

**Izabela Chlost**

Instytut Geografii  
Pomorska Akademia Pedagogiczna  
Słupsk

## **UWAGI O REŻIMIE WAHAŃ ZWIERCIADŁA WODY PIERWSZEGO POZIOMU WÓD PODZIEMNYCH NA NIZINIE GARDNIEŃSKO-ŁĘBSKIEJ W ROKU HYDROLOGICZNYM 2003**

### **Wstęp**

W artykule przedstawione zostaną wyniki obserwacji wahań zwierciadła wód podziemnych na obszarze Niziny Gardnieńsko-Łębskiej oraz próba określenia czynników je determinujących. Uwzględniono głównie te, które w sposób bezpośredni lub pośredni regulują rytm wahań wód podziemnych, tj. budowę geologiczną, ukształtowanie terenu oraz położenie w strefie bezpośredniego oddziaływania Morza Bałtyckiego i jeziora Łębsko. Szczególną uwagę zwrócono na zależność wahań poziomu wód gruntowych od opadów, temperatury powietrza oraz częściowo wiatru. Dotychczasowy dorobek naukowy poświęcony zagadnieniom dynamiki wód gruntowych w strefie nadmorskiej zawarty jest głównie w pracach C. Pietrucienia (1969, 1983), J. Drwala (1967, 1984) i K. Szmidta (1960). Stanowią one bogate źródło informacji o strefie kontaktowej wód podziemnych i morza, ich wzajemnym oddziaływaniu w rejonie wybrzeży południowo-wschodnich Bałtyku i innych elementach warunkujących kształtowanie stanów i chemizmu wód podziemnych.

Zasadniczym celem opracowania jest zasygnalizowanie specyfiki zmienności zwierciadła wód podziemnych w pierwszym roku obserwacji prowadzonych w Stacji Naukowo-Dydaktycznej IG PAP Słupsk w Gaci oraz Rzuskim Lesie i Klukach. W badaniach wykorzystano bezpośrednio materiały obserwacyjno-pomiarowe elementów pogody i stanów wód podziemnych oraz udostępnione, dzięki uprzejmości pracowników IMiGW z posterunku w Izbicy, pomiary stanów wody jeziora Łębsko.

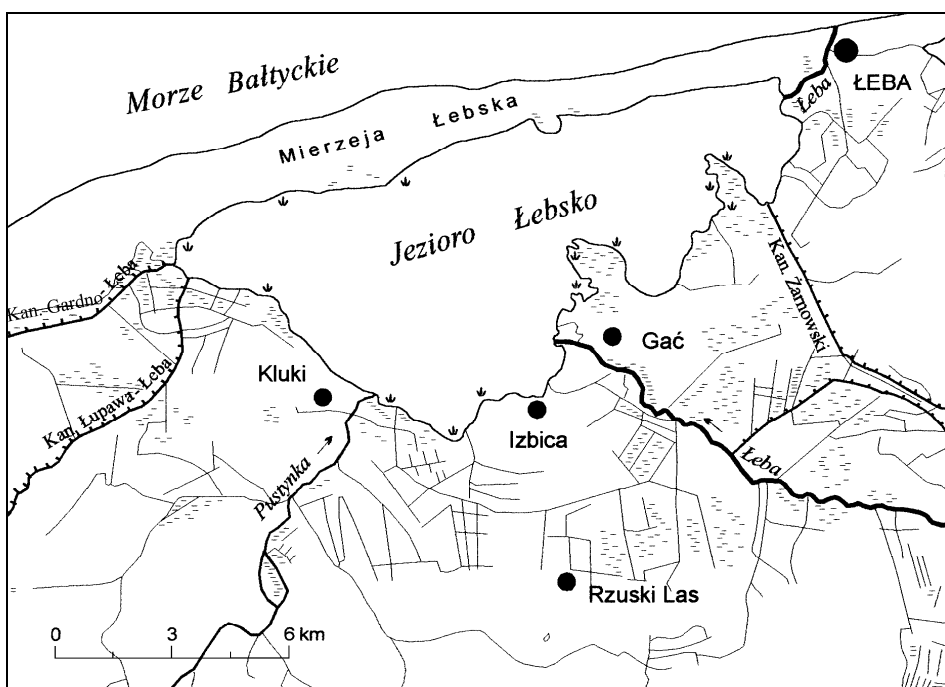
### **Charakterystyka terenu badań**

Posterunki pomiarowe rozmieszczone są na Nizinie Gardnieńsko-Łębskiej, przylegającej od południowej strony do jeziora Łębsko. Jest to rejon równin akumulacji

