

Tendencje zmian stanów wód gruntowych niskich rocznych (NG) i średnich rocznych (SG) w zlewniach rzek w północno-wschodniej części Polski, w aspekcie wpływu melioracji

Abstract

Tendences of changes of annual ground water stages low (NG) and averages (SG) at the river basins in north-eastern part of Poland in the aspect of drainage influence. In the paper the impact of anthropogenic factor on the changes of the hydrological regime in the river basins was discussed. The aim of the investigation was estimation of the trends of the changes of ground water stages.

The statistical analysis of the time series of the annual ground water stages: average (SG) and low (NG) was carried out. The values of the ground water stages changes were compared with the drainage indexes (W_m). The analysis were carried out using data from the ground water gauge stations in the Narew River basin and the neighbouring rivers. The result of the investigation showed that the changes in the ground water stages were caused by drainage.

Key words: Ground water, anthropogenic changes, index of drainage.

Wprowadzenie

W ramach projektu badawczego KBN „Badanie wpływu czynnika antropogenicznego na przebieg procesu odpływu w małych zlewniach rzecznych”, realizowanego przez Katedrę Budownictwa Wodnego stwierdzono wzrost przepły-

wów średnich rocznych (SG) i minimalnych rocznych (NQ) w szeregu zlewniach w dorzeczu Narwi i rzek Przymorza (na wschód od Wisły). Jednocześnie w badanym okresie opady w tych zlewniach nie wykazywały trendu (Byczkowski, Mandes 1995). Zmiany w przepływach SG i NQ starano się powiązać z zakresem wykonanej regulacji rzek i melioracji odwadniających, przy czym istotny statystycznie okazał się wpływ regulacji rzek (Byczkowski i in. 1996). W kolejnym etapie badań dokonano próby oceny wpływu melioracji na przebieg stanów wód gruntowych niskich rocznych (NG) i średnich rocznych (SG). Badaniami objęto 65 studni znajdujących się na obszarze zlewni Narwi i rzek Przymorza lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Brano pod uwagę te studnie, w których obserwacje pochodzą z okresu 1951–1990, przy czym okres ten nie był krótszy niż 32 lata. Do dalszych analiz przyjęto 55 studni, w tym 23 studnie znajdują się bezpośrednio na obszarach zmeliorowanych, 32 studnie położone są w sąsiedztwie tych obszarów, 10 studni zaś położonych jest w zlewni rzeki Bug.

Metodyka badań

W pierwszej kolejności poddano analizie statystycznej ciągi chronologiczne stanów wód gruntowych (*SG*) i (*NG*), określono jednorodność statystyczną ciągów stosując zalecane testy statystyczne: test sumy rang, Spearmana, Wilcoxon, chi-kwadrat, istotność różnicy wartości średnich w okresach 1951–1970 i 1971–1990 oraz istotność trendów badanych ciągów przyjmując liniową postać aproksymanty trendu.

Wartości liczbowe i znaki współczynników kierunkowych aproksymanty trendu „a” świadczą o wielkości i kierunku ewentualnych zmian badanych stanów wód gruntowych. Statystyczną istotność współczynników kierunkowych aproksymant weryfikowano za pomocą testu, który pozwala stwierdzić, czy otrzymana wielkość różni się istotnie od wartości $a = 0$. Istotność różnicy średnich badano za pomocą testu Welcha i Aspin (Czermiński i in. 1974). Jednorodność, istotność różnicy średnich oraz istotność trendów ciągów (*SG*) i (*NG*) określono na poziomie ufności $\alpha = 0,05$. Analizę ciągów (*SG*) i (*NG*) przeprowadzono również na podstawie wykresów wyrównanych metodą średnich przesuwanych.

Po dokonaniu analizy statystycznej stwierdzić można, że na przeważającej części badanego obszaru istnieje tendencja do wzrostu stanów wód gruntowych. Wyraźne zwiększanie się stanów wód gruntowych zaobserwować można na początku lat siedemdziesiątych. Jako wskaźnik zmian stanów wód gruntowych średnich rocznych W_{SG} i niskich rocznych W_{NG} przyjęto różnicę wartości średnich stanów wód gruntowych (*SG*) lub

(*NG*) z lat 1971–1990 i całego badanego okresu 1951–1990, odniesioną do wartości średnich z całego badanego okresu wyrażoną w procentach:

$$W_{NG} \cup W_{SG} = \frac{\bar{G}_{1971-1990} - \bar{G}_C}{\bar{G}_C} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

$G_{1971-1990}$ – wartości średnie stanów wód gruntowych *NG* lub *SG* z okresu 1971–1990,

G_C – wartości średnie stanów wód gruntowych *NG* lub *SG* z całego badanego okresu 1951–1990.

