

DYNAMIKA STANÓW WÓD PODZIEMNYCH NA PRZEDPOLU SUDETÓW NA PRZYKŁADZIE STACJI W ZEBRZYDOWIE

DYNAMICS OF THE HYDRAULIC HEADS ON THE SUDETY MOUNTAINS FOREGROUND - THE
ZEBRZYDÓW STATION

Słowa kluczowe: monitoring, wahania zwierciadła wód podziemnych, opad, korelacja

Keywords: monitoring, dynamics of groundwater, precipitation, correlation

Abstract: Interpretation of long term water level fluctuation in porous Quaternary and Tertiary aquifers in SW Poland have been presented. Statistical analysis indicated average water level change in range from 1.2 m to 1.8 m based on measurements data from 1988-1999 years in three observation wells. Low correlation with precipitation amount and distribution have been showed. Upper Quaternary aquifer indicated seasonal variation and reaction for recharge in two months when lower aquifers showed delayed respond 2-4 years.

1. WSTĘP

Coraz dłuższy czas obserwacji stanów wód podziemnych przekłada się na coraz większą liczbę publikacji, w których podjęto próby analizy wieloletnich wahań zwierciadła wód. W pracach tych oprócz przedstawiania prawidłowości zachodzących w reżimie wód podziemnych autorzy często starają się wyznaczyć widoczne trendy zmian i określić ich przyczyny za pomocą podstawowych parametrów statystycznych.

Przeglądowe prace dla obszaru Polski Chełmickiego (1986, 1991), wykazują na podstawie obserwacji z lat 1961-1980 wzrost stanów zwierciadła wody w przeważającej części kraju. Również prace o zasięgu lokalnym, jak na przykład opracowanie Dynowskiej i Pietrygowej (1978) z dorzecza górnej Wisły, Kazimierskiego (1999) z obszaru niecki mazowieckiej oraz Guzik i in. (1999) dla Regionu Śląsko-Krakowskiego na podstawie analizy ciągów kilkunasto- do 25-letnich wykazują tendencję do wzniosu zwierciadła wód podziemnych. Przyczyny wzniosu zwierciadła autorzy upatrują we wzroście sum opadów (Chełmicki, 1986, 1991; Dynowska, Pietrygowa, 1978) oraz zmniejszeniem eksploatacji wód podziemnych (Kazimierski, 1999; Guzik i in., 1999).

Dąbrowski (1997) analizując odnawialność trzeciorzędowego zbiornika wód podziemnych Wielkopolski stwierdza tendencję systematycznego obniżania się zwierciadła wody w rejonie wysoczyzny średzkiej. Wartość spadku zwierciadła wody wynosiła 0,17 m/rok w latach 1975-1982 i wzrosła w latach 1983-1993 do 0,47 m/rok. Zahamowanie spadku zwierciadła wody nastąpiło w 1994 roku. Obserwacje te autor wiąże bardziej z obniżeniem poboru wód, niż ze zwiększeniem zasilania opadowego.

Dla obszaru Sudetów i bloku przedsuddeckiego Tarka (1997) w analizowanym przez siebie dwudziestolecu (1961-1980) nie obserwuje statystycznie istotnych zmian w położeniu zwierciadła wody. Wnioskuje również że obecnie prognozowany wzrost kontynentalizmu klimatu w Polsce nie spowoduje obniżenia zasobów wód podziemnych na obszarze Sudetów

i ich przedpola. Innego zdania są Górski i Przybyłek (1997) którzy twierdzą, że niekorzystnym zjawiskiem kontynentalizmu klimatu jest zwiększenie opadów w okresie zimowym i ich spadek latem. Może to mieć bardzo duży wpływ na spadek jakości i niedobór ilości wody podziemnej i powierzchniowej w okresach letnich susz.

Celem tej pracy jest scharakteryzowanie zmian położenia zwierciadła wód podziemnych na przedpolu Sudetów w czwartorzędowym i dwóch trzeciorzędowych poziomach wodonośnych w 12-leciu 1988-1999. Ponadto podjęto próbę zaobserwowania w jakim stopniu opady atmosferyczne wpływają na położenie zwierciadła wody w poszczególnych poziomach wodonośnych.