fitogenicznej i równin akumulacji piaszczystej, o wysokości 0,3-5,0 m n.p.m. Od północy teren ten oddzielony jest od Bałtyku zwydmioną Mierzeją Łebską, a od południa krawędzią wysoczyzny morenowej z morenami czołowymi. W budowie geologicznej można wyróżnić osady czwartorzędu o różnej miąższości (od 90-150 m do 210 m w obrębie dolin erozyjnych w rejonie wydm nadmorskich), pokrywające całą Nizinę. Osady te reprezentowane są przez utwory wszystkich zlodowaceń. Należą do nich zalegające głównie niżej gliny zwałowe i utwory akumulacji lodowcowej oraz znajdujące się na powierzchni piaski i żwiry. Pod pokrywą czwartorzędową znajduje się urozmaicona rzeźba trzeciorzędowa, charakteryzująca się głębokimi rozcięciami erozyjnymi. W dnie tych rozcięć odsłaniają się osady kredy, dające możliwość zasolenia spągu wód czwartorzędu (Kordalski, Lidzbarski 2000a, b). Profil geologiczny zamyka na powierzchni kompleks holoceniński, na który składają się utwory pochodzące z akumulacji rzecznej, morskiej, eolicznej i biogenicznej, wykształcone w postaci piasków drobnoziarnistych, mułków oraz utworów organicznych: torfów i gytii.

W hydrografii obszaru dominują jezioro Łebsko i jego największe dopływy – Łeba i Pustynka. Jezioro pełni rolę recypienta dla wielu rowów melioracyjnych rozcinających ten fragment Niziny Gardnieńsko-Łebskiej (ryc. 1). Wszędzie tam, gdzie dość płytko zalegają facje nieprzepuszczalnej gliny zwałowej, wykształciły się bagna, mokradła i torfowiska.

Występowanie pierwszego poziomu wód podziemnych związane jest z poziomem holoceniśko-plejstoceniśkim, wykształconym w utworach wodonośnych piętra



Ryc. 1. Szkic hydrograficzny fragmentu Niziny Gardnieńsko-Łebskiej

czwartorzędowego. Miąższość strefy aeracji obszaru Niziny Gardnieńsko-Łebskiej jest różna i kształtuje się średnio w granicach 5-30 m, natomiast saturacji przekracza 30 m. Różnoziarniste piaski i żwiry budujące poziom wodonośny i strefę aeracji sprzyjają infiltracji wód opadowych w głąb, natomiast bliskość Morza Bałtyckiego i powiązanego z nim jeziora Łebsko może implikować ingresję wód słonych, a poprzez jezioro alimentację nimi wód podziemnych.

### Sezonowa zmienność pierwszego poziomu wód podziemnych

W roku hydrologicznym 2003 obserwacje wahań wód podziemnych prowadzono codziennie na dziewięciu punktach pomiarowych. Pięć spośród nich (studnia oraz cztery piezometry) rozmieszczonych zostało na terenie miejscowości Gać, w niemal prostej linii, prostopadłej do linii brzegowej jeziora. Pozostałe punkty pomiarowe to studnia w miejscowości Kluki oraz studnia i dwa piezometry położone u stóp wysoczyzny morenowej w Rzuskim Lesie.