Dla każdej badanej zlewni określono wskaźnik zmeliorowania W_m jako iloraz powierzchni zmeliorowanej po dany przekrój wodowskazowy A_m do powierzchni zlewni tego przekroju A_c wyrażony w procentach (Byczkowski i in. 1996):

$$W_m = \frac{A_m}{A_c} \cdot 100\% \quad (2)$$

Analiza wyników

Analizując otrzymane wyniki badań zauważyć można, że istotne zmiany w przebiegu stanów wód gruntowych (*SG*) i (*NG*), tzn. wyraźny i istotny statystycznie wzrost w ich latach 1971–1990 występuje w studniach znajdujących się na obszarze zlewni Narwi, aż po profil Strękowej Góry. Na obszarze tym znajduje się 16 studni. (Zlewnia rzeki Narew po profil Strękowa Góra obejmuje zlewnie rzek Sokołdy i Supraśli). Zlewnie te charakteryzują się dosyć wysokim wskaźnikiem zmeliorowania W_m (np. Narew Strękowa

Góra $W_m = 20\%$, Supraśl – Nowosólki $W_m = 15,1\%$). Spośród tych 16 studni tylko dwie znajdują się poza obszarem objętym melioracjami. Stany wód gruntowych (*SG*) i (*NG*) prawie we wszystkich studniach istotnie podnoszą się. Wyjątek stanowią studnie w Siemianówce i w Zabłudowie, gdzie stany wód gruntowych od 1981 znacznie się obniżają.

Brak jest obserwacji stanów wód gruntowych na obszarze zlewni górnej i środkowej Biebrzy oraz na Brzozówce. Dopiero w zlewni rzeki Jegrzni po profil Kucze obserwacje stanów wód gruntowych prowadzone były w studniach: Cimochy i Kucze. Istotnie statystycznie podnoszenie się stanów (*SG*) i (*NG*) występuje tylko w studni w Cimochach położonej w górnej części zlewni rzeki Jegrzni. Również istotne zmiany (podnoszenie się) w stanach wód gruntowych zachodzą w studniach położonych na obszarze zlewni rzeki Ełk po profil Ostryków-Prostki. Stany wód gruntowych zaobserwowane w studni w Pieńczykówku położonej na obszarze zlewni kanału Rudzkiego po profil Przechody wykazują istotne obniżanie się przez cały okres obserwacji 1957–1990.

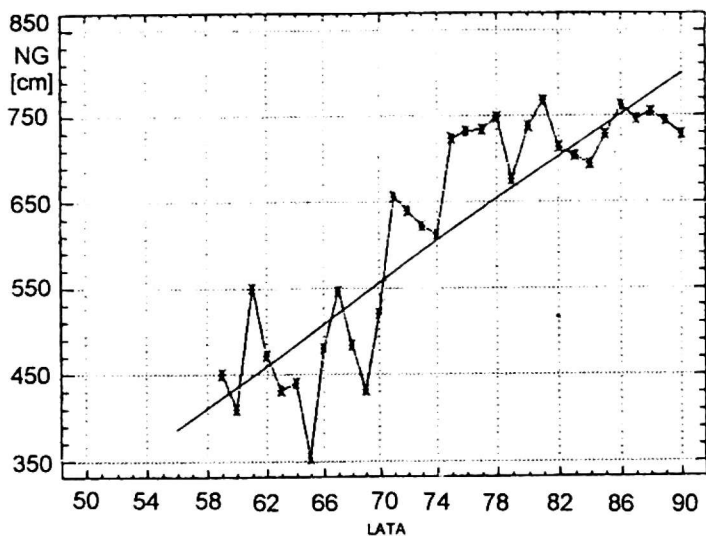
W dolnej części zlewni rzeki Biebrzy po profil Burzyn stany wód gruntowych obserwowanych w studniach: Mońki i Burzyn wykazują generalnie istotną tendencję rosnącą.

