

Wpłynęło 30.03.2015 r.  
Zrecenzowano 30.04.2015 r.  
Zaakceptowano 01.09.2015 r.  
A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

## OCENA STĘŻENIA MAGNEZU I WAPNIA W WODACH GRUNTOWYCH NA TERENACH ROLNICZYCH POMORZA ZACHODNIEGO

Piotr BURCZYK<sup>1)</sup> ABDEF, Kacper RAWICKI<sup>1)</sup> BD,  
Małgorzata GAŁCZYŃSKA<sup>2)</sup> BCF, Adam BRYSIWICZ<sup>1)</sup> B,  
Andrzej MARCINIAK<sup>1)</sup> B

<sup>1)</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie

<sup>2)</sup> Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie, Zakład Chemii Ogólnej i Ekologicznej

### Streszczenie

Celem pracy była ocena stężenia wapnia i magnezu w płytkich wodach gruntowych na terenach położonych w bezpośredniej zlewni Jeziora Miedwie, będącego źródłem wody pitnej dla Szczecina. Pomocniczo oznaczano również pH wody oraz jej przewodność elektrolityczną. Badania prowadzono od kwietnia do listopada 2012 i 2013 r., wykorzystując do tego celu sieć 20 piezometrów, zlokalizowanych w sąsiedztwie gruntów rolnych oraz gospodarstw. Próby pobierano raz w miesiącu. Klasyfikacji jakości wód dokonano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych.

Stężenie wapnia w płytkich wodach gruntowych wahało się od 8,8 do 238 g·m<sup>-3</sup> (średnio 91,5 g·m<sup>-3</sup>). Większość prób (43%) sklasyfikowano jako odpowiadające II klasie jakości wód, a 33% klasie III. Do klasy I zaliczono 18% prób, natomiast do najniższej (V) żadnej. W przypadku magnezu stężenie wynosiło od 2,4 do 179,6 g·m<sup>-3</sup> (średnio 41,1 g·m<sup>-3</sup>), a 60% prób spełniało wymagania I klasy czystości. W klasach II i III znalazło się ich odpowiednio 19,4 oraz 14,0%, natomiast w klasach IV i V znalazło się po 3,3% prób.

Również ocena pH oraz przewodności elektrolitycznej, w większości wypadków, pozwala na zakwalifikowanie wód do I i II klasy jakości wód podziemnych. Pod względem analizowanych parametrów, stan wód na badanym obszarze można ocenić jako dobry.

**Słowa kluczowe:** magnez, tereny rolnicze, wapń, wody gruntowe

**Do cytowania For citation:** Burczyk P., Rawicki K., Gałczyńska M., Brysiewicz A., Marciniak A. 2015. Ocena stężenia magnezu i wapnia w wodach gruntowych na terenach rolniczych Pomorza Zachodniego. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 3 (51) s. 15-23.

## WSTĘP

Wapń i magnez są jednymi z pierwiastków niezbędnych do prawidłowego rozwoju organizmów roślinnych, zwierzęcych oraz człowieka. Dlatego optymalna ich zawartość w wodzie ma duże znaczenie. Z drugiej strony nadmierne ich stężenie nie jest korzystne, może bowiem np. ograniczać przyswajanie innych niezbędnych organizmowi pierwiastków.

