

10.2478/bfpz-2013-0010

ZANIK OCZEK W ZLEWNIACH ZAGŁĘBIENÍ BEZODPŁYWOWYCH JAKO SKUTEK WYSTĄPIENIA ZJAWISK EKSTREMALNYCH (POMORZE ZACHODNIE)

MACIEJ MAJOR

Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,
ul. Dziegielowa 27, 61-680 Poznań

Abstract: In this article an attempt is made to determine the effect of extreme events on the disappearance of kettle ponds. One such event was the drought that occurred in the summer of 2006. Hydrochemical mapping was carried out in 15 kettle ponds in the upper Parsęta catchment (West Pomerania), while regular monitoring of surface- and groundwater levels was conducted using electronic recorders in the catchment of a closed evapotranspiration basin equipped with measuring devices situated in the upper Parsęta catchment in the Drawsko Lakeland 4.5 km from the AMU Geoecological Station at Storkowo. The 2006 drought crucially contributed to the lowering of both surface- and groundwater levels in the catchments of depressions without an outlet, which in turn led to the disappearance of water in 9 out of the 15 ponds mapped.

Keywords: kettle ponds, extreme events, drought, water levels, relationships between surface-water and groundwater levels

WSTĘP

Procesy ekstremalne mają duży wpływ na stan geosystemów. Naruszają równowagę geosystemów i wpływają na ich funkcjonowanie (Kostrzewski 2007). Procesy o charakterze ekstremalnym są ważnym czynnikiem stymulującym rozwój różnych typów geosystemów, często doprowadzają do zmian o charakterze nieodwracalnym, stanowią ważny etap w ich ewolucji (Starkel 1996).

W literaturze cytowanych jest wiele definicji zjawisk ekstremalnych. Według jednej z nich zjawiska ekstremalne są to zjawiska lub wartości bliskie ekstremom absolutnym danej charakterystyki (klimatycznej, hydrologicznej, geomorfologicznej), których prawdopodobieństwo przekroczenia jest mniejsze od 10%, czyli szansa ich wystąpienia (tzw. okres powtarzalności) wynosi najwyżej raz na 10 lat (Niedźwiedź i in. 2005).

Zanik większych zbiorników wodnych, między innymi jezior, jest procesem złożonym, długotrwałym, trwającym wiele lat. Natomiast zanik małych zbiorników – oczek jest procesem krótkotrwałym, zachodzącym cyklicznie w sezonach pogodowych bądź sporadycznie raz na kilka lub kilkanaście lat. Jest on

najczęściej spowodowany panującymi w danym czasie warunkami hydro- i meteorologicznymi. Małe sumy opadów, wysokie temperatury powietrza oraz duże parowanie często doprowadzają do obniżania lustra wód powierzchniowych i podziemnych, co w konsekwencji może zmierzać do zaniku oczek. Zbiorniki tego typu w dnach zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych są wyjątkowo liczny i ważnym elementem krajobrazu strefy młodoglacjalnej, stanowią znaczny odsetek powierzchni, pełnią ważne funkcje hydrologiczne i ekologiczne.

Głównym problemem poruszonym w niniejszym artykule jest określenie wpływu zjawisk ekstremalnych na zanik oczek na obszarze zlewni górnej Parsęty. Analizowanym zjawiskiem ekstremalnym była susza, która wystąpiła latem 2006 r. i miała wpływ na obniżanie stanów wód oraz w mniejszym stopniu na skład chemiczny wód powierzchniowych i gruntowych w zlewniach zagłębień bezodpływowych.

Metodyka dotycząca funkcjonowania i monitoringu procesów ekstremalnych wymaga szczegółowych badań stacjonarnych opartych na dobrych podstawach metodologicznych i wieloletnich, porównywalnych seriach obserwacyjnych (Kostrzewski 2007).

OBSZAR I METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono na obszarze zlewni górnej Parsęty, która zlokalizowana jest w obrębie Pomorza Środkowego i reprezentuje geosystem obszaru nizinnego, młodoglacjalnego, położonego w umiarkowanej strefie klimatycznej. Zlewnia zajmuje powierzchnię 74 km² i jest zamknięta profilem wodowskazowym w okolicach Stacji Geoekologicznej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Storkowie (Kostrzewski i in. 1994).

Opierając się na koncepcji funkcjonowania geosystemu zaproponowanej przez Kostrzewskiego (1986, 1993), zagłębienia bezodpływowe możemy uznać za jednostki przestrzenne o różnej wielkości, które reprezentują różne typy geosystemów (krajobrazów).

Podstawową jednostką przestrzenną, która pozwala na całościowe ujęcie przepływu energii i obiegu materii, w wypadku obszarów bezodpływowych jest zagłębienie bezodpływowe z jego zlewnią. Obok rozpoznania struktury wewnętrznej zlewni kluczowe znaczenie ma rozpoznanie źródeł dostawy, dróg krążenia i odprowadzania materii (Major 2010).

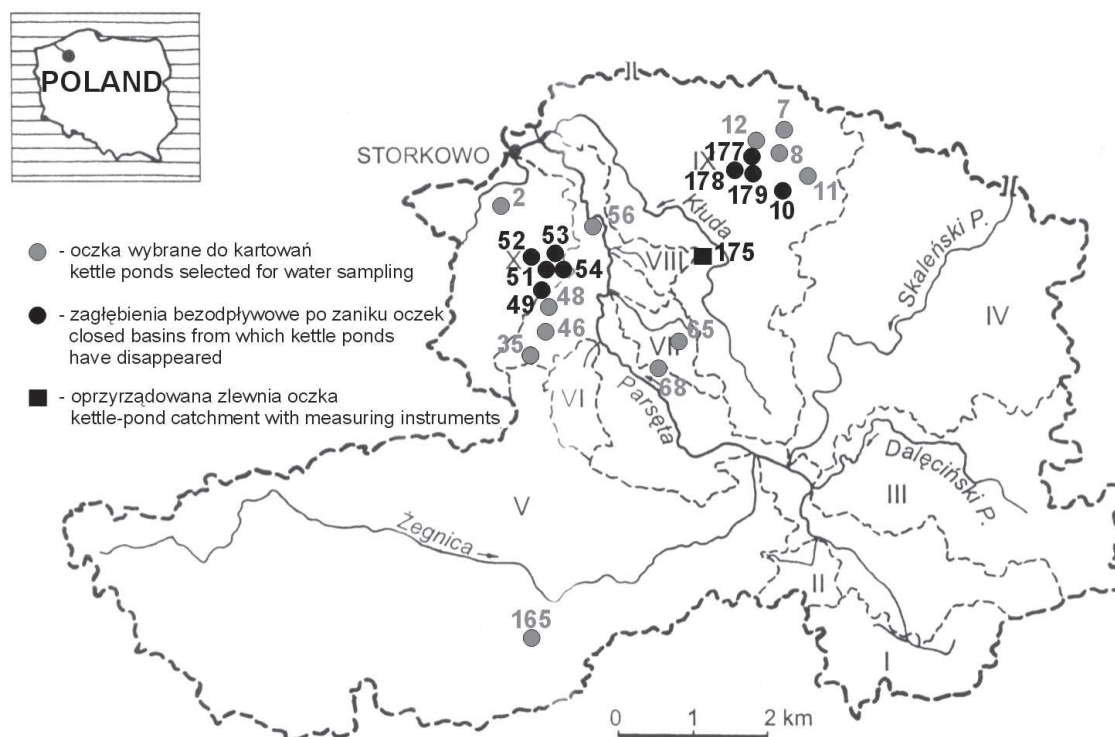
W opracowaniu przyjęto podział zagłębień bezodpływowych zaproponowany przez Drwała (1975), polegający na wydzieleniu dwóch grup obszarów różniących się mechanizmem krążenia wody. Pierwszą grupę stanowią obszary bezodpływowe ewapotranspiracyjne, gdzie parowanie jest głównym procesem bilansującym opad. Drugą grupę stanowią obszary bezodpływowe chłonne,