Ogólnie na całym obszarze zlewni rzek Narwi i Biebrzy można zauważyć, że w górnej części zlewni rzeki Narwi stany wód gruntowych utrzymują mniej lub bardziej istotną statystycznie tendencję rosnącą z wspomnianymi wyżej wyjątkami. Tendencja ta utrzymuje się aż po pro-

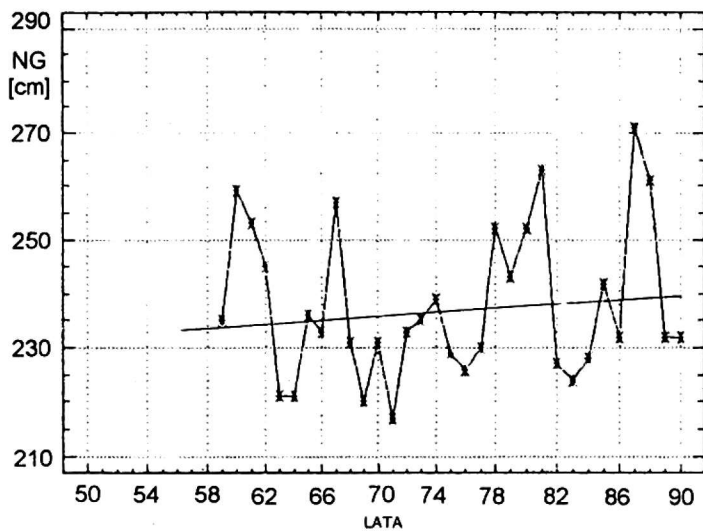
fil Strękowa Góra. Podobna tendencja utrzymuje się w zlewni rzeki Biebrzy po profil Burzyn. Wyjątek stanowią tu wspomniane wyżej studnie w Pieńczykówku oraz w Kuczach, gdzie nie zachodzą istotne statystycznie zmiany. W środkowej części zlewni rzeki Narwi po profil Ostrołęka brak jest istotnych statystycznie zmian w stanach wód gruntowych. Widoczne i istotne statystycznie tendencje do zwiększania się stanów wód gruntowych (*SG*) i (*NG*) zauważyć można w zlewni rzeki Orzyc po profil Krasnosielc. Występuje tu dosyć wysoki wskaźnik zmeliorowania $W_m = 19,3\%$. Istotne zwiększanie się stanów wód gruntowych (*SG*) i (*NG*) występuje na obszarze zlewni rzeki Krutyni po profil Ukta, tu jednak występuje stosunkowo nieduży wskaźnik zmeliorowania $W_m = 3,5\%$ oraz w zlewni rzeki Gołdapy (studnia w Grabowie) po profil Banie Mazurskie gdzie wskaźnik zmeliorowania jest dosyć wysoki i wynosi $W_m = 25,6\%$. (rys. 1, 2). Stany wód gruntowych na rysunkach 1–4 odniesione zostały do umownego poziomu porównawczego, przyjętego na rzędnej 1000 cm poniżej znaku mierniczego (poziomu zerowego stanów wody gruntowej). Miało to na celu wizualizację na wykresie podnoszenia się poziomu wód gruntowych.

Stany wód gruntowych (*SG*) i (*NG*) badane w studniach położonych na obszarze zlewni rzeki: Rozogi, Pisy, Pasłęki, Łyny, Czarnej Hańczy i Gubra w większości nie wykazują istotnych statystycznie trendów (rys. 3, 4). Na obszarach tych zlewni występuje przeważnie niski wskaźnik zmeliorowania W_m .

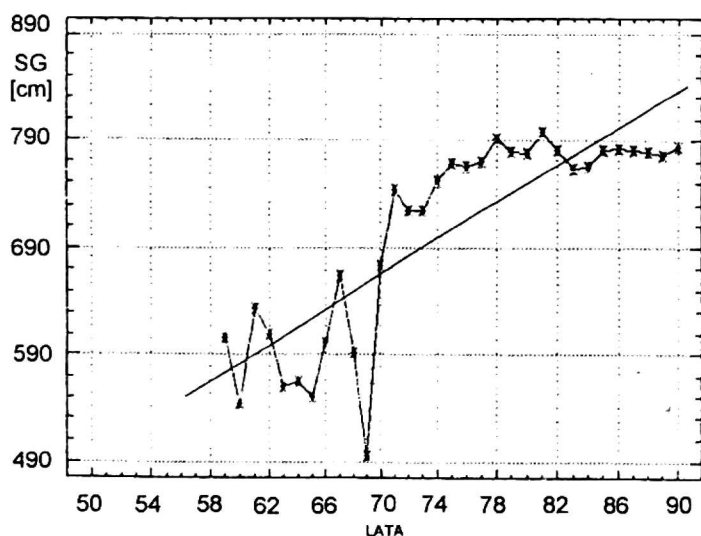
Niezależnie od powyższych analiz warto wspomnieć o stanach wód grunto-



