

ANNA NOWAK

WPŁYW OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I TEMPERATURY POWIETRZA NA WAHANIA STANÓW WÓD GRUNTOWYCH W PROFILU BUK – SKÓRZEWO – POZNAŃ-SZCZEPANKOWO W LATACH 1961–1983

ZARYS TREŚCI

W opracowaniu przedstawiono wyniki analizy wpływu opadów atmosferycznych i temperatury powietrza na wahania stanów wód pierwszego poziomu wodonośnego w profilu Buk – Skórzewo – Poznań-Szczepankowo w latach 1961–1983. W pracy założono, że stany wód gruntowych zależą przede wszystkim od czynników meteorologicznych, natomiast w nieznacznym stopniu od lokalnych czynników fizjograficznych (takich jak rzeźba otoczenia studni, budowa geologiczna i in.). Warunki występowania wód pierwszego poziomu wodonośnego na analizowanych posterunkach były porównywalne (cechowała je homogeniczność utworów wodonośnych w strefie wahań zwierciadła w profilu pionowym) (CHELMICKI 1991).

W części pierwszej przedstawiono charakterystykę badanych elementów hydrometeorologicznych, natomiast w drugiej przeprowadzono analizę współzależności pomiędzy badanymi elementami (zastosowano macierze korelacji) oraz dokonano oceny wpływu opadów atmosferycznych i temperatury powietrza na przebieg wahań stanów wód gruntowych.

WSTĘP

Proces zasilania wód podziemnych jest bardzo złożony i skomplikowany, przebiega bowiem w różnych warunkach naturalnych, dodatkowo podlegając wpływom wielu czynników (m.in. meteorologicznych), które są zmienne zarówno w czasie, jak i przestrzeni. Wody podziemne mogą być zasilane wodami pochodzącymi z infiltracji wód atmosferycznych, przesiąkania wód powierzchniowych, a także wodami z sąsiednich poziomów wodonośnych.

W niniejszej pracy skoncentrowano się na zasilaniu wód podziemnych w wyniku infiltracji wód atmosferycznych. Infiltrująca woda jest bowiem głównym źródłem zasilania, odświeżania i utrzymywania w równowadze bilansowej zasobów wód podziemnych (ŻURAWSKI

1966). Przyczynia się do występowania fluktuacji zasobów tych wód zarówno w cyklu rocznym, jak i wieloletnim. Fluktuacje te wyrażają się zmiennością położenia zwierciadła wód podziemnych, które kształtowane jest przez mniej lub bardziej regularne okresy zasilania wodą opadową, jak i straty, przy padające m.in. na ewapotranspirację.

Według DYNOWSKIEJ i TLAŃKI (1982) najszybciej zwierciadło podnosi się po opadach i roztopach, przy czym wznios ten jest opóźniony w stosunku do opadów, gdyż woda deszczowa w czasie wsiąkania musi pokonać opory filtracji występujące w strefie aeracji. W świetle powyższych aspektów w niniejszym opracowaniu podjęto próbę oceny wpływu warunków meteorologicznych (zwłaszcza wielkości i rodzaju opadów atmosferycznych oraz temperatury powie-

trza) na kształtowanie się stanów wód gruntowych oraz odpowiedzi na pytanie: w których miesiącach związek pomiędzy badanymi elementami jest najbardziej wyraźny.

DANE I METODY BADAWCZE

W opracowaniu wykorzystano dane dotyczące stanów wód gruntowych, codziennych sum opadów atmosferycznych oraz średnich dobowych wartości temperatury powietrza z lat 1961–1983. Dane dotyczące stanów wód gruntowych pochodzą z trzech stacji pomiarowych: Buk (52°21' N, 16°32' E), Skórzewo (52°23' N, 16°48' E) i Poznań-Szczepankowo (52°22' N, 17°01' E). Posterunki te położone są na obszarze wysoczyzny morenowej płaskiej, która charakteryzuje się niewielkimi wysokościami względnymi (do 2 m) oraz niewielkim nachyleniem (do 2°), a w profilu litologicznym od powierzchni występuje gleba, dalej glina piaszczysta (Skórzewo, Poznań-Szczepankowo) lub glina zwałowa z otoczkami (Buk). Natomiast dane dotyczące opadów atmosferycznych i temperatury powietrza pochodzą ze stacji Poznań-Ławica (52°25' N, 16°50' E), którą wybrano jako reprezentatywną dla analizowanego profilu.