w wypadku których głównym procesem bilansującym opad jest wsiąkanie i w konsekwencji odpływ podziemny. Zagłębienia bezodpływowe ewapotranspiracyjne są to takie obniżenia terenu bez powierzchniowego odpływu wód, w których dnach występują oczka.

Na obszarze zlewni górnej Parsęty wydzielono 357 zagłębień bezodpływowych. Wśród nich było 177 zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych, zajmujących około 1,5% powierzchni zlewni (Major 2009).

Na podstawie szczegółowych analiz kartograficznych i rozpoznania terenowego wybrano do wieloletnich badań 22 zagłębienia bezodpływowe (ryc. 1). Pod względem struktury użytkowania obszaru ich zlewni są to w większości śródpolne oczka. W dwóch wypadkach badano zagłębienia zlokalizowane w lesie. We wcześniejszych latach pomiarowych w wybranych oczkach prowadzono kartowania hydrochemiczne, jeżeli było to możliwe – cztery razy w roku, w różnych sezonach pogodowych. Z kolei w 2006 r. kartowania hydrochemiczne przeprowadzono w 15 oczkach z częstotliwością jeden raz w miesiącu. Były nimi zagłębienia o numerach porządkowych: 2, 48, 49, 51, 52, 53, 54 – w zlewni cząstkowej Młyńskiego Potoku i o numerach 7, 8, 10, 11, 12, 177, 178, 179 – w zlewni cząstkowej Kłudy (ryc. 1).

Jedną ze zlewni zagłębień bezodpływowych oprzyrządowano (ryc. 1), instalując sprzęt pomiarowy w nawiązaniu do obiegu wody (Major 2009). Dzięki temu zgromadzono dane ilościowe charakteryzujące między innymi wody



Ryc. 1 Lokalizacja wybranych zagłębień bezodpływowych w zlewni górnej Parsęty

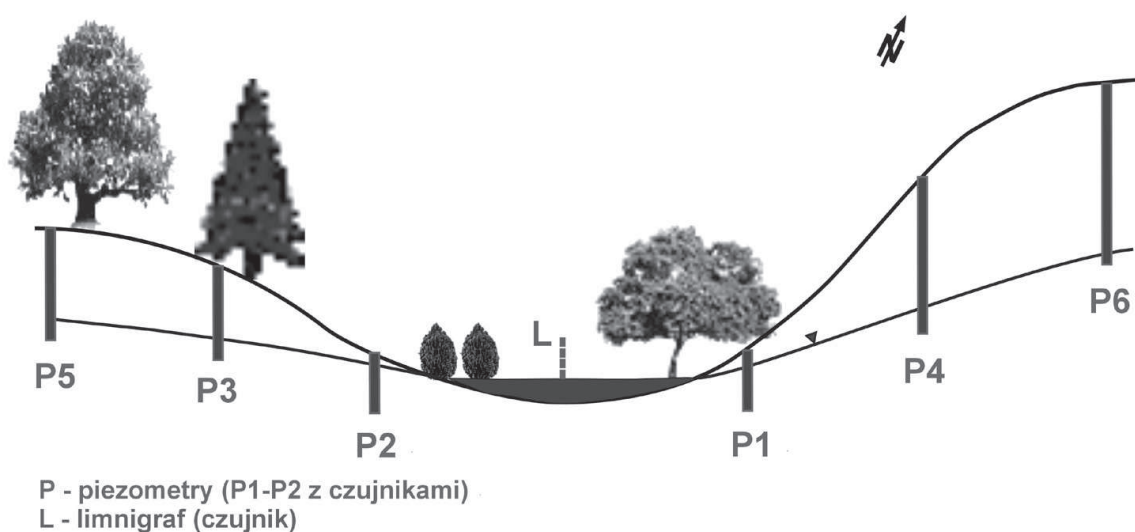
Fig. 1. Spatial distribution of selected basins without an outlet in upper Parsęta catchment

powierzchniowe i podziemne. W niniejszym opracowaniu szczególnie istotne są rezultaty badań uzyskane z sześciu piezometrów (od P1 do P6) zainstalowanych w badanej zlewni zagłębienia bezodpływowego wzdłuż profilu zachód–wschód. Dwa piezometry zlokalizowano w dnie zagłębienia po obu stronach oczka (P1 i P2), dwa w połowach stoków (P3, P4) oraz dwa na wierzchołkach stoków, w strefach wododziałowych (P5, P6) (ryc. 2).

Wielu szczegółowych informacji dotyczących kształtowania się poziomów wód dostarczyły pomiary prowadzone elektronicznymi czujnikami firmy Seba. Jeden z czujników (Dipper T Vario) zlokalizowany został w dnie zagłębienia bezodpływowego ewapotranspiracyjnego i pełnił tam podwójną rolę. W okresach, kiedy woda wypełniała misę zagłębienia, pełnił funkcję limnigrafu, natomiast gdy dochodziło do obniżania się stanów wód powierzchniowych i, w konsekwencji, do ich zaniku, wówczas czujnik ten rejestrował stany wód podziemnych, podobnie jak w piezometrach. W 2006 r. nie występowała woda w dnie oczka, w związku z czym dipper rejestrował tylko stany wód podziemnych. Dwa pozostałe czujniki zainstalowane zostały w płytkich piezometrach P1 i P2 zlokalizowanych na obrzeżach zagłębienia bezodpływowego. Na podstawie wieloletnich obserwacji stwierdzono, że stany wód podziemnych w stanowiskach P1 i P2 kształtowały się na poziomie od 0,5 do blisko 2 m poniżej poziomu terenu, natomiast w piezometrach zainstalowanych w połowie stoków (P3 i P4) na głębokości od 4,8 do prawie 6,3 m poniżej poziomu terenu.

W oprzyrządowanej zlewni oczka, jako badania uzupełniające, prowadzone były również pomiary parowania za pomocą dwóch ewaporometrów Piche'a, tylko w miesiącach z całodobową dodatnią temperaturą powietrza.