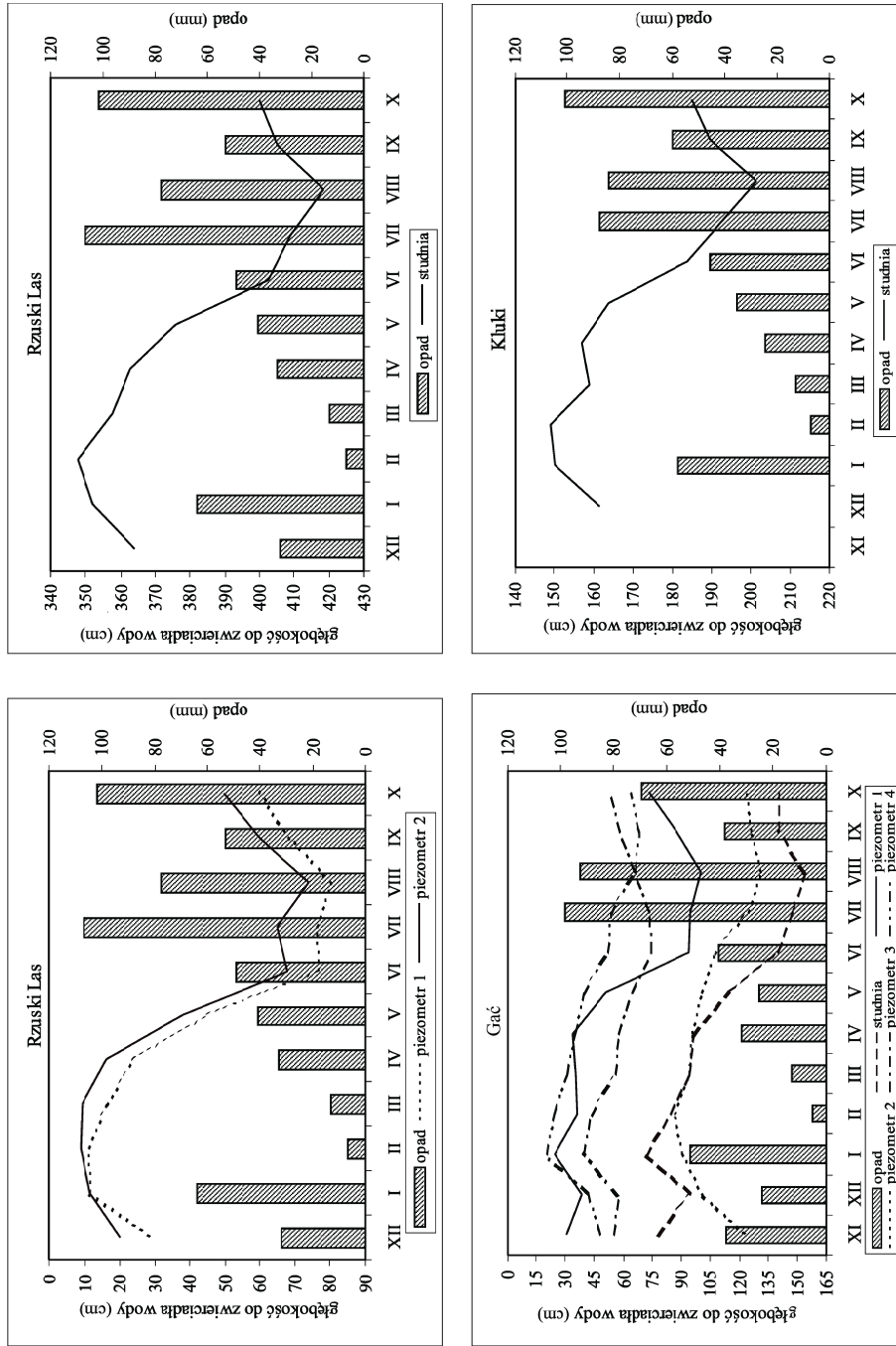
Głębokość zalegania zwierciadła wód podziemnych w większości badanych przypadków była niewielka i wynosiła 0,0-2,06 m od powierzchni gruntu. Jedynie studnia w Rzuskim Lesie sięgała poziomu wód międzyglinowych o średniej głębokości zwierciadła ok. 4 m.