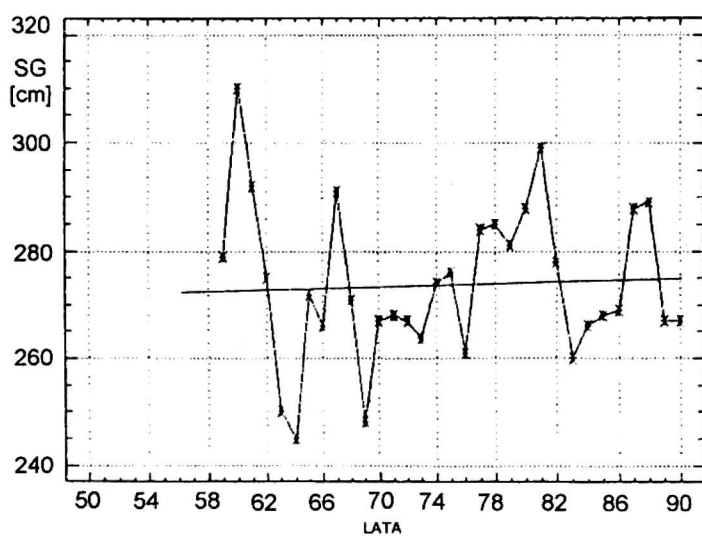
RYSUNEK 1. Wykres stanów wód gruntowych niskich rocznych (NG) studnia Grabowo zlewnia rzeki Gołdapy



RYSUNEK 3. Wykres stanów wód gruntowych niskich rocznych (NG) studnia Jeruty Duże zlewnia rzeki Rozogi



RYSUNEK 2. Wykres stanów wód gruntowych średnich rocznych (SG) studnia Grabowo zlewnia rzeki Gołdapy



RYSUNEK 4. Wykres stanów wód gruntowych średnich rocznych (SG) studnia Jeruty Duże zlewnia rzeki Rozogi

wych badanych w 10 studniach położonych w zlewni rzeki Bug, są to m.in. studnie: Bystre, Grodzisk, Czyżew i Obryte. Przebieg stanów wód gruntowych (SG) i (NG) w tych studniach ma podobny charakter tzn. stany wody zwiększają się. Brak tu jest jednak informacji dotyczących powierzchni zmeliorowanych.

Istotnie statystycznie zmiany w przebiegu stanów wód gruntowych (SG) i (NG) zaszły w 29 studniach, z czego 17 studni położonych jest na obszarach zme-

liorowanych, 12 studni leży poza tymi obszarami. W 26 studniach nie zaszły istotne statystycznie zmiany w przebiegu stanów wód gruntowych, z tego 6 studni położonych jest na obszarach zmeliorowanych, a 20 studni poza tymi obszarami.

Zbadano również, jaki wpływ na wskaźniki zmian stanów wód gruntowych W_{SG} i W_{NG} ma wskaźnik zmeliorowania W_m po badany przekrój. Przyjęto funkcję liniową

$$y = ax + b \quad (3)$$

oraz funkcję potęgową

$$y = mx^k \quad (4)$$

gdzie:

- a, b, k, m – parametry funkcji,
- x – wskaźnik W_m po badany przekrój,
- y – wskaźnik W_{NG} lub wskaźnik W_{SG} studni położonych na obszarze po badany przekrój.