Pod względem litologii w badanej zlewni zagłębienia bezodpływowego ewapotranspiracyjnego nr 175 dominują osady piaszczyste, zwłaszcza piaski

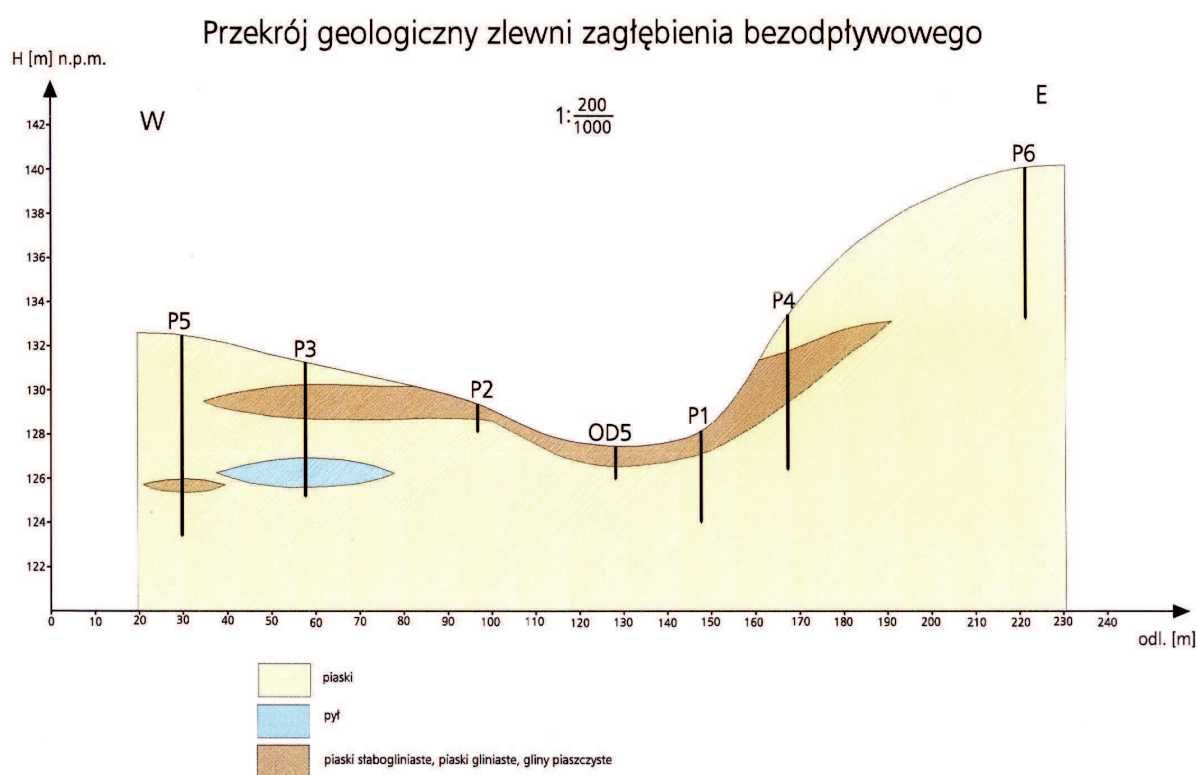


Ryc. 2. Schemat oprzyrządowania zagłębienia bezodpływowego nr 175

Fig. 2. Measuring devices installed in kettle pond no. 175

średnioziarniste. Znacznie mniej występuje osadów pochodzenia glacialnego: piasków słabogliniastych, piasków gliniastych i glin piaszczystych, które przeważają w dnie badanego zagłębienia oraz w warstwach przypowierzchniowych w północnej i południowej części zlewni. Epizodycznie spotyka się pyły w zachodniej części zlewni (ryc. 3).

Zamieszczone w opracowaniu wyniki dotyczące wód powierzchniowych pochodzą z kartowań hydrochemicznych oczek zlokalizowanych w dwóch zlewniach cząstkowych w granicach zlewni górnej Parsęty – Kłudy i Młyńskiego Potoku. Natomiast wyniki dotyczące wód podziemnych uzyskano w oprzyrządowanej zlewni zagłębienia bezodpływowego ewapotranspiracyjnego nr 175, położonego pomiędzy miejscowościami Radomyśl i Przeradz w zlewni cząstkowej Kłudy.



Ryc. 3. Przekrój geologiczny w oprzyrządowanej zlewni zagłębienia bezodpływowego nr 175
 Fig. 3. Geological cross-section of the catchment of pond no. 175 equipped with measuring devices

WYNIKI I DYSKUSJA

Podczas analizy funkcjonowania zagłębień bezodpływowych jednym z podstawowych zadań jest określenie rodzaju ich zasilania (Major 2009). Typ zasilania wywiera wpływ na obieg materii w zlewniach zagłębień bezodpływowych,

decyduje o: terminach pojawiania się wody w zagłębieniach i czasie ich wypełnienia, związkach wód powierzchniowych i podziemnych oraz zdolnościach retencyjnych. Jako wskaźnik zasilania wybrano wielkość stężenia zjonizowanej krzemionki w wodach oczek.

Krzem jest drugim po tlenie najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem w przyrodzie. Występuje głównie w postaci kwarców i glinokrzemianów. Do wód przechodzi w wyniku procesów wietrzenia oraz z biosfery (Dojlido 1995), a do wód powierzchniowych SiO_2 najczęściej dostaje się w wyniku drenażu wód gruntowych i zasilania spływem śródpokrywowym. Powszechnie twierdzi się, że wielkość stężenia SiO_2 w wodach powierzchniowych zależy przede wszystkim od procesów wietrzeniowych, natomiast marginalny jest wpływ odczynu, temperatury i zasolenia oraz organizmów wodnych. Najwyższe stężenia SiO_2 odnotowuje się w głęboko zalegających wodach podziemnych oraz wodach wypływających w postaci źródeł, co uzależnione jest od czasu krążenia wody w podłożu.

Na podstawie uzyskanych wyników rodzaj zasilania określono jako opadowo-gruntowy. Przez większą część roku dominowało zasilanie opadowe, którego udział zwiększył się w stosunku do lat hydrologicznych 1999–2001 (Major 2009). Wielkość stężenia SiO_2 była niska i mieściła się w przedziale od 0 do $3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wzrost stężeń zjonizowanej krzemionki odnotowywano we wcześniejszych latach hydrologicznych po roztopach (od lutego do kwietnia) i wówczas stężenia analizowanego jonu mieściły się w przedziale od 6 do $14 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wzrost występował również w miesiącach jesiennych (wrzesień, październik) po opadach deszczu powodujących wzrost poziomów wód podziemnych. Taka sytuacja wystąpiła również w analizowanym roku hydrologicznym. W sierpniu 2006 r. miały miejsce intensywne opady deszczu, po których odnotowano wzrost stężeń SiO_2 w wodach niektórych oczek zasilanych w większym stopniu wodami podziemnymi. Podnoszenie poziomów wód gruntowych miało decydujący wpływ na wypełnienie wodą mis badanych zagłębień bezodpływowych. W literaturze hydrologicznej zasilaniem gruntowym określa się tę część odpływu rzeczego, która pochodzi z łącznego zasilania wszystkimi wodami podziemnymi. Otrzymane wyniki pozwalają na uściślenie określenia rodzaju zasilania gruntowego jako łącznego zasilania tylko ze spływu powierzchniowego i podpowierzchniowego w okresach wysokich stanów wód i podwyższonych wartości zjonizowanej krzemionki.