Do wstępnej analizy wahań zwierciadła wód podziemnych wytypowano dane pomiarowe z trzech studni należących do stacji hydrogeologicznej w Zebrzydowie, która jest częścią Sieci Stacjonarnych Obserwacji Wód Podziemnych (PIG, Warszawa). Stacja ta położona jest

ok. 7 km na NE od miasta Świdnicy i znajduje się w obrębie makroregionu Przedgórze Sudeckiego.

Jest to jedyna stacja monitoringowa I-rzędu w obszarze regionu wrocławskiego i sudeckiego w której prowadzone są obserwacje wahań zwierciadła wody w poziomie czwartorzędowym (studnia 710-3) i dwóch poziomach trzeciorzędowych, płytszym (studnia 710-2) i głębszym (studnia 710-1). Otwory te znajdują się w odległości około 5 metrów od siebie a ich parametry jak i dokładniejszą charakterystykę całej stacji można znaleźć w pracy Gurwina i in. (2001).

Dane na temat wielkości opadów atmosferycznych pochodzą ze stacji meteorologicznej we Wrocławiu należącej do Zakładu Meteorologii i Klimatologii, Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego.

2. WYNIKI

Analiza danych wykazała, że średnia roczna amplituda wahań zwierciadła wód dla omawianych otworów wynosi od 0,5 metra w studni najgłębszej do 1,07 metra w studni

najpłytszej (Tab.1). W otworach tych widoczna jest także prawidłowość przestrzennych zmian średniej rocznej amplitudy piętra trzeciorzędowego, która pozostaje taka sama na różnych głębokościach i od roku 1992 nie przekracza 0,5 m.

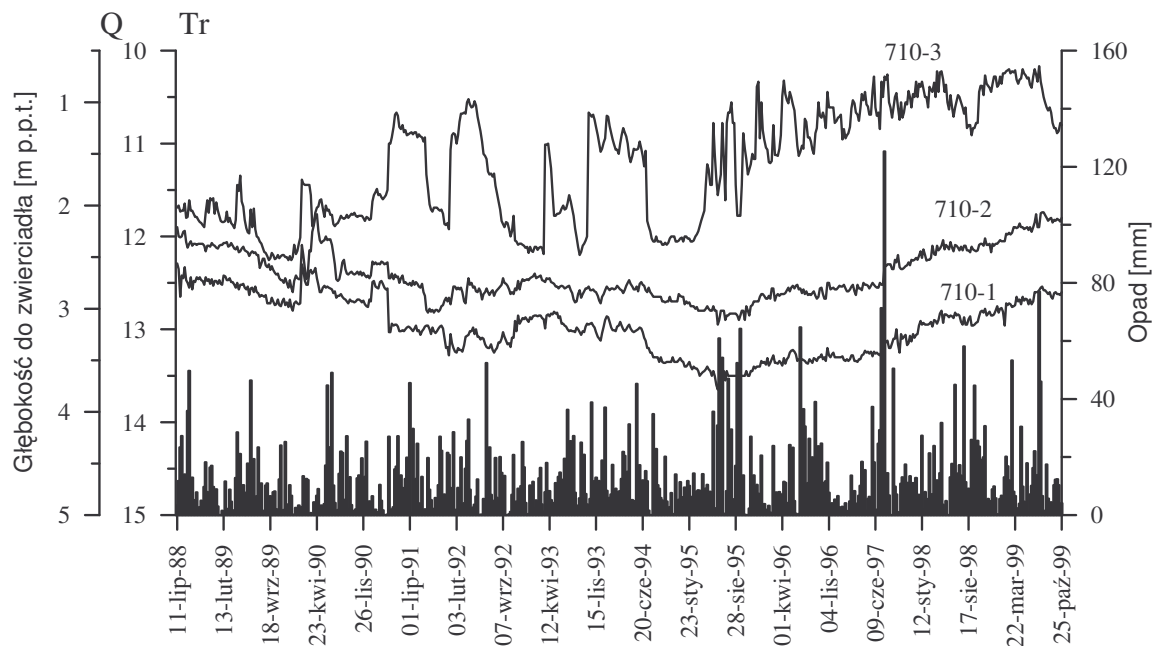
Stosunek średniej rocznej amplitudy z wielolecia do amplitudy wieloletniej wynosi odpowiednio: 0,367 dla studni 710-1, 0,454 dla studni 710-2 i 0,571 dla studni 710-3.