Zagrożeniem dla optymalnej zawartości tych pierwiastków w wodach gruntowych na Pomorzu Zachodnim może być duże zanieczyszczenie wód związkami biogennymi [DURKOWSKI, WORONIECKI 2001; GAŁCZYŃSKA, GAMRAT 2004; GAŁCZYŃSKA i in. 2009; PIETRZAK, NAWALANY 2008; SAPEK, SAPEK 2006; 2007]. W zlewni Jeziora Miedwie występują najlepsze gleby w regionie (czarne ziemie pyrzyckie), na których znajduje się blisko 96% użytków rolnych regionu. Rejon charakteryzuje się bardzo dobrymi warunkami agroklimatycznymi do uprawy zbóż i roślin przemysłowych. Grunty orne są intensywnie użytkowane rolniczo, dominuje uprawa pszenicy ozimej, buraków cukrowych i rzepaku. Pola bardzo często są intensywnie nawożone dużymi dawkami nawozów organicznych oraz mineralnych [DURKOWSKI i in. 2006; DURKOWSKI, PAWLIK-DOBROWOLSKI 2004]. Na terenie województwa zachodniopomorskiego w latach 2011–2013 stosowano dawki nawozów azotowych w ilości  $85,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , fosforowe ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )  $26,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , potasowe  $27,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a wapniowe ( $\text{CaO}$ )  $50,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  [US w Szczecinie 2014]. Wraz z tymi nawozami wprowadzane są również znaczące ilości magnezu i wapnia, które mogą przemieszczać się do wód. Na części obszaru zlewni jeziora ustanowiony jest obszar szczególnie narażony (OSN) na zanieczyszczenie azotanami pochodzenia rolniczego [DURKOWSKI 2005].

Wapń i magnez decydują o odpowiedniej strukturze gleby oraz jej odczynie. Utrzymanie optymalnego odczynu gleby oraz zawartości wapnia i magnezu poprawia wzrost systemu korzeniowego i przyswajanie składników pokarmowych przez rośliny oraz ogranicza aktywność metali ciężkich w glebie, a w konsekwencji ich przyswajanie przez rośliny. Magnez jest istotnym składnikiem chlorofilu. Sole magnezu stanowią stały składnik wód powierzchniowych i podziemnych. Stężenie magnezu w wodzie jest głównie uzależnione od procesów wymywania skał. Jony tego pierwiastka występują prawie we wszystkich wodach naturalnych i pod względem ilości ustępują miejsca tylko kationom sodu. Stosunkowo rzadko jednak są spotykane wody, w których dominują jony  $\text{Mg}^{2+}$ . Zwykle w wodach słabo zmineralizowanych dominuje jon  $\text{Ca}^{2+}$ , a w wodach silnie zmineralizowanych jon  $\text{Na}^+$ . Ze wzrostem mineralizacji wody przewaga jonów magnezu nad jonami wapnia daje się łatwo zauważyć na podstawie określonego stosunku między nimi. W wodach o ogólnej mineralizacji do  $500 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  stosunek ten ( $\text{Ca}:\text{Mg}$ ) waha się od 4:1 do 2:1 [KUBIAK i in. 1999].

Celem pracy była ocena stężenia wapnia i magnezu w płytkich wodach gruntowych na terenach zagospodarowanych rolniczo, położonych w bezpośredniej

zlewni Jeziora Miedwie, będącego źródłem wody pitnej dla Szczecina. Założono, że stężenie obu pierwiastków w wodach gruntowych będzie zależało od sąsiedztwa, tj. gruntów rolnych bądź zagrod i obiektów inwentarskich.

## METODY BADAŃ

Badania prowadzono w okresie od IV do XI w latach 2012–2013 na terenach użytkowanych rolniczo, zlokalizowanych w zlewni jeziora Miedwie, które jest rezerwuarem wody pitnej dla Szczecina. Piezometry zlokalizowane były w sąsiedztwie gruntów rolnych oraz gospodarstw. Gospodarstwa, przy których zamontowano piezometry, w większości charakteryzowała intensywna produkcja zwierzęca (np. hodowla krów mlecznych, hodowla bydła mięsnego, ferma kur zarodowych). Gospodarstwa są wyposażone w płyty obornikowe i zbiorniki na gnojówkę lub gnojowicę.

Oprócz stężenia wapnia i magnezu w wodzie pobranej z piezometrów pomocniczo oznaczano również pH wody oraz jej przewodność elektrolityczną. Klasyfikacji jakości wód dokonano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. Do badań wykorzystano sieć piezometrów. Próby wody pobierane były w 20 punktach raz w miesiącu za pomocą pompki zanurzeniowej typu Whale, a wcześniej mierzono głębokość zwierciadła wód gruntowych. Stężenie wapnia i magnezu oznaczano metodą płomieniowej spektrometrii absorpcyjnej za pomocą przyrządu pomiarowego Thermo Sci., firmy Spectro-Lab, w Laboratorium Badawczym Chemii Środowiska ITP w Falentach. Przewodność elektryczną właściwą – metodą konduktometryczną za pomocą przyrządu Selen Multi, firmy Mettler Toledo, pH potencjometrycznie za pomocą pH-metru Seven Multi, firmy Mettler Toledo.