Z badań terenowych wynika, że bezpośredni wpływ na zanik oczek miały warunki meteorologiczne. W lipcu 2006 r. wystąpiły ekstremalnie wysokie temperatury powietrza i wartości parowania przy prawie całkowitym braku opadów atmosferycznych. Na tle wartości z wielolecia 1987–2005 lipiec 2006 r. w zlewni górnej Parsęty zaznaczył się: najwyższą średnią miesięczną temperaturą powietrza ($21,1^\circ\text{C}$), ekstremalną, choć nie najniższą w wieloleciu, miesięczną sumą opadów ($22,9 \text{ mm}$ przy średniej sumie wieloletniej $81,8 \text{ mm}$) oraz

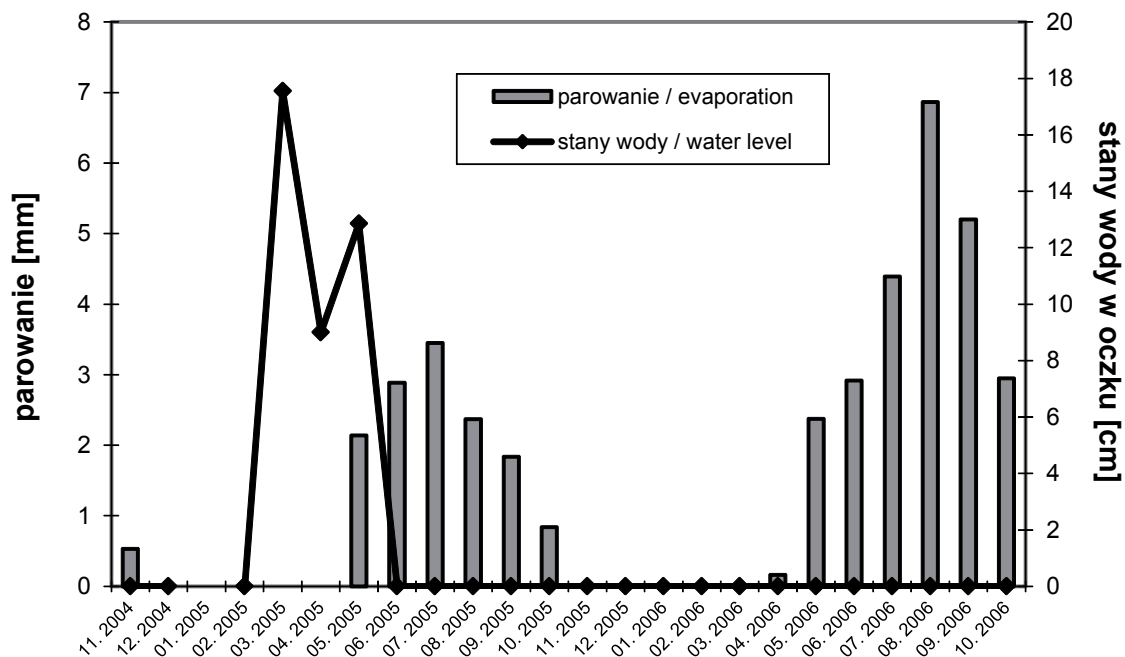
najwyższą miesięczną sumą parowania wynoszącą 136,2 mm (średnia dla lat 1987–2005 kształtowała się na poziomie 78,3 mm). Według klasyfikacji sporządzonej na potrzeby Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego lipiec 2006 r. był w zlewni górnej Parsęty ekstremalnie ciepły i skrajnie suchy (Kostrzewski i in. 2006). Zgodnie z przytoczoną na wstępie definicją, okres powtarzalności danego zjawiska ekstremalnego może wynosić najwyżej raz na 10 lat, czyli w tym wypadku mieliśmy do czynienia, bez wątplenia, z takim zjawiskiem. Przytoczone bowiem charakterystyki meteorologiczne były maksymalne w przedziale 19-letnim i przyczyniły się do wystąpienia suszy nieodnotowanej ponownie w tym okresie. Natomiast w sierpniu 2006 r. wystąpiły niższe temperatury powietrza, znacznie spadły wartości parowania oraz odnotowano wysokie sumy opadów. Warunki meteorologiczne, a zwłaszcza parowanie, stosunki termiczne oraz opadowe w lipcu i sierpniu 2006 r. miały istotny wpływ na kształtowanie się stanów wód powierzchniowych i podziemnych w zlewniach zagłębień bezodpływowych.

Na podstawie wieloletnich obserwacji stwierdzono, że w oczkach okresowych woda najczęściej pojawia się w miesiącach wiosennych i wówczas notuje się najwyższe stany wód powierzchniowych. W miesiącach letnich, kiedy występują wysokie wartości parowania, dochodzi do stopniowego obniżania się stanów wód powierzchniowych, co w konsekwencji może prowadzić do zaniku oczek (ryc. 4). W niektórych latach hydrologicznych, charakteryzujących się wyższymi wartościami temperatury powietrza i parowania oraz niższymi sumami opadów atmosferycznych w stosunku do wartości średnich z wielolecia, dochodzi do sytuacji, w których w ogóle nie obserwuje się wody w dnach okresowych oczek, co miało miejsce w analizowanym 2006 r.

W zlewni monitorowanego zagłębienia bezodpływowego w latach hydrologicznych, w których woda wypełniała dno obniżenia, zaobserwowano zbliżone wahania stanów wód powierzchniowych i podziemnych o podobnych nachyleniach krzywych na wykresach. W miesiącach wiosennych, w których były wysokie stany wód powierzchniowych, odnotowano również najwyższe stany wód gruntowych w piezometrach zainstalowanych w bezpośrednim sąsiedztwie oczka.

Zaobserwowano także podobne wahania stanów wód podziemnych w poszczególnych parach piezometrów zlokalizowanych w dnie zagłębienia bezodpływowego (P1 i P2) oraz zainstalowanych w połowie stoków (P3 i P4). Świadczy to o zasilaniu oczka przez ten sam poziom wodonośny. Rozpoznanie geologiczne badanej zlewni zagłębienia bezodpływowego przedstawiono na rycinie 3.

