1989	1408032	Nieporęt	-0,515
903	3010103	Sompolno	0,120		1990	1801032	Czarna	-0,515
904	1809023	Cieszanów	0,120		1991	2413062	Ożarów	-0,519
905	1434062	Jadów	0,120		1992	1206162	Zabierzów	-0,520
906	1814082	Trynka	0,119		1993	2806052	Krukłanki	-0,521

907	0607062	Szastarka	0,119		1994	1813022	Dubiecko	-0,531
908	1816113	Sokolów Małopolski	0,119		1995	2206062	Lipusz	-0,531
909	1433022	Grębków	0,119		1996	1817042	Komańcza	-0,533
910	3008072	Trzcinica	0,119		1997	0801042	Kłodawa	-0,535
911	0209082	Ruja	0,119		1998	2605072	Smyków	-0,539
912	1816143	Tyczyn	0,117		1999	2602052	Oksa	-0,539
913	2214023	Gniew	0,117		2000	3211033	Nowe Warpno	-0,540
914	0214032	Dobroszyce	0,117		2001	3202033	Drawno	-0,542
915	0808012	Lubrza	0,116		2002	0811092	Tuplice	-0,542
916	0601042	Drelów	0,115		2003	0602092	Łukowa	-0,543
917	3009082	Kościelec	0,115		2004	2412032	Jejkowice	-0,544
918	2014032	Rutki	0,115		2005	1206082	Michałowice	-0,545
919	2201023	Bytów	0,115		2006	1206063	Krzeszowice	-0,546
920	3027082	Turek	0,115		2007	0618082	Susiec	-0,549
921	2803062	Rybno	0,114		2008	2604102	Miedziana Góra	-0,554
922	3204023	Goleniów	0,114		2009	1216063	Ryglice	-0,556
923	2007032	Miastkowo	0,114		2010	2604062	Górno	-0,556
924	3027022	Brudzew	0,114		2011	1216042	Pleśna	-0,557
925	0218052	Udanin	0,113		2012	1807033	Iwonicz-Zdrój	-0,557
926	2416032	Irządze	0,112		2013	2415072	Lubomia	-0,561
927	1003023	Łask	0,112		2014	2611053	Wąchock	-0,562
928	0210033	Leśna	0,112		2015	1425082	Pionki	-0,563
929	0224032	Kamieniec Żąbkowicki	0,111		2016	1418043	Piaseczno	-0,565
930	0402032	Brodnica	0,111		2017	2213072	Osieczna	-0,566
931	0620092	Sitno	0,110		2018	0810082	Wymiarki	-0,570
932	2802072	Wilczęta	0,109		2019	1418032	Lesznowola	-0,570
933	1811042	Gawłuszowice	0,109		2020	1211102	Ochotnica Dolna	-0,574
934	1204073	Szczucin	0,109		2021	1205042	Gorlice	-0,574
935	1012062	Kobiele Wielkie	0,108		2022	1805032	Dębowiec	-0,574
936	0618092	Tarnawatka	0,108		2023	1216162	Szerzyny	-0,575
937	1412082	Jakubów	0,107		2024	0206082	Podgórzyn	-0,577
938	1401052	Stromiec	0,107		2025	2411062	Nędza	-0,579
939	2803032	Iłowo-Osada	0,106		2026	3206023	Cedynia	-0,580
940	3206012	Banie	0,106		2027	1009052	Rząśnia	-0,582
941	0620022	Grabowiec	0,106		2028	1202052	Gnojnik	-0,583
942	1813092	Stubno	0,106		2029	2002133	Wasilków	-0,588
943	1017062	Ostrówek	0,106		2030	2604162	Raków	-0,590
944	2416083	Szczekociny	0,105		2031	1207112	Słopnice	-0,593
945	1406083	Nowe Miasto nad Pilicą	0,105		2032	0213033	Milicz	-0,594
946	3215033	Biały Bór	0,105		2033	1821042	Olszanica	-0,594
947	0214023	Bierutów	0,105		2034	2608032	Michałów	-0,595
948	3005053	Wielichowo	0,104		2035	2610022	Bliżyn	-0,596
949	0604072	Uchanie	0,104		2036	1201042	Lipnica Murowana	-0,598
950	2203072	Rzeczonica	0,104		2037	0201052	Osiecznica	-0,598
951	1804082	Radymno	0,103		2038	0201032	Gromadka	-0,599
952	1425092	Przytyk	0,102		2039	0208143	Szczytna	-0,601
953	0601132	Rossosz	0,102		2040	1801083	Ustrzyki Dolne	-0,603
954	1433032	Korytnica	0,102		2041	0212053	Wleń	-0,603