Z wartości tych wynika, że wraz ze wzrostem głębokości ujmowania warstwy wodonośnej zaznacza się przewaga wahań wieloletnich nad zmianami sezonowymi.

Tab. 1. Wybrane parametry statystyczne wahań zwierciadła wód podziemnych z wielolecia
Tab. 1. Selected statistics characteristic of water level fluctuation

L.p.	Punkt obserwacyjny (wiek ujętej warstwy)	Maksimum z wielolecia [m p.p.t.]	Minimum z wielolecia [m p.p.t.]	Średnia	Średnia roczna amplituda [m]	Amplituda wieloletnia [m]	Stosunek amplitudy rocznej do wieloletniej	Okres obserwacji
1	710-1 (Tr ₁) Zebrzydów	12,29	13,65	12,97	0,5	1,36	0,367	1988-1999
2	710-2 (Tr ₂) Zebrzydów	11,74	12,95	12,45	0,55	1,21	0,454	1988-1999
3	710-3 (Q) Zebrzydów	0,65	2,53	1,59	1,075	1,88	0,571	1988-1999

Pomiary dynamiki zwierciadła wody w obu studniach ujmujących wody piętra trzeciorzędowego mają podobny przebieg (Ryc. 1, Ryc. 4) i odzwierciedlają roczne tendencje obniżania i podnoszenia (Konoplancew, Siemionow, 1979). Od roku 1988 do 1995 widoczny jest stopniowy spadek poziomu zwierciadła wody. Spadek ten wyniósł dla studni 710-1 – (0,8 m) i dla studni 710-2 (0,3 m). Od roku 1996 widoczny jest wzrost poziomu zwierciadła wody.



Ryc. 1. Stany wód podziemnych w obserwowanych studniach
 Fig. 1. Groundwater level fluctuations in observation wells

Periodogramy okresowości zmian położenia zwierciadła wody (Ryc. 2) wykazują, że okres zmienności wzrasta wraz ze wzrostem głębokości położenia warstwy wodonośnej. W studni najpłytszej, ujmującej poziom czwartorzędowy (Ryc. 2. 710-3) okresowość zmian położenia zwierciadła wody wynosi 1-rok i 2-lata. W studni 710-2 oprócz okresowości jednorocznej i dwuletniej zaznacza się okresowość 3,5-4 letnia, natomiast w studni najgłębszej ujmującej dolne piętro trzeciorzędowe widoczna jest jedynie okresowość 3,5-4 letnia.

Choć wykresy korelacyjne wskazują generalnie na bardzo niską zależność pomiędzy opadami a stanami wód podziemnych, można zauważyć pewne prawidłowości. Najpłytszy poziom wodonośny reaguje na stosunkowo małe zmiany wysokości opadów.

Reakcja

w postaci wzniosu zwierciadła wody w poziomie czwartorzędowym jest stosunkowo szybka i następuje około dwa miesiące po opadzie (Ryc. 3 710-3). Wówczas to korelacja pomiędzy opadami a wzniosem zwierciadła wody jest największa - wartość współczynnika korelacji $r = -0,21$.