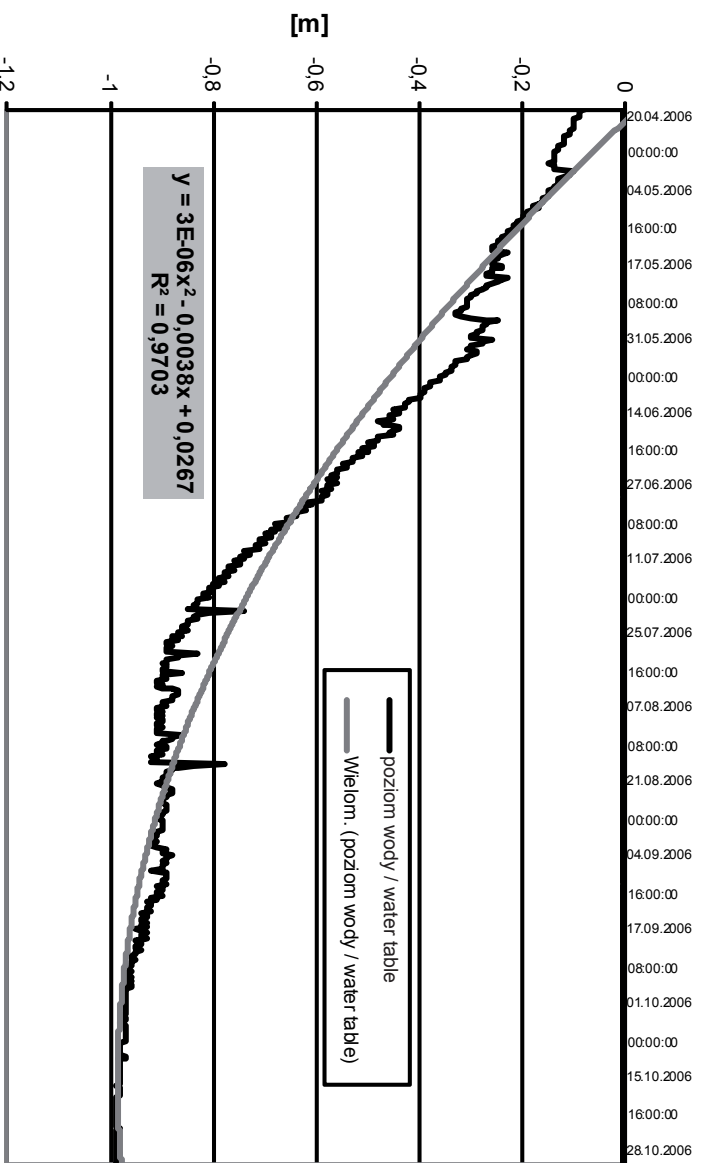
Więcej istotnych informacji dotyczących wysokości lustra wody w oczku oraz głębokości zalegania wód podziemnych w piezometrach płytkich P1 i P2 uzyskano po zainstalowaniu elektronicznych czujników stanów wód. Rejestracja stanów wód trzy razy na dobę pozwoliła zaobserwować nie tylko zmienność dobową, ale również zmienność w przedziale ośmiogodzinnym.



Ryc. 4. Parowanie i stany wody w badanym oczku nr 175 w latach hydrologicznych 2005–2006
 Fig. 4. Evaporation and water levels in the studied pond no. 175 in the hydrological years 2005–2006

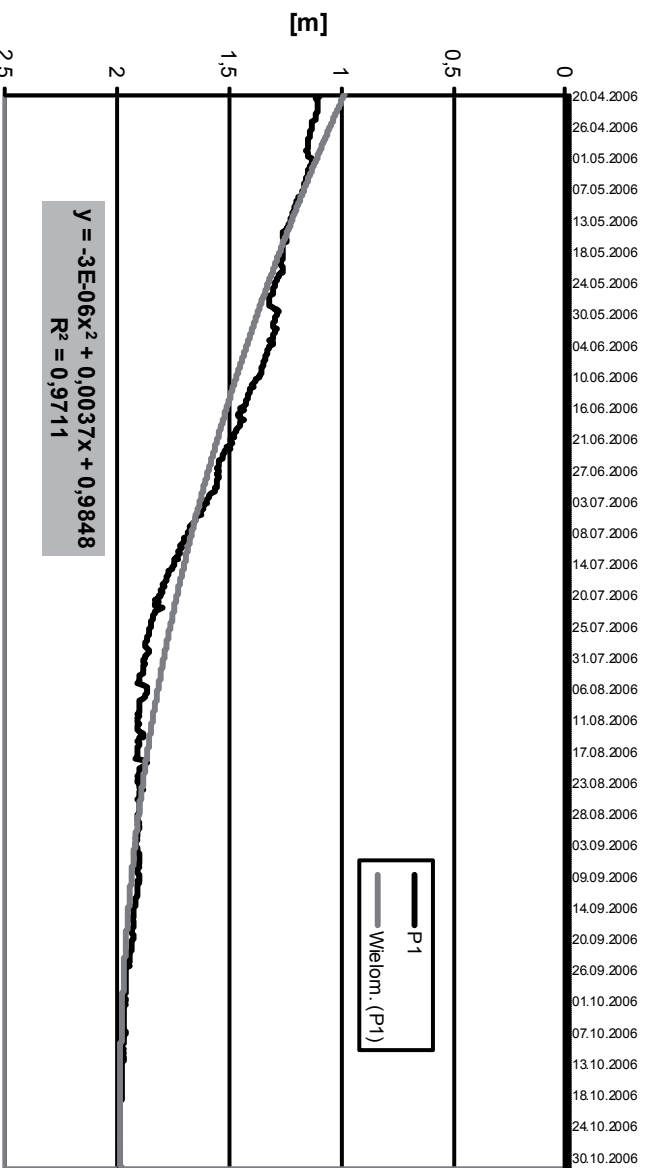
W wyniku suszy dochodziło do obniżania się poziomu wody w centralnej części zagłębienia bezodpływowego maksymalnie do 3 cm w ciągu 8 godz. Z kolei pod wpływem wysokich sum opadów, które wystąpiły w sierpniu 2006 r., odnotowano wzrost stanów wód podziemnych od 4 do 6 cm na 8 godz. Dwukrotnie w badanym okresie zarejestrowano gwałtowne podniesienie się stanów wód podziemnych o 11 i 14 cm, po czym następowało obniżenie zwierciadła wody do poziomu sprzed kilku godzin (ryc. 5). Zjawisko to miało miejsce również po okresach intensywnych opadów atmosferycznych.