955	0212013	Gryfów Śląski	0,101		2042	1209022	Lubień	-0,605
956	1010052	Łęki Szlacheckie	0,101		2043	1215042	Bystra-Sidzina	-0,608
957	1012092	Ładzice	0,101		2044	2417072	Łękawica	-0,609
958	1426032	Kotuń	0,101		2045	1210163	Stary Sącz	-0,618
959	0217053	Wiązów	0,101		2046	2417022	Czernichów	-0,619
960	0203052	Pęcław	0,101		2047	1016052	Inowłódz	-0,621
961	3007072	Mycielin	0,100		2048	0416052	Śliwice	-0,623
962	2014022	Kołaki Kościelne	0,099		2049	2608043	Pińczów	-0,623
963	2404112	Mykanów	0,099		2050	2402032	Buczkowice	-0,633
964	3014012	Chrzypsko Wielkie	0,099		2051	2410012	Goczałkowice-Zdrój	-0,633
965	3206083	Trzcimsko-Zdrój	0,098		2052	2604182	Strawczyn	-0,633
966	3020033	Dobrzyca	0,098		2053	2011102	Szudziałowo	-0,634
967	1218102	Wieprz	0,098		2054	1210122	Nawojowa	-0,634
968	2413092	Zbrosławice	0,097		2055	2604033	Chęciny	-0,635
969	1429062	Repki	0,096		2056	2604192	Zagnańsk	-0,637
970	0609102	Niedzwica Duża	0,096		2057	1218013	Andrychów	-0,640
971	3020013	Chocz	0,096		2058	0208092	Lewin Kłodzki	-0,645
972	3022042	Pakosław	0,096		2059	1817062	Tyrawa Wołoska	-0,647
973	1010113	Wolbórz	0,096		2060	1201082	Trzciana	-0,650
974	3026012	Brodnica	0,096		2061	1821052	Solina	-0,656
975	0219032	Dobromierz	0,095		2062	1201063	Nowy Wiśnicz	-0,657
976	0612022	Józefów nad Wisłą	0,095		2063	2412052	Świerklany	-0,659
977	3009043	Dąbie	0,095		2064	3209053	Mielno	-0,659
978	3202053	Pełczyce	0,094		2065	1202042	Dębno	-0,660
979	1204042	Mędrzechów	0,093		2066	1207092	Mszana Dolna	-0,662
980	2205052	Somonino	0,093		2067	1207062	Laskowa	-0,663
981	2807073	Zalewo	0,092		2068	1609062	Murów	-0,667
982	2802042	Lelkowo	0,091		2069	3021152	Suchy Las	-0,673
983	2404052	Kłomnice	0,091		2070	1206103	Skała	-0,679
984	1438052	Wiskitki	0,091		2071	1813052	Krzywcza	-0,680
985	1811062	Padew Narodowa	0,090		2072	1815022	Ostrów	-0,680
986	1401032	Radzanów	0,090		2073	2403042	Brenna	-0,684
987	1017082	Skomlin	0,090		2074	0605053	Janów Lubelski	-0,684
988	0617052	Trawniki	0,089		2075	3217023	Człopa	-0,685
989	0620052	Łabunie	0,089		2076	2604132	Nowa Słupia	-0,687
990	0218043	Środa Śląska	0,088		2077	3207013	Dziwnów	-0,698
991	0616032	Nowodwór	0,088		2078	2604012	Bieliny	-0,704
992	2407072	Pawonków	0,087		2079	1609122	Tułowice	-0,709
993	3010142	Wilczyn	0,086		2080	2402072	Kozy	-0,711
994	1419112	Słubice	0,086		2081	3021072	Komorniki	-0,713
995	1435042	Somianka	0,085		2082	1201052	Łapanów	-0,714
996	0418132	Włocławek	0,085		2083	1805082	Osiek Jasielski	-0,718
997	2404092	Lelów	0,085		2084	2610032	Łączna	-0,719
998	3010082	Rzgów	0,085		2085	1210082	Łabowa	-0,737
999	1401042	Stara Błotnica	0,085		2086	0213022	Krośnice	-0,739
1000	0223032	Jordanów Śląski	0,084		2087	1805072	Nowy Żmigród	-0,740
1001	2007052	Piątnica	0,083		2088	1205082	Ropa	-0,741
1002	2404063	Konieczpol	0,082		2089	1421062	Raszyn	-0,746