Największe roczne amplitudy wahań stanów wody obserwowano na stanowiskach w Gaci położonych najbliżej jeziora (piezometr 1) bądź na terenie silnie zmeliorowanym lub zajęтым przez zabudowania gospodarskie, a tym samym znajdującym się pod wpływem stałej działalności człowieka. Najwyższą wartość amplitudy

Tabela 1

Ekstremalne roczne amplitudy wahań zwierciadła wód podziemnych zarejestrowane na punktach pomiarowych na Nizinie Gardnieńsko-Łebskiej w 2003 r.

Gać			
Punkt pomiarowy	minimum	maksimum	amplituda
studnia	163	52	111
piezometr 1	107	10	97
piezometr 2	146	82	64
piezometr 3	78	33	45
piezometr 4	69	18	51
Rzuski Las			
studnia	428	341	87
piezometr 1	84	0	84
piezometr 2	84	9	75
Kluki			
studnia	206	138	68



Ryc. 2. Rozkład miesięcznych sum opadów i wahań zwierciadła wód podziemnych na poszczególnych punktach pomiarowych

zarejestrowano w studni użytkowanej w Gaci (tab. 1). Najniższe wartości wahań zanotowano w piezometrze nr 3.

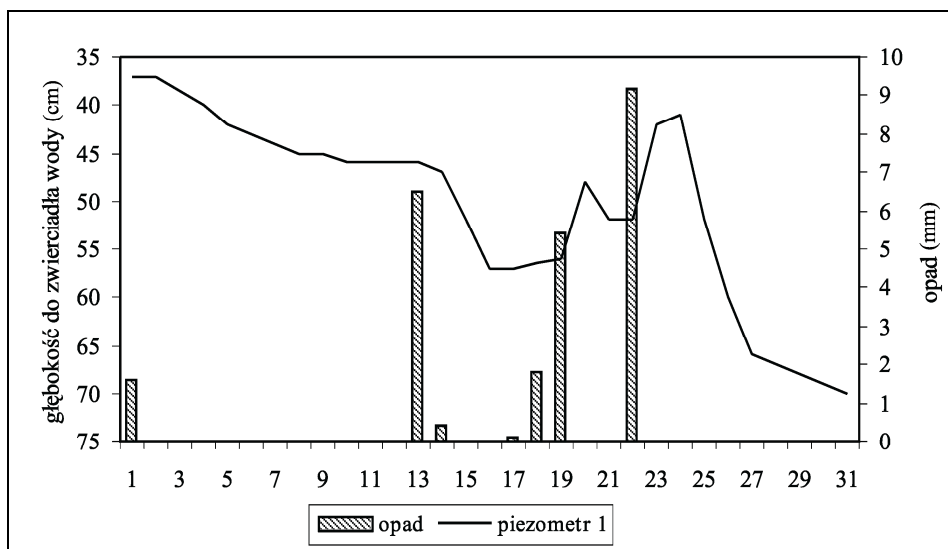
Stwierdzono, że na wszystkich obserwowanych punktach krzywe przebiegu stanów są podobne (ryc. 2). Najwyższe stany zanotowano w styczniu bądź lutym, po czym poziom wody systematycznie obniżał się, osiągając minimum w sierpniu. Wyjątek stanowi piezometr nr 3 w Gaci, gdzie najniższy stan przypadł na czerwiec i lipiec, po czym wyraźnie podniósł się w sierpniu po obfitych opadach. Na wszystkich punktach pomiarowych wznios zwierciadła wody podziemnej utrzymywał się ponad średnią wartość obliczoną dla każdego piezometru od grudnia do maja lub połowy czerwca. Obniżenie zwierciadła wody natomiast następowało od czerwca do listopada. Również w tym przypadku dane z piezometru nr 3 odbiegały nieco od podanego przedziału czasowego: stany wody powyżej średniej zanotowano od września do kwietnia, poniżej zaś od kwietnia do września. To odstępstwo należy wiązać z położeniem punktu pomiarowego na otwartej przestrzeni na łąkach, gdzie działalność wiatru powodowała intensywne przewietrzanie terenu i parowanie. Przy jednoczesnej małej miąższości strefy aeracji doszło do przyspieszonego o około miesiąc, stopniowego opadania zwierciadła wody.