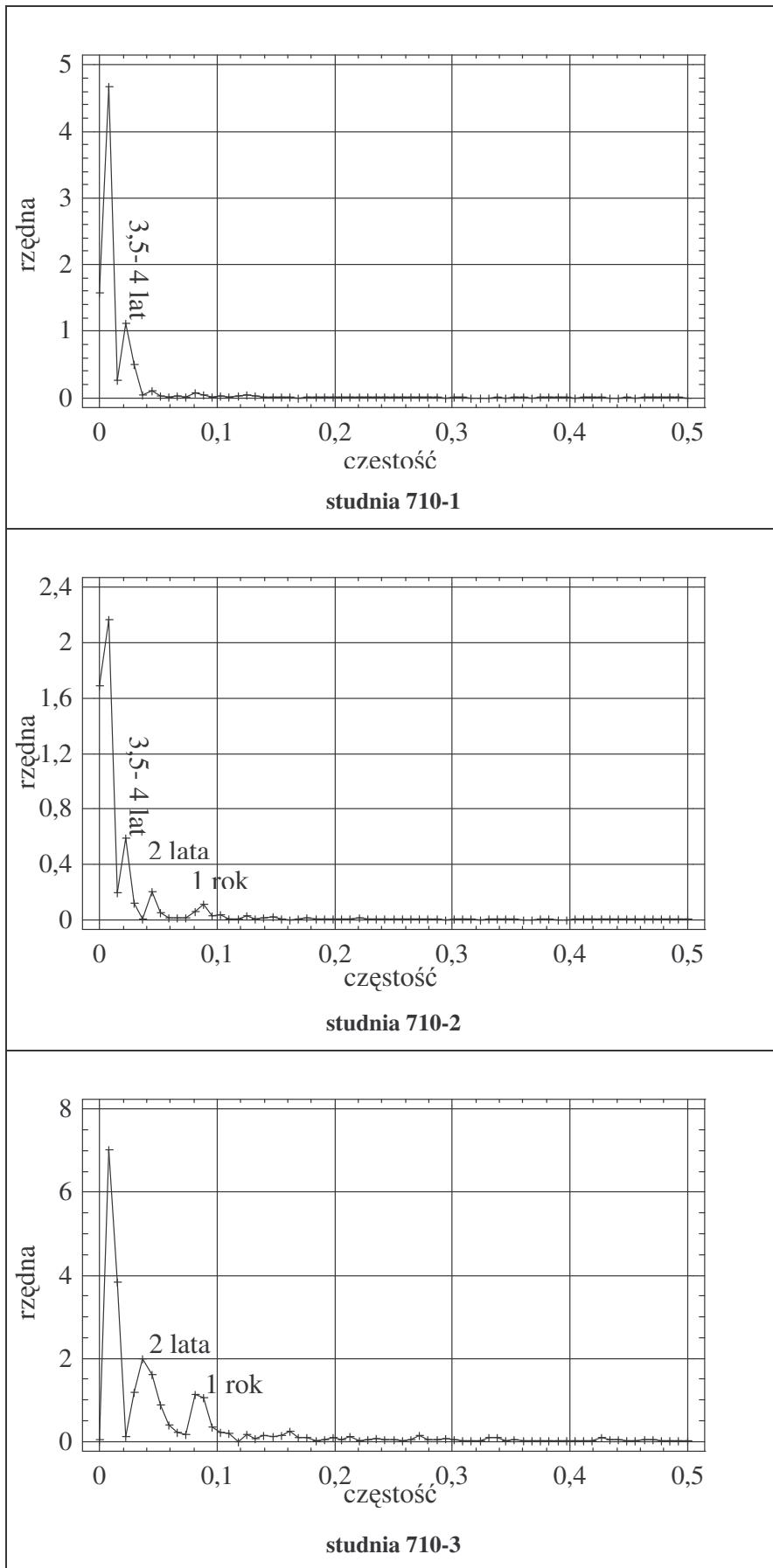
Zupełnie inaczej wygląda sytuacja w głębokich studniach ujmujących izolowane poziomy wodonośne piętra trzeciorzędowego, gdzie reakcję obserwuje się po roku lub

dwóch latach. Studnie 710-1 i 710-2 zareagowały na wysokie wartości opadów w roku 1995 dopiero w 1996 roku (Ryc. 4).