1003	3214023	Chociwel	0,081		2090	1219053	Wieliczka	-0,748
1004	0602123	Tarnogród	0,080		2091	1408022	Jablonna	-0,752
1005	1015082	Skiernewice	0,080		2092	2402102	Wilkowice	-0,759
1006	0620133	Szczebrzeszyn	0,080		2093	2011043	Krynki	-0,764
1007	1206052	Kocmyrzów-Luborzycza	0,079		2094	1432072	Stare Babice	-0,766
1008	1812053	Nisko	0,079		2095	1417032	Celestynów	-0,768
1009	0415032	Czernikowo	0,078		2096	2403052	Chybie	-0,768
1010	1013042	Rawa Mazowiecka	0,078		2097	0613072	Sosnowica	-0,780
1011	1816122	Świlcza	0,078		2098	2206022	Dziemiany	-0,794
1012	1020092	Zgierz	0,078		2099	1202062	Iwkowa	-0,795
1013	1415062	Lelis	0,078		2100	1211072	Lipnica Wielka	-0,803
1014	1425033	Iłża	0,078		2101	1821012	Baligród	-0,807
1015	1602022	Branice	0,077		2102	2601082	Wiślica	-0,807
1016	3007052	Koźminek	0,077		2103	2817032	Jedwabno	-0,811
1017	3206043	Gryfino	0,077		2104	1206172	Zielonki	-0,814
1018	1609112	Tarnów Opolski	0,077		2105	1809032	Horyniec-Zdrój	-0,818
1019	1015072	Nowy Kawęczyn	0,076		2106	2816043	Ruciane-Nida	-0,826
1020	0603122	Wierzbica	0,076		2107	0806013	Dobiegniew	-0,830
1021	1436032	Przyłęk	0,076		2108	2814112	Stawiguda	-0,833
1022	2609032	Klimontów	0,075		2109	2407022	Boronów	-0,834
1023	1606023	Namysłów	0,075		2110	1202033	Czechów	-0,835
1024	1424022	Obryte	0,075		2111	1407012	Garbatka-Letnisko	-0,836
1025	2010092	Siemiatycze	0,074		2112	2010052	Mielnik	-0,836
1026	1403052	Górzno	0,074		2113	1210073	Krynica-Zdrój	-0,845
1027	3217033	Mirosławiec	0,073		2114	1421052	Nadarzyn	-0,847
1028	1211112	Raba Wyżna	0,073		2115	1813042	Krasiczyn	-0,852
1029	3214062	Kobylanka	0,073		2116	2402062	Jaworze	-0,854
1030	0602042	Biszczka	0,072		2117	1205102	Uście Gorlickie	-0,854
1031	3009022	Babiak	0,072		2118	2002023	Czarna Białostocka	-0,857
1032	0201062	Warta Bolesławiecka	0,072		2119	1210133	Piwniczna-Zdrój	-0,862
1033	0603072	Leśniowice	0,072		2120	1813032	Fredropol	-0,867
1034	0610062	Spiczyn	0,071		2121	2604053	Daleszyce	-0,867
1035	0608063	Kock	0,070		2122	1210113	Muszyna	-0,875
1036	1418063	Tarczyn	0,070		2123	0221063	Mieroszów	-0,889
1037	0202062	Łągiewniki	0,070		2124	1215082	Zawoja	-0,890
1038	0225043	Pieńsk	0,069		2125	1211062	Krościenko nad Dunajcem	-0,892
1039	2205042	Sierakowice	0,067		2126	2810042	Piecki	-0,907
1040	1019042	Zduńska Wola	0,067		2127	0811072	Przewóz	-0,908
1041	3010013	Golina	0,066		2128	1210052	Kamionka Wielka	-0,909
1042	1012102	Masłowice	0,066		2129	2417142	Ujsoły	-0,916
1043	1606052	Wilków	0,066		2130	1807023	Dukla	-0,919
1044	0614022	Baranów	0,066		2131	0807032	Słońsk	-0,920
1045	0414093	Świecie	0,064		2132	2005062	Hajnówka	-0,923
1046	2201012	Borzytuchom	0,064		2133	1210152	Rytko	-0,924
1047	1214062	Radziemice	0,063		2134	2001052	Nowinka	-0,933
1048	1433042	Liw	0,062		2135	2213082	Osiek	-0,935
1049	1814053	Kańczuga	0,062		2136	1008052	Ksawerów	-0,945
1050	2612043	Osiek	0,062		2137	1211042	Czorsztyn	-0,958