### **Wpływ opadów atmosferycznych na zmianę położenia zwierciadła wód podziemnych**

Wieloletnie badania wykazały (Dynowska, Pietrygowa 1978, 1980; Chelmiński 1991; Paszczyk 1973), że głównym źródłem zasilania wód gruntowych jest suma i natężenie opadów oraz ich rozkład w czasie, co w konsekwencji decyduje o rytmie wahań zwierciadła wód podziemnych. Ta zależność na Nizinie Gardnieńsko-Łebskiej nie jest jednak bezpośrednio czytelna. Z porównania rozkładu miesięcznych sum opadów i średniego miesięcznego stanu zwierciadła wody podziemnej wynika, że w miesiącach, w których zarejestrowano najmniejsze sumy opadów (luty-marzec), utrzymywał się wysoki poziom zwierciadła, i odwrotnie – w miesiącach o najwyższych opadach (czerwiec-sierpień) stan wody był najniższy (ryc. 2). W pierwszym przypadku opady od listopada do stycznia zostały zretencjonowane w postaci pokrywy śnieżnej i lodowej, a następnie gwałtownie uwolnione podczas styczniowej odwilży. Stopniowy spadek poziomu od lutego do kwietnia należy tłumaczyć niewielkimi opadami oraz na przemian występującymi okresami odwilży i mrozów, które zapobiegły nagłym roztopom. Od maja do sierpnia nastąpił dalszy spadek stanu wody. Jest to okres intensywnej vegetacji roślin, ale przede wszystkim wzmoczonego parowania wywołanego wysoką temperaturą, co spowodowało zrównoważenie wpływu opadów na początku okresu, a w późniejszym czasie całkowicie go wyeliminowały. Właśnie w lipcu i sierpniu, w miesiącach obfitych opadów, zanotowano najwyższe średnie miesięczne temperatury w Gaci, odpowiednio 18,2°C i 17,0°C. We wrześniu i październiku spadła temperatura i obniżyła się konsumpcja wegetatywna roślin, co znalazło odbicie we wzroście poziomu zwierciadła.

Obserwacje wykazały, że zwierciadło wód podziemnych było wrażliwe na chwilowe zmiany warunków hydrometeorologicznych, zachowując jednocześnie tenden-

cję spadkową od stycznia do sierpnia lub wzrostową od sierpnia do stycznia. Można to tłumaczyć niewielką miąższością strefy aeracji na obszarze objętym badaniem, która gwarantuje relatywnie szybką infiltrację wody w głąb do poziomu saturacji. W okresach alimentacji wywołanej intensywnymi opadami bądź roztopami poziom wody podnosił się w sposób zauważalny, wykazując opóźnienie o 2-4 dni w stosunku do zasilania, po czym w wyniku odpływu szybko wracał do poprzedniej wartości. Wartość wzniosu nie przekraczała z reguły 1-2 cm na dobę (ryc. 3). W okresach braku zasilania zwierciadło reagowało obniżając swój poziom w tym samym tempie. Maksymalna zarejestrowana wartość wzniosu wyniosła 8 cm/dobę, natomiast spadku zwierciadła 16 cm/dobę. Oba przypadki zanotowano w Gaci w styczniu w piezometrze nr 1, położonym najbliżej jeziora.



Ryc. 3. Dobowe stany wód podziemnych w piezometrze 1 w Gaci i wielkość opadów w maju 2003 r.

Ze względu na odmienne warunki hydrogeologiczne studni w Rzuskim Lesie, w głębiej zalegającym poziomie wodonośnym powyższe relacje były inne. Wznios lustra był tu wyraźnie wolniejszy i opóźniony o 8-10 dni w stosunku do zmian alimentacji, ale też utrzymywał się znacznie dłużej.