Wyniki badań stężenia Ca i Mg w wodzie opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy skupień (przyjęto metodę aglomeracji wg Warda, a miarę odległości jako odległość euklidesową). W celu dokładniejszej analizy wpływu działalności rolniczej na stężenie obu pierwiastków w wodach gruntowych próby zostały podzielone na dwie grupy: a – pobrane w sąsiedztwie gruntów rolnych (12 punktów) oraz b – pobrane w pobliżu zagrod i obiektów inwentarskich (8 punktów).

Wyniki badań stężenia Ca i Mg w wodzie w wyodrębnionych grupach (czynnik I) i latach badań (czynnik II) opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji. Istotność różnic testowano testem Tukeya (HSD) dla poziomu istotności  $\alpha = 0,05$ .

Praca powstała w wyniku realizacji Działania 1.3 Programu wieloletniego (PW) pod nazwą: „Standaryzacja i monitoring przedsięwzięć środowiskowych, techniki rolniczej i rozwiązań infrastrukturalnych na rzecz bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich”, realizowanego przez Instytut Technologiczno-Przyrodniczy.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Stężenie związków wapnia i magnezu w wodach zależy od wielu czynników, m.in. od budowy geologicznej zlewni oraz stopnia i rodzaju jej zagospodarowania. Wody opadowe, wnikając w grunt, rozpuszczają złoża mineralne i w ten sposób zasilają wodę w związki wapnia i magnezu. Na terenach upraw rolniczych, które są nawożone związkami zawierającymi wapń i magnez, infiltrujące wody opadowe również będą wzbogacone w te kationy [KOLANEK, KOWALSKI 2001]. Wymywanie wapnia i magnezu jest bardziej intensywne tam, gdzie zastosowano drenowanie [KOBUS, GLIŃSKA-LEWCZUK 2005]

Duże znaczenie, a często zasadnicze, ma też gospodarka wodno-ściekowa oraz postępowanie z odchodami zwierzęcymi. Jak uważa DURKOWSKI [1997], czynnikami, które decydują o wielkości dopływu substancji chemicznych z rolnictwa do wód są: rodzaj i rozmieszczenie użytków w zlewni, struktura zasiewów i stosowanie poplonów, jakość stosowanych nawozów i środków ochrony roślin, rodzaj zabiegów uprawowych, sposób gospodarowania nawozami mineralnymi i organicznymi oraz środkami ochrony roślin, sposób chowu zwierząt. Zdaniem POKŁADKA i in. [2011], działalność rolnicza nie wykazuje bezpośredniego wpływu na sezonowe zmiany stosunku Ca:Mg, również jej oddziaływanie na wartość tego stosunku nie jest jednoznaczne. Potwierdzają to przeprowadzone przez nas badania, w których stosunek ten był bardzo zróżnicowany i dla gruntów rolnych (a) wahał się od 0,3 do 9,7, a dla zagród (b) od 1,6 do 8,5. W takich wypadkach trzeba brać pod uwagę potencjalny wpływ składu skały macierzystej. Zdaniem BIEŃKA [2005], zawartość w glebach ogólnych form magnezu wykazuje duże zróżnicowanie w zależności od tła geochemicznego skały macierzystej.