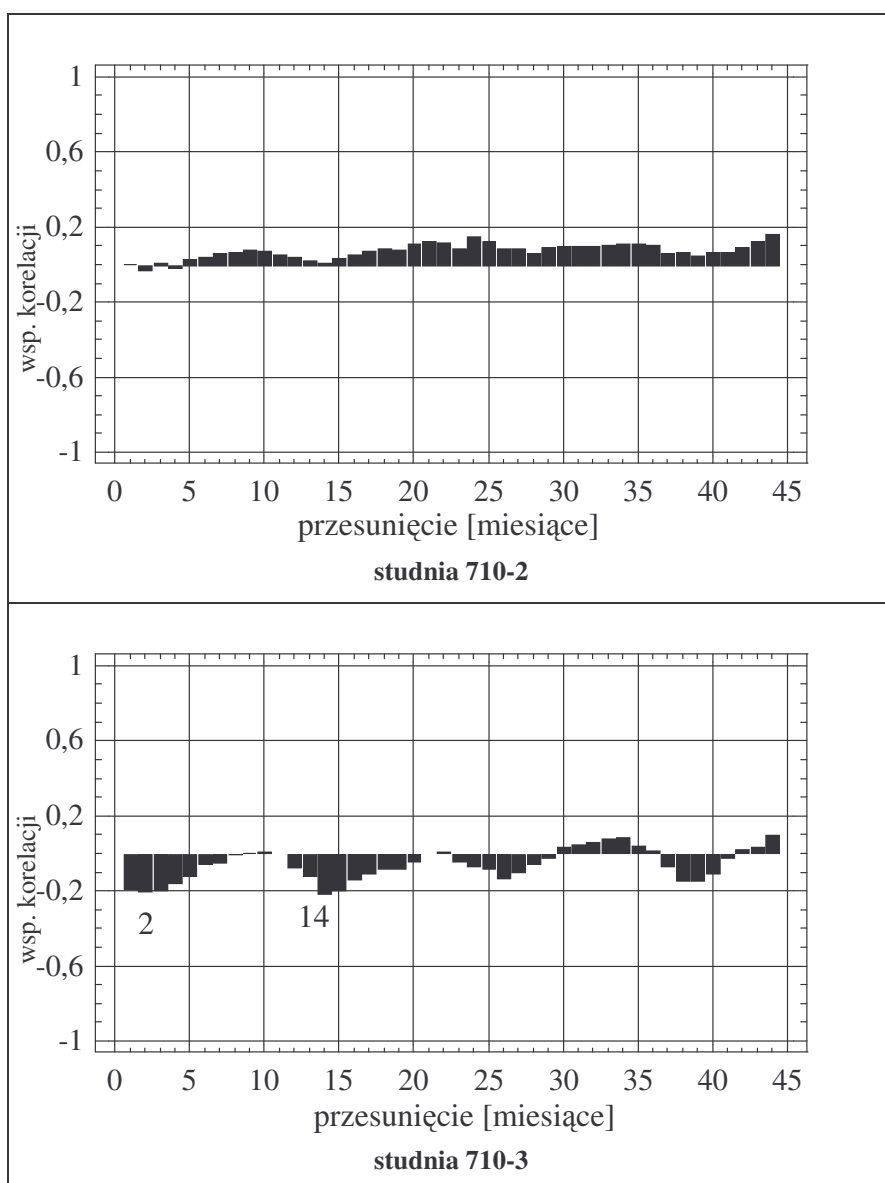
Jednocześnie prowadzone badania i analizy wykazują, że wzrost stanów zwierciadła wody jest zależny od zmniejszających się wielkości poborów w zlewni, co wcześniej wykazali Buczyński i Staśko (2004).

W poziomach trzeciorzędowych korelacja pomiędzy miesięcznymi wartościami opadów i stanów wód nie jest widoczna (ryc. 3; 710-2).

Tak niska korelacja z opadami i niewielkie sezonowe wahania zwierciadła wód w poziomach trzeciorzędowych wskazują, że zasilanie tych warstw następuje przez infiltrację wód z czwartorzędu i jest ono równomierne w ciągu roku. Wahania zwierciadła wody w trzeciorzędowych warstwach wodonośnych uzależnione są bardziej od zmian w utworach czwartorzędowych niż od bezpośredniej dostawy wody.



Ryc. 2. Periodogramy zmian położenia zwierciadła wody
 Fig.2. Periodograms groundwater levels fluctuation