1051	3206092	Widuchowa	0,061		2138	1205092	Sękowa	-0,961
1052	1815012	Iwierzycy	0,061		2139	2604172	Sitkówka-Nowiny	-0,972
1053	0606032	Gorzków	0,061		2140	2002093	Supraśl	-0,975
1054	0603102	Sawin	0,060		2141	1207052	Kamienica	-1,010
1055	2010032	Dziadkowice	0,060		2142	2008072	Trzcianne	-1,038
1056	0216062	Radwanice	0,060		2143	2002042	Gródek	-1,049
1057	2814033	Dobre Miasto	0,060		2144	2009022	Giby	-1,062
1058	2613052	Secemin	0,060		2145	2001062	Płaska	-1,079
1059	3010112	Stare Miasto	0,059		2146	1421042	Michałowice	-1,087
1060	2010072	Nurzec-Stacja	0,059		2147	0619052	Urszulin	-1,094
1061	1012072	Kodrąb	0,058		2148	0208133	Stronie Śląskie	-1,094
1062	1005022	Bielawy	0,058		2149	1807102	Jaśliska	-1,110
1063	1425072	Kowala	0,057		2150	2604023	Bodzentyn	-1,119
1064	2014052	Zambrów	0,056		2151	1432032	Kampinos	-1,120
1065	1412052	Dębe Wielkie	0,056		2152	1211023	Szczawnica	-1,140
1066	1808042	Leżajsk	0,055		2153	2005092	Narewka	-1,142
1067	0202073	Niemcza	0,055		2154	1217032	Bukowina Tatrzańska	-1,152
1068	2003082	Wyszki	0,054		2155	1432053	Łomianki	-1,220
1069	0210072	Siekierczyn	0,054		2156	2008013	Goniądz	-1,273
1070	1430022	Jastrząb	0,053		2157	1006022	Andrespol	-1,321
1071	1010093	Sulejów	0,053		2158	2212092	Smóldzino	-1,374
1072	0618112	Tomaszów Lubelski	0,053		2159	1428022	Brochów	-1,374
1073	0601192	Zalesie	0,053		2160	1217052	Poronin	-1,423
1074	1007023	Drzewica	0,053		2161	0620153	Zwierzyniec	-1,430
1075	0614092	Puławy	0,052		2162	1207102	Niedźwiedź	-1,494
1076	3004013	Borek Wielkopolski	0,052		2163	3207043	Międzyzdroje	-1,500
1077	2007043	Nowogród	0,051		2164	1801052	Lutowiska	-1,547
1078	2201072	Parchowo	0,051		2165	3205072	Rewal	-1,587
1079	3019052	Miasteczko Krajeńskie	0,050		2166	1432042	Leszno	-1,609
1080	2815092	Ostróda	0,050		2167	1821022	Cisna	-1,708
1081	0612053	Opole Lubelskie	0,050		2168	1414022	Czosnów	-1,747
1082	2603022	Czarnocin	0,050		2169	1414032	Leoncin	-1,764
1083	0801032	Deszczno	0,049		2170	1217042	Kościelisko	-2,043
1084	1010082	Rozprza	0,049		2171	1805062	Krempna	-2,096
1085	1602043	Kietrz	0,049		2172	2005022	Białowieża	-2,252
1086	2403072	Goleszów	0,048		2173	1432022	Izabelin	-2,659
1087	1423032	Klwów	0,048		2174	1001042	Kleszczów	-3,846