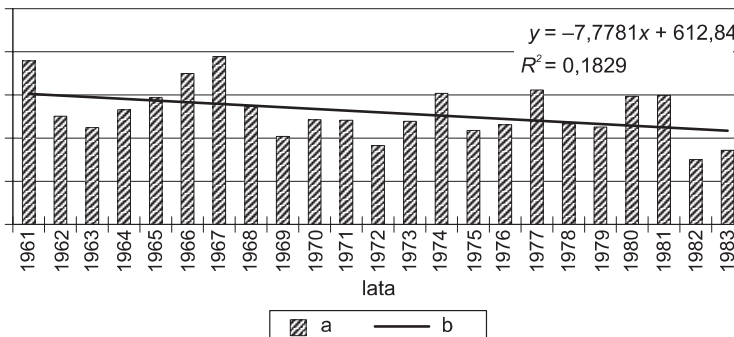
W celu zestawienia i analizy danych wykorzystano podstawowe charakterystyki statystyczne, tj. średnią arytmetyczną, amplitudę i współczynnik korelacji, oraz obliczono wskaźnik unormowania.

OPADY ATMOSFERYCZNE

Opady atmosferyczne w latach 1961–1983 charakteryzują się ogólnym trendem malejącym, wyrażającym się malejącą roczną sumą opadów atmosferycznych (rys. 1) oraz spadkiem liczby dni z opadem. Średnia suma opadów atmosferycznych z badanego wielolecia wynosi 519,5 mm, jednak w poszczególnych latach roczna suma waha się w granicach od 778,1 mm (1967) do 300,4 mm (1982).

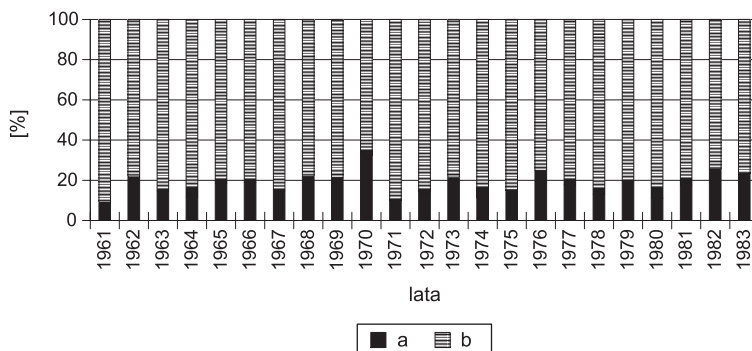
Natomiast udział opadu w postaci stałej w ogólnej sumie opadów atmosferycznych (tzw. współczynnik zaśnieżenia) dla wielolecia 1961–1983 wynosi 17,8%. Jednak w poszczególnych latach waha się w granicach od 8,9% (1961) do 32,2% (1970). Zróżnicowanie udziału śniegu w ogólnej sumie opadów przedstawiono na rys. 2.

Analizę uzupełniono podziałem poszczególnych lat na okresy charakterystyczne pod względem uwilgotnienia



Rys. 1. Roczne sumy opadów (a) wraz z linią trendu (b)

Fig. 1. Annual precipitation (a) with a trend line (b)



Rys. 2. Procentowy udział opadów w postaci śniegu (a) w rocznej sumie opadów (b – opad w postaci deszczu)

Fig. 2. Percentage of snowfall (a) in annual precipitation (b – rainfall)

(procentowy udział rocznej sumy opadów z poszczególnych lat do średniej sumy z wielolecia) według kryterium KACZOROWSKIEJ (1962). Na podstawie tej charakterystyki (tab. 1), stwierdzono, iż lata 60. były bogatsze w opady aniżeli lata 70. czy początek lat 80. W latach 60. nie notuje się lat, w których procentowy udział opadu normalnego zawiera się w granicach 50–74% („bardzo suchy”).

Natomiast w latach 70. i na początku lat 80. nie notuje się okresów określanych jako „bardzo wilgotne” (126–150% opadu normalnego).

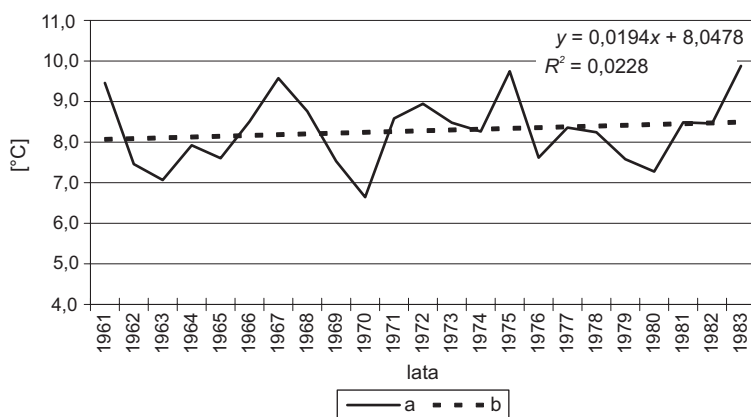
TEMPERATURA POWIETRZA

Temperaturę powietrza w badanym wieloleciu, w przeciwieństwie do opadów, cechuje ogólna tendencja wzrostowa (rys. 3). Wzrost średniej rocznej tem-