### Zależność pomiędzy zmianami stanów wód podziemnych a stanami jeziora Łebsko

Reakcja i wielkość zmian zwierciadła wód podziemnych mogą także zależeć od usytuowania punktów pomiarowych w zlewni jeziora Łebsko. Następują one z pewnym opóźnieniem, uzależnionym od odległości od jeziora (Pietrucień 1969), dlatego pod uwagę wzięto tylko punkty obserwacyjne położone w jego najbliższym sąsiedztwie. Na podstawie analizy jedynie średnich miesięcznych stanów wód pod-

Tabela 2

Zestawienie średnich miesięcznych wahań Morza Bałtyckiego, jeziora Łebsko, wód podziemnych w Gaci i Klukach oraz miesięcznych sum opadów

Miesiące		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Stany poziomu morza (mm)		494	514	*	*	481	496	495	511	512	515	508	518
Stany jeziora Łebsko (mm)		507	483	508	503	484	506	493	506	515	512	512	526
Gać	piezometr 1	78	95	71	84	94	96	115	139	147	154	141	140
	suma opadów (mm)	38	24	51	5	13	32	25	40	98	93	38	69
Kluki	studnia	*	162	150	149	159	157	164	184	193	201	190	185
	suma opadów (mm)	*	*	57	7	12	24	35	45	88	84	60	101