Źródło: Opracowanie własne

Załącznik 4. Kwestionariusz ankiety



Społeczna ocena energetyki wiatrowej

Szanowni Państwo!

Prowadzę badania dotyczące czynników lokalizacji elektrowni wiatrowych w Polsce. Celem badania ankietowego jest określenie nastawienia społecznego do energetyki wiatrowej w Polsce.

Zwracam się z uprzejmą prośbą o udzielenie odpowiedzi na zamieszczone w ankiecie pytania. Państwa opinia jest niezwykle istotna dla prowadzonych przeze mnie badań. Chcę podkreślić, że badanie jest anonimowe, a zebrane dane będą służyć wyłącznie poznaniu naukowemu i zostaną wykorzystane w pracy doktorskiej realizowanej w Instytucie Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM w Poznaniu.

Dziękuję za poświęcony czas i współpracę!

1. Czy w Pani/Pana gminie funkcjonuje elektrownia wiatrowa?
 Tak
 Nie
2. Czy w Pani/Pana bliskim sąsiedztwie funkcjonuje elektrownia wiatrowa (mniej niż 1 km od miejsca zamieszkania)?
 Tak
 Nie
3. Jakie jest Pani/Pana ogólne nastawienie do odnawialnych źródeł energii?
 Bardzo pozytywne
 Pozytywne
 Neutralne
 Negatywne
 Bardzo Negatywne
4. Jakie jest Pani/Pana nastawienie do następujących odnawialnych źródeł energii? (proszę wstawić cyfrę od 1 do 5, gdzie 1-bardzo negatywne, 5-bardzo pozytywne)
 Elektrownie wiatrowe
 Biogazownie

- Elektrownie na biomasę
 - Elektrownie wodne
 - Elektrownie słoneczne
5. Które słowa najlepiej opisują czym są/czym mogą być elektrownie wiatrowe dla Pani/Pana gminy? (proszę wybrać od 1 do 3 opcji)
- Szansa na rozwój
 - Zyski dla budżetu gminy
 - Nowe miejsca pracy
 - Inwestycja na przyszłość
 - Zagrożenie dla jakości życia
 - Uciążliwe sąsiedztwo
 - Mało znaczący dodatek dla gospodarki gminy
 - Inne
6. Jak ocenia Pani/Pan, zapis ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, zwiększający konieczną odległość turbiny wiatrowej od zabudowy mieszkaniowej do 10-krotności wysokości turbiny wiatrowej?
- Pozytywnie
 - Negatywnie
 - Nie mam zdania
7. Czy w Polsce energetyka wiatrowa powinna być wspierana przez państwo?
- Tak
 - Nie
 - Nie mam zdania
8. Jaki jest docelowy udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w Polsce do 2020 roku?
- 5%
 - 15%
 - 25%
 - 35%

9. Czy energetyka wiatrowa jest ważna dla polskiej gospodarki?

Tak

Nie

Nie mam zdania

10. Czy uważa Pani/Pan, że zmiany klimatu stanowią istotny problem dla Polski?

Tak

Nie

Nie mam zadania

11. Dane ankietowanego:

1.

a) Wiek: ...

b) Płeć:

Kobieta

Mężczyzna

c) Miejsce zamieszkania

Miasto

Wieś

d) Wykształcenie

Podstawowe

Średnie

Wyższe