Tabela 1. Procentowy udział opadów z poszczególnych lat w odniesieniu do średniej sumy z wielolecia 1961–1983

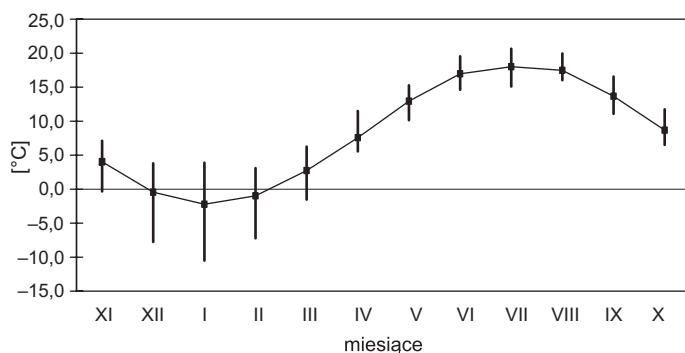
Table 1. Percentage of precipitation in a year in relation to mean value from the period 1961–1983

Rok	[%]	Charakterystyka	Rok	[%]	Charakterystyka	Rok	[%]	Charakterystyka
1961	146	bardzo wilgotny	1969	78	suchy	1977	120	wilgotny
1962	96	przeciętny	1970	93	przeciętny	1978	90	przeciętny
1963	86	suchy	1971	93	przeciętny	1979	87	Suchy
1964	102	przeciętny	1972	70	bardzo suchy	1980	114	wilgotny
1965	113	wilgotny	1973	92	przeciętny	1981	115	wilgotny
1966	135	bardzo wilgotny	1974	117	wilgotny	1982	58	bardzo suchy
1967	150	bardzo wilgotny	1975	84	suchy	1983	66	bardzo suchy
1968	105	przeciętny	1976	89	suchy	1961-1983	100	



Rys. 3. Przebieg średniej rocznej temperatury powietrza w latach 1961–1983 (a) z linią trendu (b)

Fig. 3. The course of mean annual temperature in the period 1961–1983 (a) with a trend line (b)



Rys. 4. Amplitudy powietrza dla poszczególnych miesięcy w latach 1961–1983

Fig. 4. Amplitudes of monthly air temperature in the period 1961–1983

peratury jest niewielki, jednak zauważalny. Średnia temperatura dla badanego obszaru z lat 1961–1983 wynosi 8,3°C. Dla pierwszego dziesięciolecia (1961–1970) średnia roczna wynosi 8,1°C, dla lat 1971–1980 – 8,3°C (jest równa średniej wieloletniej), zaś początek lat 80. charakteryzuje się dość znacznym wzrostem średniej rocznej temperatury powietrza – średnia za lata 1981–1983 wynosi 8,9°C. Natomiast średnia temperatura powietrza najcieplejszej pory roku, jaką jest lato, waha się w granicach 16,0–

–19,0°C. Temperatura wiosny i jesieni jest zbliżona, a średnia (dla badanego wielolecia) wynosi odpowiednio 7,8 i 8,8°C. Najniższe temperatury notowane są w miesiącach zimowych, średnia dla tych miesięcy jest równa –1,2°C.

Obliczono również amplitudy roczne temperatury powietrza oraz średnie amplitudy miesięczne za okres 1961–1983 (rys. 4). Charakterystyka ta umożliwia przedstawienie zróżnicowania warunków termicznych. Największą roczną amplitudą charakteryzuje się rok 1963

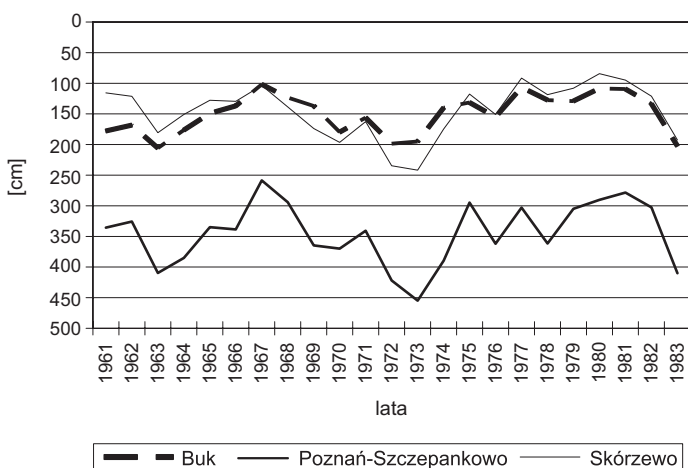
(amplituda wynosi $30,4^{\circ}\text{C}$), a najmniej-
szą – 1978 ($18,4^{\circ}\text{C}$). Średnia amplituda
roczna dla wielolecia 1961–1983 wynosi
 $22,0^{\circ}\text{C}$. Natomiast największe wahania
średnich miesięcznych temperatur po-
wietrza w wieloleciu 1961–1983 notuje
się w styczniu.