Stężenie wapnia i magnezu w płytkich wodach gruntowych na gruntach rolnych oraz w pobliżu gospodarstw przedstawiono w tabeli 1. Stężenie wapnia w płytkich wodach gruntowych wahało się od 8,8 do 238 g·m<sup>-3</sup> (średnio 91,5 g·m<sup>-3</sup>). Większość prób (43%) sklasyfikowano jako odpowiadające II klasie jakości wód pod względem zawartości wapnia, a 33% klasie trzeciej [Rozporządzenie MŚ... 2008]. Do klasy pierwszej zaliczono 18% prób, natomiast do najniższej, piątej, żadnej. Wapń dostaje się do wód głównie wskutek wymywania skał i gleby, a także ze ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Związki wapnia występują powszechnie w wodach powierzchniowych w znacznym stężeniu. Stężenie wapnia zależy w dużym stopniu od równowagi węglanowej. Wapń może być wytrącany lub przechodzić z osadów do roztworu w zależności od panujących warunków fizyczno-chemicznych. Badania jakości wód w studniach gospodarskich prowadzone przez OSTROWSKĄ i in. [1999] w dawnym województwie szczecińskim wykazują nieco większe średnie stężenia wapnia, wynoszące od 9,2 do 413,5 g·m<sup>-3</sup> (średnio 117,6 g·m<sup>-3</sup>) i zbliżone średnie stężenia magnezu, wynoszące od 9,2 do 88,3 g·m<sup>-3</sup> (średnio 38,6 g·m<sup>-3</sup>).

**Tabela 1.** Stężenie wapnia i magnezu ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) w płytkich wodach gruntowych na gruntach rolnych oraz w pobliżu gospodarstw w latach 2012 i 2013

**Table 1.** Concentration of calcium and magnesium ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) in shallow ground water in agricultural lands and near the farms in 2012 and 2013 year

Lokalizacja Location (I)	Rok Year (II)	Średnia Mean	Błąd standardowy Standard error	-95,0%	+95,0%	NIR <sub>0,05</sub> dla LSD <sub>0,05</sub> for		
						I	II	I x II
<b>Wapń (Ca)</b>								
Pole (a)	2012	77,2	4,0	69,2	85,1			
Field (a)	2013	62,9	3,3	56,3	69,5	10,5	10,3	r.n.
Zagroda (b)	2012	116,6	7,2	102,3	131,0			
Farm (b)	2013	107,6	7,7	92,0	123,1			
<b>Magnez (Mg)</b>								
Pole (a)	2012	35,6	4,4	26,8	44,4			
Field (a)	2013	53,2	9,2	34,9	71,5	r.n.	r.n.	r.n.
Zagroda (b)	2012	37,7	2,4	33,0	42,4			
Farm (b)	2013	38,0	4,2	29,7	46,4			

Objaśnienie: r.n. – różnice nieistotne. Explanation: r.n. – insignificant differences.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Wyniki uzyskane przez OREN i in. [2004] w warunkach Izraela wykazały, że stężenie wapnia w wodach z „niezanieczyszczonych” studni było znacznie większe niż odnotowane przez nas, natomiast wartość stężenia magnezu była bardziej zbliżona. Stężenie wapnia wynosiło od 146 do 192  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , natomiast magnezu – od 70 do 101  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