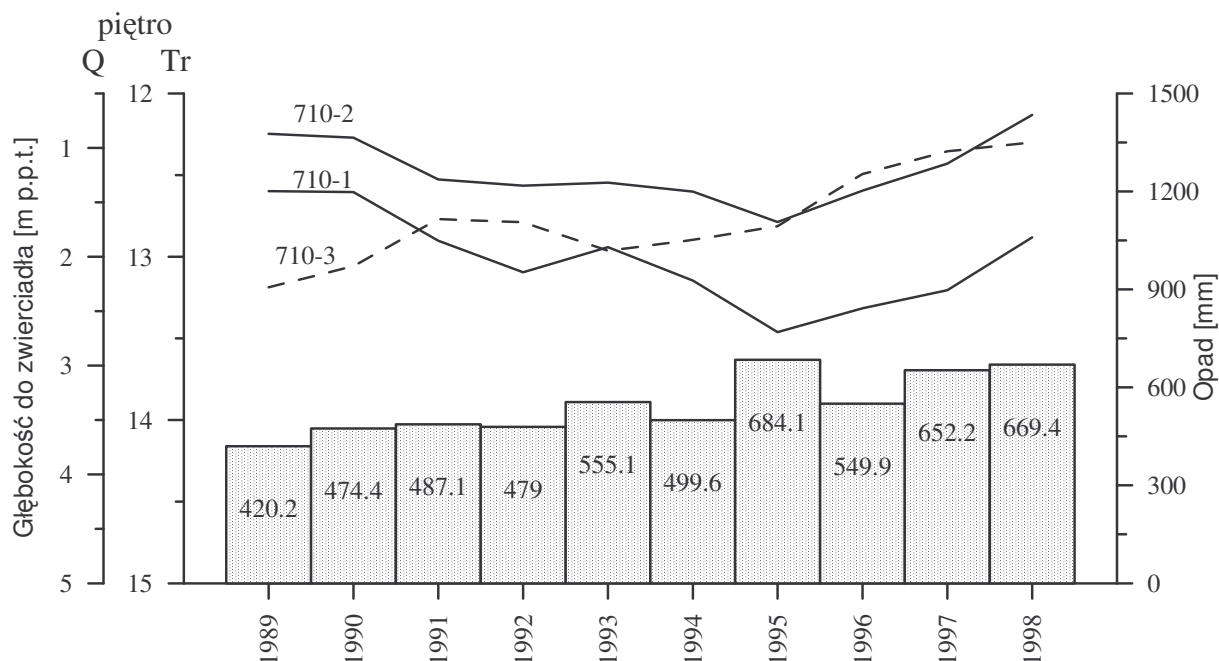


Ryc. 3. Korelacja pomiędzy opadami a stanami zwierciadła wód podziemnych
 Fig. 3. Correlation between precipitation and groundwater level fluctuations

Chmal (2004) wykazał na podstawie analizy zmienności dwóch wskaźników CI (index cyrkulacyjny) i NAO (oscylacja północno-atlantycka) quasi-siedmioletnią cykliczność przyrodniczą, którą powiązał z prawdopodobieństwem wystąpienia wielkich powodzi, obejmujących dorzecze środkowej i górnej Odry (co 7, 14, 21 lat). Być może ta siedmioletnia cykliczność ma także wpływ na wieloletnie tendencje wzniosu bądź spadku zwierciadła wód. Jednak na podstawie dotychczasowych stosunkowo krótkich obserwacji (dane 1988-1999; 12 lat) nie można w sposób jednoznaczny potwierdzić czy zmienność dynamiki wód podziemnych zachodzi w cyklu quasi-siedmioletnim.

Autorzy wyrażają podziękowanie Państwowemu Instytutowi Geologicznemu

w Warszawie za udostępnienie danych z bazy SOH oraz Instytutowi Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego za udostępnienie danych o wielkościach opadów.



Ryc. 4. Średnie roczne stany wód podziemnych na tle rocznych sum opadów
 Fig. 4. Average annual groundwater levels in the connection with annual precipitation

3. PODSUMOWANIE

Analiza wieloletnich pomiarów stanów wód podziemnych na stacji w Zebrzydowie wykazała, że wraz ze wzrostem głębokości ujmowania warstwy wodonośnej zaznacza się przewaga wahań wieloletnich nad wahaniami sezonowymi.

W studniach czwartorzędowych widoczne są wahania sezonowe a okresowość zmian położenia zwierciadła wody występuje w cyklu rocznym i dwuletnim. W studniach trzeciorzędowych ujmujących górny poziom wodonośny oprócz okresowości rocznej i dwuletniej widoczne są trendy 3,5 - 4 letnie. Natomiast w studniach ujmujących trzeciorzędowy dolny poziom wodonośny zaznacza się tylko okresowość 3,5 - 4 letnia. Korelacja pomiędzy opadami a stanami wód podziemnych jest bardzo niska ($r = -0,21$) i widoczna tylko w czwartorzędowym poziomie wodonośnym.