STANY WÓD GRUNTOWYCH

W wyniku przeprowadzonej analizy
przebiegu stanów wód gruntowych
stwierdzono, że przebieg położenia
zwierciadła wód pierwszego poziomu
wodonosnego na trzech analizowanych
posterunkach jest podobny (rys. 5).
Średnia wieloletnia głębokość zalegania
wód gruntowych w Skórzewie wynosi
255 cm poniżej powierzchni terenu.
Zwierciadło wód gruntowych na tym
posterunku zalega 145 cm niższe niż
na posterunku Poznań-Szczepankowo
i 143 cm niższe niż w Buku. Natomiast
w Buku i Poznaniu-Szczepankowie sta-
ny wód przebiegają w przybliżeniu na
tym samym poziomie, tj. 112 cm (Buk)
oraz 110 cm (Poznań-Szczepankowo)
poniżej powierzchni terenu.

Obliczono również wskaźnik unor-
mowania ($k = 1 - \frac{h_i}{SSW}$, gdzie: h_i – aktual-
ny stan zwierciadła wód gruntowych,
 SSW – średni wieloletni stan
zwierciadła), który jest podstawowym
wskaźnikiem charakteryzującym po-
łożenie zwierciadła wód gruntowych na
tle warunków naturalnych. Ujemny
współczynnik informuje o tym, iż dany
rok był bardziej suchy niż normalnie,
natomiast dodatni – iż dany rok był
bardziej wilgotny. Wartość liczbowa
wskaźnika określa więc wielkość obni-
żenia lub przewyższenia stanu średnie-
go (HOŁOWNIA, WIERZBIĆKA 1996).

Analiza wartości obliczonego wskaź-
nika pozwala stwierdzić, iż dziesięć lat
z badanego wielolecia było bardziej su-
chych aniżeli normalnie. Do lat „bar-
dziej suchych” zaliczane są: 1963, 1964,
1970, 1972, 1973, 1976, 1983 (wszystkie
posterunki) oraz 1961, 1962, 1971 dla
posterunku w Buku, 1969, 1971, 1974 dla
posterunku Poznań-Szczepankowo i 1969,
1974, 1978 dla posterunku w Skórzewie.
Natomiast pozostałe trzynaście lat okreś-



Rys. 5. Przebieg średnich rocznych stanów wód gruntowych w latach 1961–1983

Fig. 5. The course of the mean groundwater table in the period 1961–1983

Tabela 2. Wskaźnik unormowania (k)
 Table 2. Normalization coefficient (k – according to the equation in the text)

Rok	Buk	Poznań-Szczepankowo	Skórzewo
1961	-0,19	0,20	0,03
1962	-0,12	0,16	0,06
1963	-0,37	-0,25	-0,19
1964	-0,18	-0,04	-0,12
1965	0,01	0,12	0,03
1966	0,09	0,11	0,02
1967	0,32	0,29	0,25
1968	0,18	0,04	0,15
1969	0,09	-0,20	-0,06
1970	0,20	-0,35	-0,07
1971	0,04	-0,12	0,01
1972	0,32	-0,62	-0,22
1973	-0,30	-0,67	-0,32
1974	0,07	-0,20	-0,13
1975	0,12	0,19	0,15
1976	-0,03	-0,04	-0,05
1977	0,29	0,37	0,12
1978	0,15	0,18	0,05
1979	0,14	0,26	0,12
1980	0,28	0,42	0,16
1981	0,27	0,35	0,19
1982	0,11	0,16	0,12
1983	-0,35	-0,33	-0,19

lane są mianem „bardziej wilgotnych”, dla których wskaźnik przyjmuje wartości dodatnie.