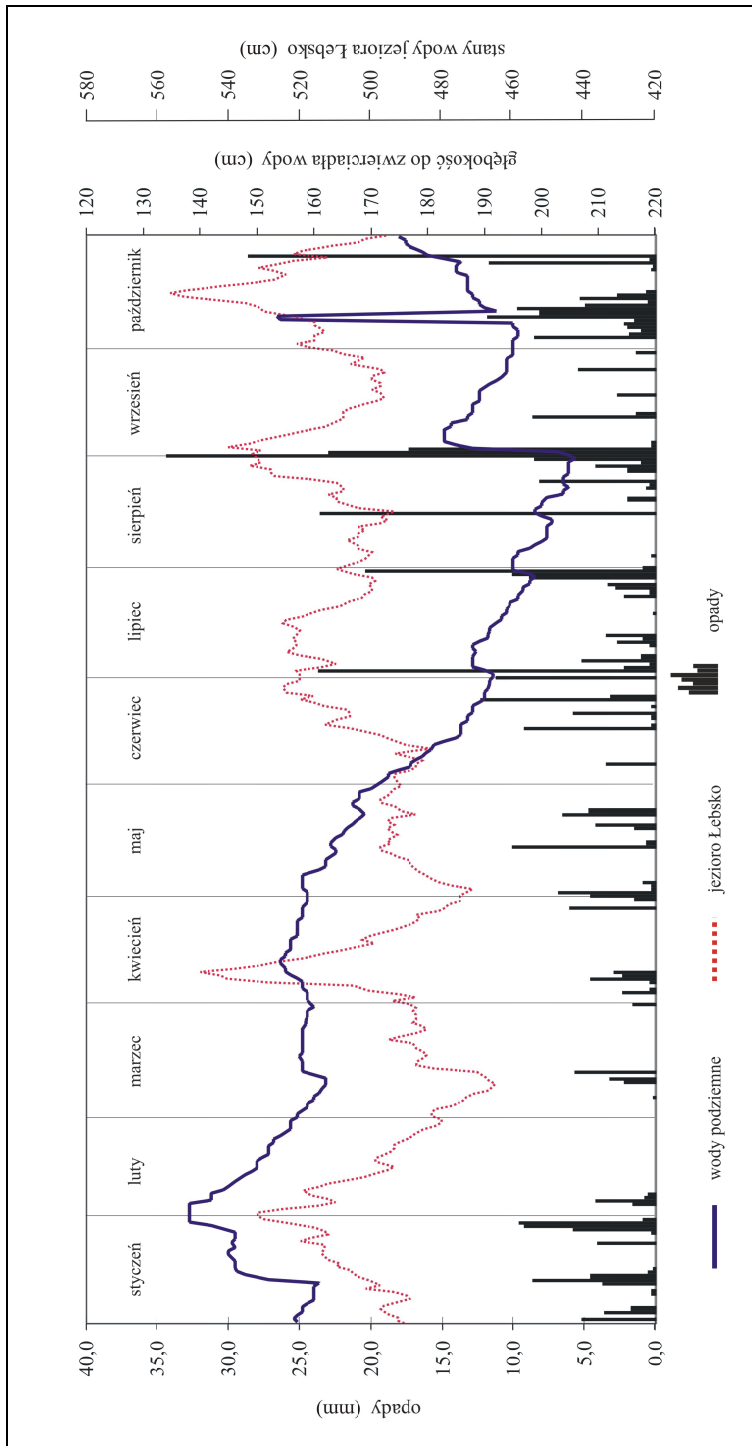
\* brak danych

ziemnych w Gaci z piezometru nr 1 i studni w Klukach oraz średnich miesięcznych stanów jeziora nie stwierdzono jednak korelacji między badanymi elementami. Sezonowe wahania poziomu jeziora nawiązywały do rozkładu opadów, stanów Morza Bałtyckiego i kierunku wiatrów, osiągając maksymalne wartości w półroczu letnim (tab. 2), a więc wtedy, gdy zwierciadło wód gruntowych miało stan najniższy.

W celu lepszego uchwycenia ewentualnych zależności porównano codzienne obserwacje stanów wód podziemnych ze stanami jeziora, a następnie wykonano zestawienia miesięczne. Z porównania wynika, że oddziaływanie jeziora na kształtowanie wód podziemnych nie jest jednoznaczne ze względu na równoczesne występowanie podwyższonych stanów wody jeziora i opadów (ryc. 4). Można zatem przypuszczać, iż oba te czynniki oddziaływały równorzędnie. Ustalenie, który z nich odgrywał główną rolę, jest niezwykle trudne, zależy bowiem od wielu złożonych elementów, czemu niejednokrotnie dawał wyraz w swych publikacjach C. Pietrucień (1969, 1983).

Analizując wykres można jednak stwierdzić, że współkształtowanie horyzontu wód gruntowych przez jezioro jest czytelne w okresach o stosunkowo niewielkich opadach, takich jak marzec, kwiecień i maj. Również w lutym zanotowano najniższe opady w postaci śniegu, jednak utrzymujące się przez cały miesiąc ujemne temperatury nie sprzyjały alimentacji wód podziemnych. Zarejestrowano natomiast znaczny spadek poziomu jeziora, któremu towarzyszył równie gwałtowny spadek poziomu wód podziemnych. Od połowy marca rozpoczął się ponowny wzrost obu poziomów. Wzrost ten był częściowo związany z przebiegiem wiosennych roztopów, jednakże, jak już wcześniej wspomniano, proces ten zachodził stosunkowo równomiernie. Na uwagę zasługuje kwietniowy gwałtowny wzrost poziomu jeziora wywołany spiętrzeniem Bałtyku (tab. 2), co nie pozostało bez wpływu na kształtowanie zwierciadła wód podziemnych (Drwal 1984). Należy dodać, iż oddziaływanie stanu wód jeziornych ma w przeciwieństwie do opadów charakter długofalowy.

W kolejnych miesiącach dominującą rolę w kształtowaniu wód podziemnych odgrywały opady atmosferyczne. Świadczą o tym drobne i krótkotrwałe fluktuacje wciąż obniżającego się zwierciadła wód podziemnych. W okresie letnim, mimo



Ryc. 4. Codzienne stany jeziora Lebsko i zwierciadła wód podziemnych oraz opady w Klukach w 2003 r.

utrzymującego się stanu wód Łebska powyżej średniej (505 cm), wpływ jeziora okazał się zbyt słaby wobec czynników oddziałujących silniej, tj. parowania i vegetacji roślin. Stopniowe podnoszenie się zwierciadła wód podziemnych w okresie jesienno-przypuszczalnie nie było wyłącznie zasługą obfitych opadów, ale także podparcia wywołanego spiętrzeniem jeziora, które uniemożliwiało swobodny odpływ wód.