Reakcja na opad w przypadku płytkich poziomów wodonośnych jest stosunkowo szybka

i wynosi około 2 miesięcy. Głębokie poziomy trzeciorzędowe reagują na zwiększenie opadów z opóźnieniem 1-2 rocznym.

W celu dokładniejszego poznania okresowości zmian położenia zwierciadła wody oraz jego korelacji z opadami i wzajemnych korelacji pomiędzy różnymi poziomami wodonośnymi niezbędne jest kontynuowanie badań w celu zebrania dłuższych ciągów obserwacyjnych. Wykonane badania statystyczne będą pomocne przy rozpoznaniu sposobów zasilania warstw wodonośnych, prędkości tego procesu a tym samym ocenie zasobów odnawialnych wód podziemnych

Praca ta stanowi fragment projektu KBN Nr. 5 T12B 056 25 pt.: Warunki hydrogeologiczne osadowych formacji trzeciorzędu bloku przedsudeckiego.

4. LITERATURA

Baza Stacjonarne Obserwacje Hydrogeologiczne (SOH) – Dane o stanach zwierciadła stacji 710-1, 710-2, 710-3. PIG - Warszawa

BUCZYŃSKI S., STAŚKO S., 2004 – Zmiany i tendencje zachodzące w gospodarce wodami podziemnymi na terenie Dolnego Śląska na przykładzie zlewni Bystrzycy. Geologiczne i środowiskowe problemy gospodarowania i ochrony doliny górnej i środkowej Odry, Wrocław: 165-176

CHEŁMICKI W., 1986 – Wieloletnia tendencja zmian zwierciadła wód gruntowych w Polsce w latach 1951-1978. Prace Geograficzne, z. 67, Prace Instytutu Geograficznego UJ, z 89, PWN, Warszawa

CHEŁMICKI W., 1991 – Zmiany położenia zwierciadła wód gruntowych na tle zmian opadów atmosferycznych w latach 1961-1980. Prace Geograficzne, z. 83, Prace Instytutu Geograficznego UJ, z. 105, PWN, Warszawa

CHMAL H., 2004 – Nowa metoda prognozowania powodzi w dorzeczu Odry. Przegląd Geologiczny, vol. 52, nr 11: 1096-1097

DĄBROWSKI S., 1997 – Odnawialność trzeciorzędowego zbiornika wód podziemnych wielkopolski. Współczesne Problemy Hydrogeologii, t. VIII, Poznań: 33-39

DYNOWSKA I., PIETRYGOWA Z., 1978 – Wieloletnie fluktuacje zwierciadła wód gruntowych w dorzeczu górnej Wisły. Czasop. Geograficzne, t. 49, z. 2, PWN, Warszawa

- GÓRSKI J., PRZYBYŁEK J., 1997 – Wpływ suszy w latach 1989 –1992 na warunki eksploatacji infiltracyjnych ujęć wody w dolinie Warty. Współczesne Problemy Hydrogeologii, t. VIII, Poznań: 1-8
- GURWIN J., KAZIMIERSKI B., LUBCZYŃSKI M., 2001 – Automatyzacja systemów monitoringu hydrogeologicznego na przykładzie projektu rozwoju stacji hydrogeologicznej w Zebrzydowie koło Świdnicy. Współczesne Problemy Hydrogeologii X, tom 2, Wrocław: 35-46
- GUZIK M., LISZKA P., PACHOLEWSKI A., 1999 – Interpretacja wieloletnich wyników pomiarów zwierciadła wód podziemnych wybranych poziomów wodonośnych regionu Śląsko-Krakowskiego. Współczesne Problemy Hydrogeologii, t. IX, Kielce: 89-104
- KAZIMIERSKI Bogusław., 1999 – Dynamika stanów wód piętra trzeciorzędowego centralnej części Niecki Mazowieckiej. Współczesne Problemy Hydrogeologii, tom IX, Kielce: 431-434
- KONOPLANCEW A., SIEMIONOW S. M., 1979 – Prognozowanie i kartograficzne odwzorowanie reżimu wód gruntowych. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa : s. 235
- TARKA R., 1997 – Zmiany położenia zwierciadła wód podziemnych na wybranych przykładach z obszaru Sudetów i na ich przedpolu na tle warunków opadowych. Współczesne Problemy Hydrogeologii, tom VIII, Poznań: 393-396