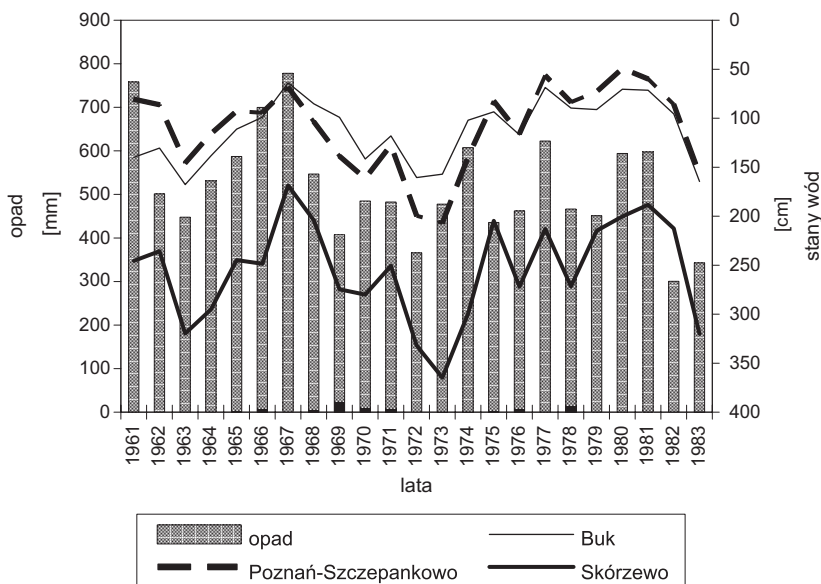
REZULTATY BADAŃ DOTYCZĄCE ZALEŻNOŚCI
 POMIĘDZY OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI
 I TEMPERATURĄ POWIETRZA A WAHANIAM
 ZWIERCIADŁA WÓD GRUNTOWYCH

Na podstawie przebiegu średnich rocznych stanów wód gruntowych (bardzo zbliżone dla trzech analizowanych posterunków) oraz rocznych sum opadów atmosferycznych (rys. 6) można zauważyć pewną zależność pomiędzy tymi

dwoma elementami. Wraz ze wzrostem rocznych sum opadów wzrastają stany wód gruntowych, a spadek rocznych sum opadów przyczynia się do obniżenia położenia zwierciadła tych wód. Zależność ta obserwowana jest w latach 1963–1967, kiedy ma miejsce wzrost rocznej sumy opadów atmosferycznych pokrywający się z permanentnym wzrostem stanów wód gruntowych. Wyjątek stanowi jedynie przebieg stanów wód w roku 1966, kiedy na dwóch posterunkach (Poznań-Szczepankowo i Skórzewo) obserwuje się nieznaczny spadek położenia zwierciadła pomimo wzrostu opadów. Natomiast po roku 1967 (w którym odnotowano najwyższe roczne sumy opadów z całego badanego wielolecia) następuje spadek położenia zwierciadła wód gruntowych, który jest odzwierciedleniem spadku rocznych sum opadów. Sytuacja ta trwa do roku 1969. Po 1969, w kolejnych latach, występują spadki i wzniosy zwierciadła wód podziemnych, charakteryzujące się większym zróżnicowaniem (aniżeli w latach wcześniejszych).

W końcowym etapie analizy obliczono współczynniki korelacji dla zależności średnich rocznych stanów wód oraz rocznych sum opadów (ryc. 7–9) oraz wykonano macierze korelacji, a na ich podstawie określono, w których miesiącach roku opady najsilniej wywierają wpływ na wahania zwierciadła wód pierwszego poziomu wodonośnego.

Współczynniki korelacji dla każdego posterunku przyjmują wartości dodatnie, co oznacza, że wzrost rocznej sumy opadów powoduje podniesienie średniego rocznego położenia zwierciadła wód gruntowych. Największą korelacją charakteryzuje się posterunek Poznań-Szczepankowo ($r = 0,4731$), następnie Skórzewo ($r = 0,4165$), natomiast w Buku ($r = 0,4021$) współczynnik korelacji był najniższy.



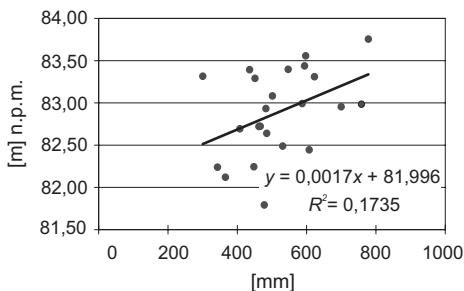
Rys. 6. Przebieg rocznych sum opadów atmosferycznych (a) oraz średnie roczne stany wód gruntowych (linie ciągłe) w latach 1961–1983

Fig. 6. The course of precipitation (a) and mean annual groundwater table (solid line) from the period 1961–1983 year mean groundwater and total year precipitation

Obliczono również współczynniki korelacji dla zależności średnich miesięcznych stanów wód oraz miesięcznych sum opadów, a wyniki zestawiono w postaci macierzy korelacyjnych (załącznik 1). Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, iż opady grudnia, marca, czerwca i lipca najsilniej korelują ze stanami wód gruntowych. Należy zauważyć, że zazwyczaj współczynnik korelacji jest wyższy dla opadu danego miesiąca i stanów wód kolejnego miesiąca, co może świadczyć o miesięcznym opóźnieniu w procesie zasilania lub szczypania wód podziemnych.