Nieco mniejsze wahania stanów wód podziemnych odnotowano w piezometrach płytkich P1 i P2. Pod wpływem suszy spadki stanów wód dochodziły maksymalnie do 2 cm na 8 godz., natomiast w wyniku opadów deszczu w sierpniu 2006 r. wzrosty dochodziły maksymalnie do 4 cm na 8 godz., przy czym większą dynamikę stanów wody zaobserwowano w stanowisku P1 (ryc. 6 i 7). Dynamikę tę można wiązać z bliskim sąsiedztwem stromego stoku o spadku wynoszącym $4,8^\circ$ (8,1%), gdzie różnica wysokości pomiędzy P1 a wysoczyzną stoku wynosi 11 m. Tak duże nachylenie może być przyczyną intensywniejszych splywów śródpokrywowych w kierunku dna zagłębienia, które z kolei mogą wpływać na większą dynamikę stanów wody w badanym punkcie. Inna sytuacja występuje po przeciwnej stronie zlewni, gdzie stok jest łagodnie nachylony, a różnica wysokości pomiędzy P2 a wierzchołkiem stoku wynosi 3,5 m.



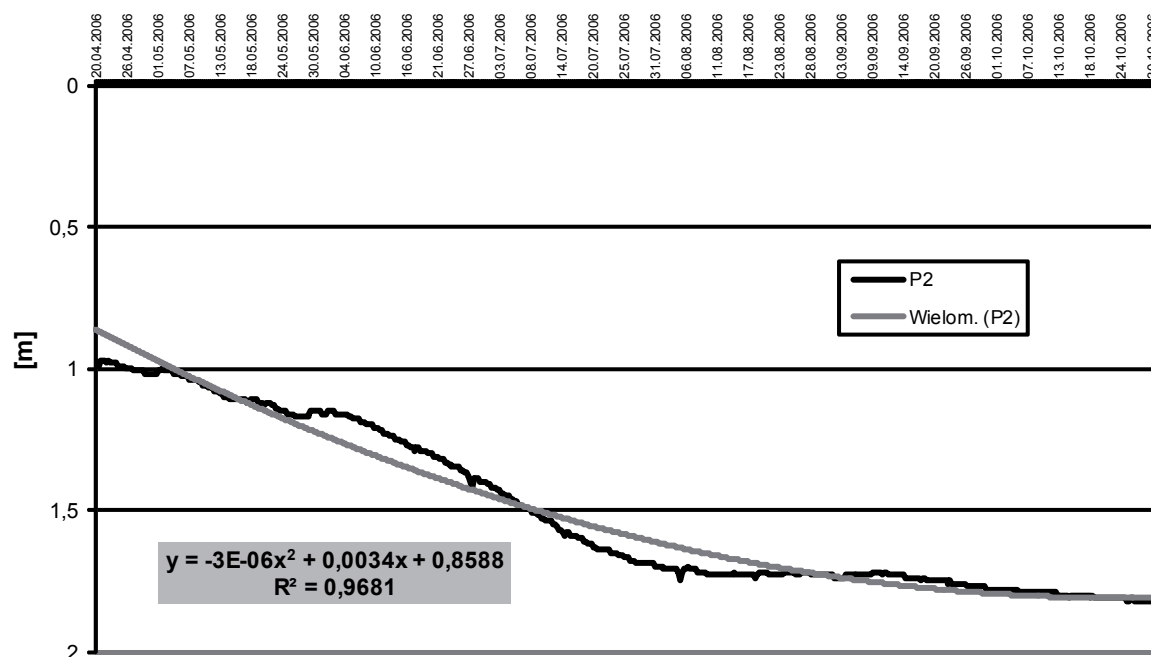
Ryc. 5. Stany wód podziemnych w dnie badanego zagłębienia bezodpływowego nr 175

Fig. 5. Groundwater levels in the bottom of the monitored basin without an outlet no. 175



Ryc. 6. Stany wód podziemnych na stanowisku P1

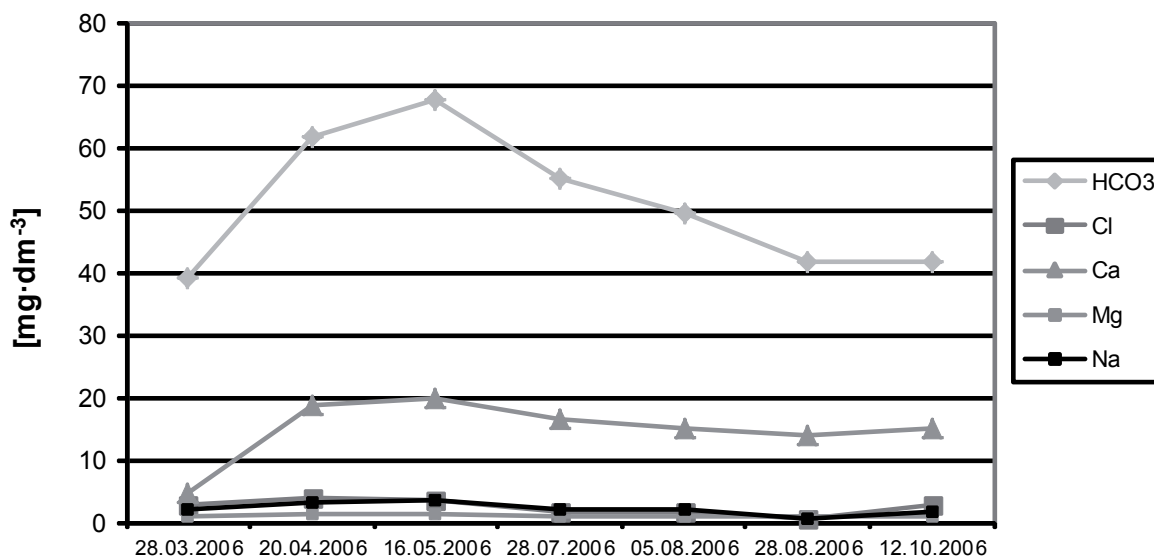
Fig. 6. Groundwater levels at site P1



Ryc. 7. Stany wód podziemnych na stanowisku P2

Fig. 7. Groundwater levels at site P2

Analizując wpływ suszy w 2006 r. na zmiany składu chemicznego wód powierzchniowych badanych oczek, nie zaobserwowano stałej tendencji. W niektórych oczkach nastąpił niewielki spadek stężeń jonów decydujących o typie hydrogeochemicznym wody. Taka sytuacja wystąpiła między innymi w oczku nr 12, w którym zaobserwowano, od maja do sierpnia 2006 r., spadek zawartości pięciu jonów: HCO_3^- i Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ i Cl^- , przy czym największy ubytek wystąpił w przypadku jonów wodorowęglanowych i wapnia (ryc. 8). Sód i chlorki dostarczane są głównie przez opady atmosferyczne i ich mniejsze stężenia można wiązać z mniejszymi sumami opadów. Z kolei pozostałe składniki są przede wszystkim produktami wietrzenia chemicznego i ich spadki mogą być związane z niższymi stanami wód podziemnych i ich mniejszą dostawą z poziomu wód zasilających oczka. W innych zagłębieniach nastąpił wzrost stężeń niektórych składników. Przykładem jest oczko nr 2, w którym odnotowano wzrost czterech jonów: Na^+ , Cl^- , K^+ i NH_4^+ , przy czym największy wystąpił w przypadku chlorków i jonów amonowych (ryc. 9). Większe stężenia Na^+ i Cl^- można tutaj wiązać ze wzrostem zasolenia i zateżnienia roztworów pod wpływem zwiększającej się suszy i intensywniejszego parowania, a pozostałych dwóch składników, które są biogenami, z mniejszym ich poborem przez rośliny w suchym okresie. Były też oczka (np. nr 11), w których przez kilka miesięcy w roku (od kwietnia do sierpnia) zawartości kilku jonów utrzymywały się na podobnym poziomie (ryc. 10). W tym wypadku zauważalne zmiany stężeń jonów wystąpiły w dwóch terminach – od marca do kwietnia oraz od sierpnia do października. Na podstawie uzyskanych wyników można sformuło-