O infiltracji i wzajemnych współzależnościach wód jeziornych i podziemnych mogą świadczyć również większe amplitudy wahań dobowych, miesięcznych i rocznych na punktach obserwacyjnych położonych w pobliżu jeziora.

## Uwagi końcowe

Analiza wahań zwierciadła pierwszego horyzontu wód podziemnych na podstawie jednego roku hydrologicznego daje możliwość jedynie wstępnej oceny tendencji zmian zwierciadła na obszarze Niziny Gardnieńsko-Łebskiej w wyniku zasilania i możliwości drenażu. Rytm zmienności reprezentuje oceaniczny typ reżimu wód podziemnych (Pazdro, Kozerski 1990), charakteryzujący się najwyższym stanem wody zimą (styczeń-luty) i najniższym latem (lipiec-sierpień). Specyficzne położenie obszaru badań na wybrzeżu południowego Bałtyku, w pobliżu dużego jeziora Łebsko sprawia jednak, że zauważalne są charakterystyczne modyfikacje tego reżimu. Widoczna jest głównie w wartościach dobowych krótkotrwała reakcja zwierciadła na opady. Wyrażna jest także przede wszystkim w miesiącach o małym zasilaniu opadami reakcja na zmiany poziomu jeziora.

Powyższe uwagi tylko sygnalizują zauważalne tendencje, a ich końcowa weryfikacja winna być oparta na co najmniej kilkuletnim okresie obserwacyjnym, o możliwie zróżnicowanych warunkach hydrometeorologicznych.

## Literatura

- Chełmicki W., 1991, *Reżim płytkich wód podziemnych w Polsce*. Kraków
- Drwal J., 1967, *O pierwszym poziomie wód gruntowych w strefie brzegowej południowego Bałtyku (na odcinku jezioro Gardno-jezioro Bukowo)*. Zeszyty Geograficzne WSP w Gdańsku, r. IX
- Drwal J., 1984, *Związki powierzchniowych i podziemnych wód lądowych oraz wód morskich*. W: *Pobrzeże Pomorskie*, red. B. Augustowski. Wrocław
- Dynowska I., Pietrygowa Z., 1978, *Wieloletnie fluktuacje zwierciadła wód gruntowych w dorzeczu górnej Wisły*. Czasopismo Geograficzne, t. XLIX, z. 2
- Dynowska I., Pietrygowa Z., 1980, *Wody gruntowe w dorzeczu górnej Wisły i sezonowa ich zmienność w ciągu roku*. Czasopismo Geograficzne, t. LI, z. 3
- Kordalski B., Lidzbarski M., 2000a, *Objaśnienia do mapy hydrogeologicznej Polski, ark. Kluki (2) 1 : 50 000*. Warszawa
- Kordalski B., Lidzbarski M., 2000b, *Objaśnienia do mapy hydrogeologicznej Polski, ark. Główny (1) 1 : 50 000*. Warszawa
- Paszczyk J., 1973, *Analiza wahań zwierciadła wód podziemnych na obszarze wschodnim Polski*. Przegląd Geograficzny, t. XLV, z. 3
- Pazdro Z., Kozerski B., 1990, *Hydrogeologia ogólna*. Warszawa

- Pietrucień C., 1969, *Dynamika wód gruntowych w strefie brzegowej morza*. Studia Societatis Scientiarum Torunensis, vol. VII, nr 1
- Pietrucień C., 1983, *Regionalne zróżnicowanie warunków dynamicznych i hydrochemicznych wód podziemnych w strefie brzegowej południowego i wschodniego Bałtyku*. Toruń
- Szmidt K., 1960, *Wahania zwierciadła wód gruntowych w regionie gdańskim w latach 1949-1959*. Zeszyty Geograficzne WSP w Gdańsku, r. II