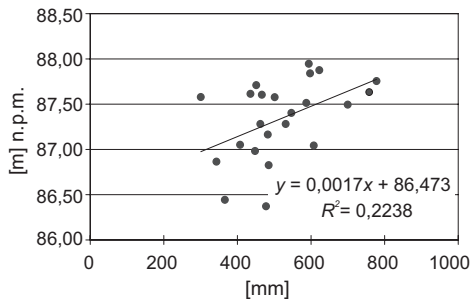
W kolejnym etapie badań obliczono współczynniki korelacji dla średnich rocznych temperatur powietrza i średnich rocznych stanów wód gruntowych. Stwierdzono, że ich wartości są niższe aniżeli otrzymane dla rocznych sum opadów, co świadczy o znacznie mniej-

szym związku tego elementu meteorologicznego z wahaniami stanów wód gruntowych w analizowanym profilu. Dla posterunku w Skórczewie współczynnik korelacji przyjmuje wartość $r = 0,1780$ i jest największy spośród obliczonych współczynników dla trzech



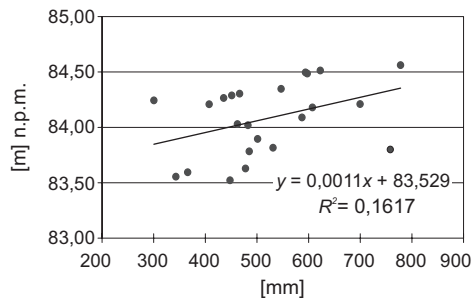
Rys. 7. Zależność pomiędzy średnimi rocznymi stanami wód gruntowych oraz rocznymi sumami opadów na posterunku w Buku

Fig. 7. Dependence between groundwater table and precipitation in Buk station



Rys. 8. Zależność pomiędzy średnimi rocznymi stanami wód gruntowych oraz rocznymi sumami opadów na posterunku w Poznaniu-Szczepankowie

Fig. 8. Dependence between groundwater table and precipitation in Poznań-Szczepankowo station



Rys. 9. Zależność pomiędzy średnimi rocznymi stanami wód gruntowych oraz rocznymi sumami opadów na posterunku w Skórzewie

Fig. 9. Dependence between groundwater table and precipitation in Skórzewo station

analizowanych stacji. Natomiast dla posterunków Buk i Poznań-Szczepankowo współczynnik przyjmuje zbliżone wartości, które wynoszą: $r = 0,1052$ (Buk) oraz $r = 0,0997$ (Poznań-Szczepankowo).

DYSKUSJA I WNIOSKI

Podsumowując, należy stwierdzić, że na analizowanych posterunkach zaznacza się wpływ opadów atmosferycznych oraz

w znacznie mniejszym stopniu temperatury powietrza na położenie zwierciadła wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego. Związek pomiędzy opadami a stanami wód gruntowych zauważyła m.in. SKIBNIEWSKA (1957), która w swoim artykule pisze: „Wpływ opadów na stany wód gruntowych jest niewątpliwy”. Wielkość wahań zwierciadła wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego w poszczególnych miesiącach jest różnicowana i zależy przede wszystkim od pory roku, wielkości i rodzaju opadów atmosferycznych oraz temperatury powietrza (która wywiera wpływ m.in. na proces parowania). W miesiącach zimowych, kiedy opad atmosferyczny występuje w postaci stałej, a temperatura powietrza przyjmuje wartości ujemne, opad może być retencjonowany i uwalniany dopiero w czasie roztopów. Natomiast w miesiącach letnich, w okresie wyższej temperatury powietrza, które przyczyniają się m.in. do wzrostu parowania, pomimo wystąpienia opadu zwierciadło wód gruntowych może pozostawać na niezmiennym poziomie.

Przeprowadzona analiza potwierdziła wpływ elementów meteorologicznych na rytm i dynamikę wahań zwierciadła wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego, zarówno w cyklu rocznym, jak i wieloletnim. Jednak w dalszym ciągu istnieje potrzeba tego typu badań oraz zwrócenia większej uwagi na rodzaj i natężenie opadów atmosferycznych w celu lepszego poznania mechanizmów zasilania oraz odnawiania czy określania zasobów wód podziemnych. Badania te mogą mieć istotne znaczenie przy tworzeniu modeli matematycznych i prognozowaniu ilości oraz jakości wód podziemnych, których znaczenie w dzisiejszych czasach jest bardzo znaczące. Bowiem sam fakt wy-

stąpienia opadu nie zawsze znajduje adekwatne odbicie w intensywności zasilenia oraz w dynamice odnawiania wód podziemnych.

LITERATURA

- CHELMICKI W., 1991: Zmiany położenia zwierciadła wód gruntowych w cyklu rocznym w Polsce.
 DYNOWSKA I., TLAŁKA A., 1982: Hydrografia. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
 HOŁOWNIA B., WIERZBIĆKA B., 1996: Wskaźniki oceny sytuacji hydrologicznej wód grunto-

wych. Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, XIX(XL), 1.