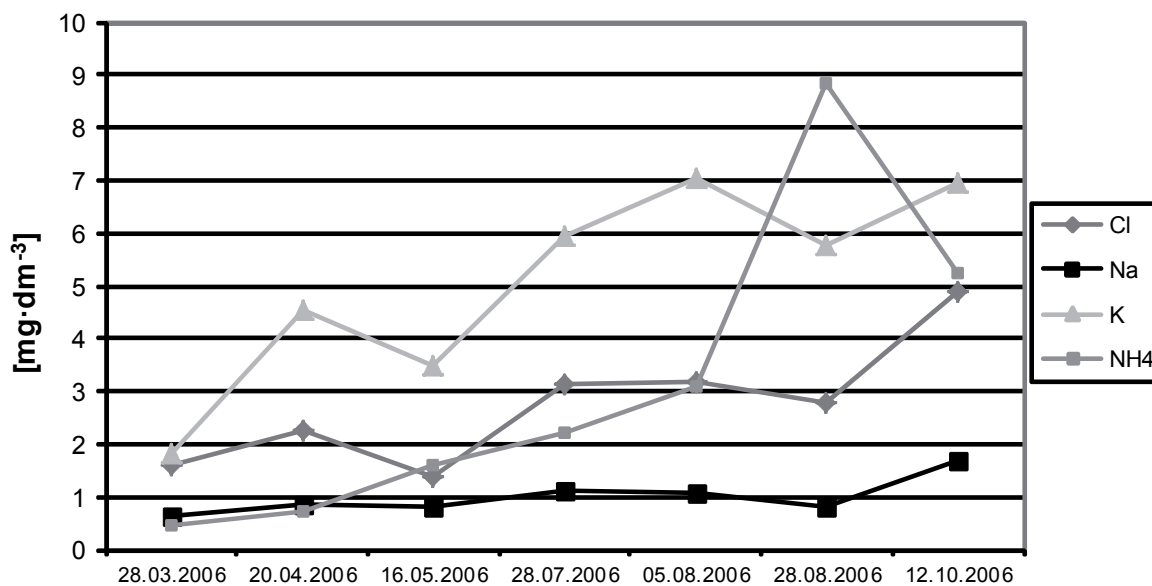
Ryc. 8. Zmienność stężeń wybranych jonów w oczku nr 12

Fig. 8. Variations in the concentration of selected ions in pond no. 12

wać wnioszek, że susza w tej grupie oczek stabilizowała skład chemiczny wód w dnach zagłębień bezodpływowych.

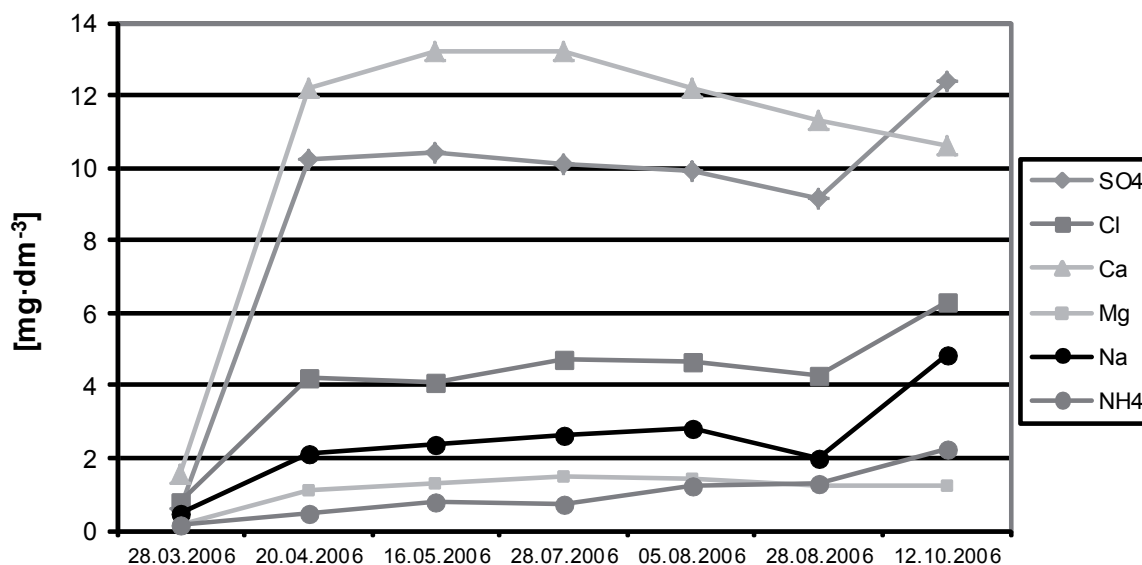
Typ hydrogeochemiczny wód powierzchniowych, zgodnie z typologią wód naturalnych Szczukariewa (Macioszczyk 1987), był najczęściej dwu- lub trójskładnikowy: $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ lub $\text{HCO}_3 - \text{SO}_4 - \text{Ca}$.

W wodach podziemnych, w piezometrach zainstalowanych w pobliżu dna zagłębienia bezodpływowego (P1 i P2), pod wpływem suszy zaobserwowano niewielki wzrost stężeń niektórych jonów, takich jak HCO_3^- i SO_4^{2-} . Natomiast



Ryc. 9. Zmienność stężeń wybranych jonów w oczku nr 2

Fig. 9. Variations in the concentration of selected ions in pond no. 2



Ryc. 10. Zmienność stężeń wybranych jonów w oczku nr 11

Fig. 10. Variations in the concentration of selected ions in pond no. 11

w piezometrach zlokalizowanych w połowie stoków (P3 i P4) nie zaobserwowano żadnej zmiany w składzie chemicznym. W tym wypadku typ hydrogeochemiczny wody również był dwu- lub trójskładnikowy: $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ lub $\text{SO}_4 - \text{HCO}_3 - \text{Ca}$. W związku z powyższym można wnioskować, że analizowana susza nie miała wpływu, lub wpływ ten był niewielki, na skład chemiczny wód podziemnych w zagłębieniach bezodpływowych.