Badano istotność współczynnika korelacji „ r ” między tymi zmiennymi na poziomie ufności $\alpha = 0,05$. Badania zostały przeprowadzone w kilku wersjach. Trzy ostateczne wersje przedstawiono w tabeli. Dwie wersje obejmują te studnie, które znajdują się na obszarach zmeliorowanych, a stany wód gruntowych (SG) i (NG) w tych studniach zwiększają się. W pierwszej wersji dla jednego obliczonego wskaźnika zmeliorowania W_m po badany przekrój przypadać może kilka wartości wskaźników zmian stanów wód gruntowych W_{NG} i W_{SG} (na obszarze zlewni badanego przekroju znajduje się wówczas kilka studni). W drugiej wersji przyjmowano uśrednioną dla danej zlewni wartość wskaźników W_{NG} i W_{SG} , otrzymując w ten sposób dla każdego wskaźnika W_m , po jednej wartości wskaźników W_{NG} i W_{SG} . Trzecia wersja przedstawiona w tabeli zawiera studnie znajdujące się na obszarach zmeliorowanych w których stany wód gruntowych SG i NG obniżają się. W tej wersji dla jednego wskaźnika W_m otrzymano po jednym wskaźniku W_{SG} lub W_{NG} .

Określono funkcje liniowe $W_{NG} = f(W_m)$, $W_{SG} = f(W_m)$, funkcje potęgowe

TABELA. Zestawienie współczynników korelacji r pomiędzy wskaźnikami W_{NG} , W_{SG} a W_m oraz ich istotność

Wersja	Funkcja liniowa						Funkcja potęgowa					
	$W_{NG} = f(W_m)$			$W_{SG} = f(W_m)$			$W_{NG} = f(W_m)$			$W_{SG} = f(W_m)$		
	współcz. korelacji r	$t_{obl.}$	$t_{gr} \alpha = 0,05$	współcz. korelacji r	$t_{obl.}$	$t_{gr} \alpha = 0,05$	współcz. korelacji r	$t_{obl.}$	$t_{gr} \alpha = 0,05$	współcz. korelacji r	$t_{obl.}$	$t_{gr} \alpha = 0,05$
I	0,50	1,91	2,23	0,58	2,25	2,23	0,47	1,77	2,23	0,69	3,01	2,23
II	0,66	2,32	2,26	0,70	2,59	2,26	0,72	2,74	2,26	0,79	3,41	2,26
III	0,01	0,028	2,23	0,18	0,52	2,31	0,09	0,25	2,23	0,21	0,61	2,31

$W_{NG} = f(W_m)$, $W_{SG} = f(W_m)$, współczynniki korelacji „ r ” oraz ich istotność na poziomie $\alpha = 0,05$.

W pierwszej wersji współczynniki korelacji r okazały się istotne tylko dla zależności $W_{SG} = f(W_m)$, zarówno dla funkcji liniowej jak dla funkcji potęgowej. Dla zależności $W_{NG} = f(W_m)$, współczynniki korelacji są nieistotne. W drugiej wersji współczynniki korelacji istotne są zarówno dla zależności $W_{SG} = f(W_m)$, jak i dla $W_{NG} = f(W_m)$. Natomiast w wersji trzeciej współczynniki korelacji są niskie i nieistotne.

Wnioski

1. W 53% (29 z 55) badanych studni zaszły istotne statystycznie zmiany w przebiegu stanów wód gruntowych średnich rocznych (SG) i niskich rocznych (NG).

2. Analizując przebieg stanów (SG) i (NG) w studniach położonych na obszarach zmeliorowanych stwierdzić można, że w 74% (17 z 23) zaszły istotne statystyczne zmiany (zwiększanie się stanów wód gruntowych) po roku 1970.

3. Na obszarach nie objętych melioracjami stany wód gruntowych (SG) i (NG) tylko w 37% badanych (12 z 32) studni wykazują istotne statystycznie zmiany (zwiększanie lub zmniejszanie się po roku 1970).

4. Przeprowadzona analiza wydaje się wskazywać, że na zmiany w przebiegu stanów wód gruntowych (SG) i (NG) znaczący wpływ mają przeprowadzone prace melioracyjne.

Literatura

- BYCZKOWSKI A., MANDES B. 1995: *Badanie zmienności ciągów chronologicznych przepływów średnich i minimalnych rzek w północno-wschodniej Polsce*. Wiad. IMGW, Warszawa.
- BYCZKOWSKI A., MANDES B. MORDZIŃSKI S. 1996: *Badania nad wpływem regulacji rzek i melioracji na odpływ rzeczny w dorzeczu Narwi*. Warszawa.
- CZERMIŃSKI J. i in. 1974: *Metody statystyczne w doświadczałnictwie chemicznym*. PWN, Warszawa.

Adres autorów

A. Byczkowski, B. Mandes, S. Mordziński
Katedra Budownictwa Wodnego SGGW
02-787 Warszawa, ul Nowoursynowska 166