- KACZOROWSKA Z., 1962: Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Prace Geogr., 33. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
 Roczniki hydrologiczne wód podziemnych, IMGW.
 Roczniki meteorologiczne, IMGW.
 Roczniki opadów atmosferycznych, IMGW.
 SKIBNIEWSKA H., 1957: Wpływ opadów na stany wód gruntowych. Prace PHIM, 45, Warszawa.
 ŻURAWSKI M., 1966: Próba wydzielenia typów infiltracyjnych Niziny Wielkopolskiej. PTPN, Wyd. Mat.-Przr., Prace Kom. Geogr.-Geolog., VI, 1.

Recenzent: dr hab. Leszek Kolendowicz

Zakład Klimatologii
 Instytut Geografii Fizycznej
 i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
 Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

THE INFLUENCE OF PRECIPITATION AND AIR TEMPERATURE ON THE GROUNDWATER TABLE FLUCTUATIONS IN THE PROFILE OF BUK – SKÓRZEWO – POZNAŃ-SZCZEPANKOWO IN THE YEARS 1961–1983

Summary

This study depicts analysis results of influence of precipitation and air temperature on fluctuation of the level of the groundwater table in Buk – Skórzewo – Poznań-Szczepankowo profile in years 1961–1983. It is assumed in this work, that the level first groundwater table primarily depends on meteorological conditions, however local conditions, as relief, geology, etc. have minor influence. Therefore chosen observation posts characterize comparable conditions of aquifer occurrence (similar geomorphology, petrology).

In this study foregoing data were used: groundwater table, daily precipitation and average daily air temperature from the period 1961 to 1983. A groundwater table was measured in three stations: Buk (52°21' N, 16°32' E), Skórzewo (52°23' N, 16°48' E) and Poznań-Szczepankowo (52°22' N, 17°01' E). However meteorological data originate from Poznań-Ławica (52°25' N, 16°50' E) station, which was chosen as a representative.

On the basis analysis of variability of groundwater level and distribution of precipitation and air temperature in years 1961–1983, as well as correlation analysis, some mutual-

dependences between mentioned hydroclimatic elements can be affirmed. On the basis of variability of average annual level of the groundwater table (approximate to three analyzed posts) and annual precipitation, the relationship between both elements has been found out: along with increasing precipitation groundwater table rises up.

However analysis of the correlation matrix can affirm, that precipitation in July and December have a largest impact on groundwater table. Moreover, usually the correlation coefficient takes a highest value for precipitation in relevant month and groundwater table in successive one, which could prove of one-month delaying factor during groundwater recharge or bailing.

Despite confirmed relationship between meteorological conditions and fluctuations of groundwater level, there is still need of such studies. Kind and intensity of precipitation seems to be an important factor for groundwater recharge and renewal mechanisms. The above could help in creating mathematical models and prediction of quantity and quality of groundwater.

ZAŁĄCZNIK (APPENDIX) 1

Macierze korelacji dla zależności między stanami wód gruntowych i opadami atmosferycznymi
Matrix of correlation coefficient between ground level table and precipitation

A – Buk

B – Poznań-Szczepankowo

C – Skórzewo

A	PXI	PXII	PI	PII	PIII	PIV	PV	PVI	PVII	PVIII	PIX	PX
XI	-0,0055	0,369	0,0735	-0,3324	0,1546	-0,3796	-0,3445	-0,0822	0,0802	0,1544	-0,1648	0,0014
XII	0,1662	0,5053	0,0045	-0,2632	0,1517	-0,3776	-0,2378	0,1408	0,2085	0,1813	-0,2164	0,048
I	0,0718	0,5312	0,2519	-0,249	0,1414	-0,483	-0,2209	0,0759	0,3346	0,2645	-0,2045	0,1183
II	0,2107	0,5389	0,2188	-0,0239	0,1933	-0,3088	-0,1263	0,2739	0,3907	0,2555	-0,356	0,1616
III	0,0628	0,4526	0,3413	0,0011	0,3294	-0,2682	-0,1896	0,1116	0,3484	0,1092	-0,2947	0,0861
IV	0,2699	0,2139	0,2875	0,1543	0,3909	0,1711	-0,0554	-0,0253	0,2072	0,0587	-0,2258	-0,0052
V	0,3217	0,1694	0,1728	0,2402	0,4902	0,3436	0,342	0,0309	0,3637	0,0359	-0,111	-0,0186
VI	0,266	0,3433	0,2061	0,1749	0,368	0,2162	0,4453	0,3259	0,538	-0,0181	-0,2331	-0,0885
VII	0,1343	0,3234	0,0079	0,1812	0,2092	-0,0375	0,0653	0,6317	0,6692	-0,0485	-0,4085	0,3336
VIII	0,0398	0,272	0,1317	0,1503	0,3532	0,0162	0,1895	0,4061	0,7981	0,1893	-0,3666	0,3519
IX	0,0251	0,2524	0,0583	0,0863	0,3716	-0,1732	0,162	0,3603	0,6981	0,3916	-0,0688	0,3549
X	-0,1159	0,2039	0,0737	0,0265	0,3278	-0,3149	-0,0045	0,2811	0,6383	0,4391	0,1022	0,442