W roku hydrologicznym 2006 kartowania hydrochemiczne przeprowadzono w 15 oczkach, które zlokalizowane były w dwóch zlewniach cząstkowych – Kłudy i Młyńskiego Potoku, w granicach zlewni górnej Parsęty. W wyniku suszy doszło do zaniku wody w 9 badanych oczkach (ryc. 1). W pozostałych nastąpiło znaczne obniżenie stanów wód powierzchniowych.

We wszystkich badanych oczkach w dalszym ciągu prowadzone są obserwacje terenowe i kartowania hydrochemiczne w cyklu sezonowym. W ten sposób uzyskane zostaną informacje dotyczące wpływu uwarunkowań środowiska przyrodniczego na zmienność poziomów oraz składu chemicznego wód powierzchniowych i gruntowych w zlewniach zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych w skali wieloletniej. Pozwoli to na wskazanie tendencji dalszego rozwoju geosystemów zagłębień bezodpływowych, na przykład w zakresie rozwoju rzeźby i ewolucji stoków w granicach zlewni zagłębień czy zaniku bądź pojawiania się nowych oczek w krajobrazie strefy młodoglacjalnej. Wyniki poddane zostaną dalszej szczegółowej analizie, co znajdzie odzwierciedlenie w kolejnych publikacjach.

WNIOSKI

- Susza, jaka wystąpiła w lipcu 2006 r., a następnie duże sumy opadów w sierpniu analizowanego roku wpłynęły na możliwe do zarejestrowania wahania (spadki w lipcu i wzrosty w sierpniu) stanów wód podziemnych w przedziałach ośmiogodzinnych i kształtowały się na poziomie od kilku do kilkunastu centymetrów.
- Susza z 2006 r. miała niewielki wpływ na zmienność składu chemicznego wód powierzchniowych oczek i płytkich wód podziemnych. Typ hydrogeochemiczny wód był najczęściej dwu- lub trójskładnikowy.
- Latem 2006 r. doszło do zaniku wody w 9 spośród 15 kartowanych oczek w 2 zlewniach cząstkowych na terenie zlewni górnej Parsęty, co było efektem przede wszystkim zmian warunków meteorologicznych w analizowanym roku. Wpływ na zanik wody w 9 zagłębieniach mogły też mieć warunki lokalne zlewni, a zwłaszcza większa przepuszczalność utworów powierzchniowych, co sprzyjało szybszemu obniżaniu się poziomów wód podziemnych oraz „ucieczce” wody ze zlewni poprzez odpływ podziemny.
- Niezbędne są dalsze badania wpływu zjawisk ekstremalnych, między innymi meteorologicznych, na kształtowanie się stanów wód powierzchniowych i podziemnych w zlewniach zagłębień bezodpływowych. Konsekwencją tych zjawisk może być zanik niektórych oczek w zależności od aktualnych parametrów meteorologicznych i warunków lokalnych zlewni zagłębień bezodpływowych.

LITERATURA

- Dojlido J.R., 1995: *Chemia wód powierzchniowych*. Wyd. Ekon. i Środowisko. Białystok.
- Drwał J., 1975: *Zagadnienia bezodpływowości na obszarach młodoglacjalnych*. Zesz. Nauk. Wydz. Biol. i Nauk o Ziemi, Uniw. Gdański, Geogr. 3, 7–26.
- Kostrzewski A., 1986: *Zastosowanie teorii funkcjonowania geosystemu do badań współczesnych środowisk morfogenetycznych obszarów nizinnych Polski Północno-Zachodniej*. Spr. PTPN, 103 za 1984 r., 26–28.
- Kostrzewski A. (red.), 1993: *Geoekosystem obszarów nizinnych*. Kom. Nauk. przy Prez. PAN „Człowiek i Środowisko”, 6, Ossolineum, Wrocław, Warszawa, Kraków.
- Kostrzewski A., 2007: *Procesy ekstremalne w środowisku geograficznym*. [W:] A. Kostrzewski, J. Szpikowski (red.), *Funkcjonowanie geoekosystemów zlewni rzecznych 4. Procesy ekstremalne w środowisku geograficznym*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, 15–18.
- Kostrzewski A., Domańska M., Szpikowski J., 2006: *Ekstremalne warunki meteorologiczne w lipcu 2006 r. w zlewni górnej Parsęty. Funkcjonowanie geoekosystemów zlewni rzecznych 4. Procesy ekstremalne w środowisku geograficznym*. Mat. konf., Kołobrzeg, 20–22 września.
- Kostrzewski A., Mazurek M., Zwoliński Z., 1994: *Dynamika transportu fluwialnego górnej Parsęty jako odbicie funkcjonowania systemu zlewni*. Stow. Geomorf. Polskich, Poznań.
- Macioszczyk A., 1987: *Hydrogeochemia*. Wyd. Geol., Warszawa.

- Major M., 2009: *Charakter i funkcjonowanie zagłębień bezodpływowych w krajobrazie strefy młodoglacjalnej (Pomorze Zachodnie, górna Parsęta)*. PTPN, Poznań.
- Major M., 2010: *Możliwości zastosowania teorii funkcjonowania geoekosystemu do badań obszarów bezodpływowych*. *Przeegl. Geogr.*, 82, 1, 103–113.
- Niedźwiedź T., Michalczyk Z., Starkel L., Ustrnul Z., 2005: *Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce (ocena zdarzeń oraz prognozowanie ich skutków dla środowiska życia człowieka)*. Projekt zamawiany PBZ-KBN-086/P04/2003.
- Starkel L., 1996: *Rzeki w przestrzeni i czasie*. [W:] J. Kołtuniak (red.), *Rzeki. Kultura – cywilizacja – historia*, t. 5, Wyd. „Śląsk”, Katowice.

DISAPPEARANCE OF KETTLE PONDS IN THE CATCHMENTS OF CLOSED BASINS AS A RESULT OF EXTREME EVENTS (WEST POMERANIA)

Summary

An attempt was made to determine the effect of extreme events on the disappearance of kettle ponds. The extreme event analysed was a drought that occurred in the summer of 2006. The research was carried out in the upper Parsęta catchment (West Pomerania, Poland). The catchment of an evapotranspiration basin in which measuring instruments had been installed was monitored on a continuous basis using electronic water-stage sensors. In 2006 hydrochemical water sampling was performed in 15 kettle ponds.

The drought that occurred in July 2006, and the heavy rainfall that followed in August, caused measurable fluctuations in groundwater stages at 8-hour intervals ranging from a few to more than ten centimetres.

The drought of 2006 had only a slight effect on the variability of the chemical composition of surface waters in the kettle ponds and shallow groundwater, but no steady tendency could be observed. The hydrogeochemical type of water was usually a two- or three-component one.

In the summer of 2006 water disappeared from 9 out of the 15 mapped kettle ponds in two subcatchments in the upper Parsęta catchment. This was the effect of meteorological changes occurring in the analysed year.

It is necessary to conduct further studies of the effect of extreme events, e.g. meteorological ones, on the pattern of surface- and groundwater stages in the catchments of basins without an outlet, which in consequence often lead to the disappearance of kettle ponds.