B	PXI	PXII	PI	PII	PIII	PIV	PV	PVI	PVII	PVIII	PIX	PX
XI	-0,0276	0,53	-0,044	-0,1583	0,2929	-0,3009	-0,173	-0,0285	0,1579	0,2146	-0,0105	-0,1287
XII	0,164	0,6097	-0,0809	-0,1146	0,2685	-0,2488	-0,008	0,1265	0,2282	0,2517	-0,0563	-0,1422
I	0,1177	0,6576	0,0899	-0,1007	0,2354	-0,3852	-0,0152	0,1288	0,3315	0,3155	-0,0682	-0,0354
II	0,2213	0,6306	0,1754	0,0606	0,2222	-0,355	0,0362	0,2706	0,4107	0,3878	-0,1909	0,0743
III	0,1269	0,61	0,1979	0,0676	0,3215	-0,3187	0,0257	0,2013	0,3608	0,2689	-0,0936	0,0143
IV	0,2666	0,3244	0,1824	0,1671	0,4047	0,0997	0,0619	0,0061	0,1754	0,1863	0,0117	-0,0538
V	0,3305	0,2386	0,0839	0,2223	0,4504	0,2794	0,3253	0,0125	0,2103	0,1644	0,0822	-0,1464
VI	0,2941	0,3184	0,0612	0,1688	0,4372	0,367	0,4645	0,1996	0,3987	0,0682	0,0781	-0,212
VII	0,245	0,3927	-0,0181	0,0705	0,3326	0,0729	0,1755	0,5191	0,6218	0,037	-0,064	0,0927
VIII	0,1213	0,3304	0,1363	0,1244	0,4834	0,1381	0,2787	0,3981	0,7857	0,1483	-0,052	0,1214
IX	0,1009	0,2841	0,0514	0,0324	0,4548	0,019	0,2481	0,3087	0,6694	0,3144	0,1383	0,1236
X	-0,0362	0,2069	0,0532	-0,0587	0,3514	-0,1955	0,0575	0,1976	0,5538	0,4199	0,313	0,2376

C	PXI	PXII	PI	PII	PIII	PIV	PV	PVI	PVII	PVIII	PIX	PX
XI	-0,2164	0,5155	0,0722	-0,2385	0,2394	-0,37	-0,3074	-0,1647	0,0417	-0,0799	-0,137	-0,1752
XII	0,0455	0,6136	-0,0056	-0,2104	0,2033	-0,292	-0,1476	0,0326	0,1078	-0,0429	-0,1855	-0,215
I	-0,0291	0,6993	0,1594	-0,1723	0,1773	-0,3847	-0,1285	0,0856	0,2899	0,0264	-0,1955	-0,077
II	0,0788	0,7117	0,3055	-0,0307	0,1952	-0,4122	0,0297	0,1677	0,4292	0,2097	-0,3134	0,0375
III	0,0095	0,7092	0,2492	0,1375	0,4408	-0,2824	0,0617	0,2101	0,4771	0,1004	-0,2325	0,0345
IV	0,1045	0,4189	0,2454	0,1979	0,5938	0,0993	0,081	0,0127	0,3141	-0,052	-0,0695	-0,0856
V	0,2139	0,3578	0,2097	0,32	0,5922	0,321	0,3202	0,0394	0,3515	-0,0061	-0,0533	-0,1051
VI	0,2721	0,4434	0,1692	0,385	0,5293	0,3083	0,5071	0,1996	0,436	0,0386	-0,0773	-0,1093
VII	0,3644	0,4711	-0,0239	0,2358	0,3208	0,091	0,2197	0,6147	0,4669	-0,0317	-0,1259	-0,0084
VIII	0,1963	0,464	0,0343	0,1953	0,4901	0,043	0,1825	0,5587	0,6733	0,0578	-0,1869	0,1037
IX	0,1804	0,4825	0,0307	0,1857	0,4926	0,0269	0,2052	0,5395	0,6924	0,1253	-0,1555	0,1292
X	0,1304	0,4211	-0,009	0,1097	0,4343	-0,1165	0,1115	0,4878	0,6508	0,2697	0,0076	0,2807

PXI, ..., PX – opad w kolejnych miesiącach (precipitation)

XI, ..., X – stany wód w poszczególnych miesiącach (groundwater)