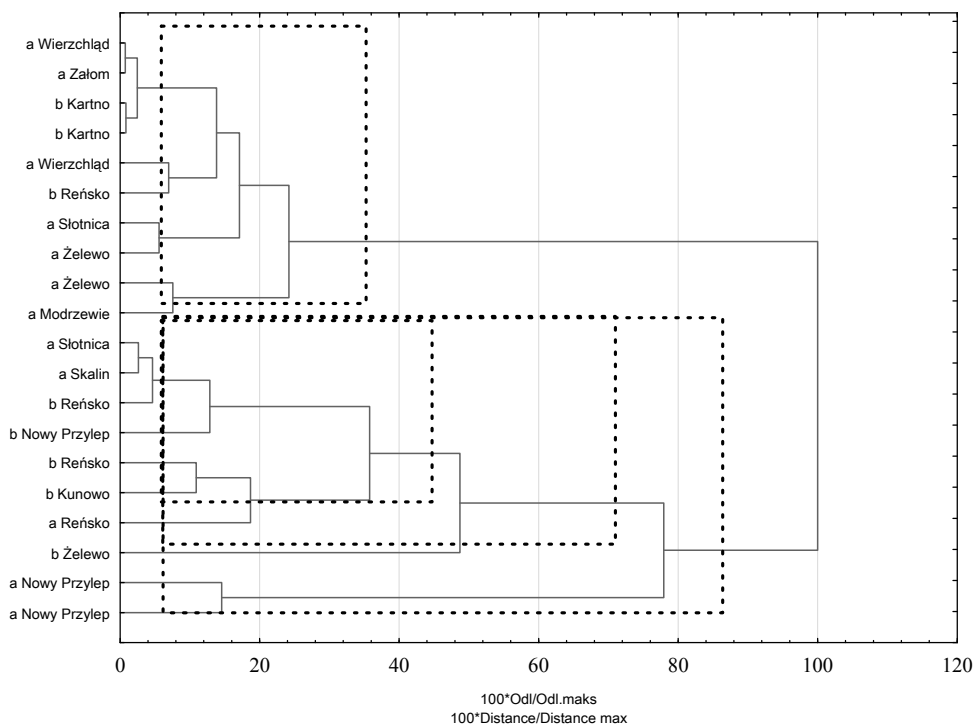
W przypadku magnezu stężenie wynosiło od 2,4 do 179,6  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (średnio 41,1  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), a 60% prób spełniało wymagania I klasy czystości pod względem stężenia magnezu. W klasach II i III znalazło się ich odpowiednio 19,4 oraz 14%, natomiast w pozostałych klasach (IV i V) – po 3,3% prób.

Ocena pH oraz przewodności elektrolitycznej w większości wypadków pozwala na zakwalifikowanie wód do I i II klasy jakości wód podziemnych. Wartość pH dla wód gruntowych wynosiła od 6,96 do 7,69, a dla wód powierzchniowych od 7,54 do 7,96, natomiast przewodność elektrolityczna wahała się odpowiednio od 0,47 do 3,02 dla wód gruntowych i 0,5 do 1,01  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$  dla powierzchniowych. Pod względem analizowanych parametrów, stan wód na badanym obszarze można ocenić jako dobry. ŚWITAJSKA i in. [2013] stwierdzili, że na wartość odczynu wpływały rodzaj i sposób zagospodarowania gleb oraz opady atmosferyczne, które w zależności od intensywności i rozkładu powodowały zmianę odczynu od kwaśnego do zbliżonego do obojętnego.

OREN i in. [2004], identyfikując procesy odpowiedzialne za zanieczyszczenie wód gruntowych zauważyli, że są one wynikiem działalności człowieka. ORZEPOWSKI i PULIKOWSKI [2008], badając wody gruntowe i powierzchniowe w gminie

Kąty Wrocławskie stwierdzili, że zwiększone wartości stężeń pierwiastków (Mg, Ca, K, Na) w wodach były powiązane z rodzajem gleb w regionie oraz faktem, czy gleby te były użytkowane rolniczo. Zauważyli również, że obecność gruntów ornych powodowała dodatnią korelację ze stężeniem magnezu, potasu i sodu w wodach gruntowych i powierzchniowych. Zwiększone wartości stężeń tych pierwiastków na jednym z obiektów tłumaczą spływami z terenów zabudowanych. Prezentowane w niniejszej pracy wyniki badań wykazują oddziaływanie zagrody rolniczej jedynie na wzrost stężenia jonów wapnia w wodach gruntowych.

Analiza skupień Warda (rys. 1) wskazuje, że ze względu na rozpatrywane parametry można wyodrębnić dwie grupy punktów, związane na ogół z rodzajem zagospodarowania. W pierwszej grupie punkty poboru prób wody gruntowej pochodzą z różnych zlewni: bezpośredniej Jeziora Miedwie, Gowienicy oraz Krzekny (Ca 30–96 g·m<sup>-3</sup> i Mg 10–59 g·m<sup>-3</sup>). W drugiej grupie występują trzy podgrupy (II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub> i II<sub>3</sub>). Pierwsza z nich to dwa punkty położone w Nowym Przylepie, zlokalizowane na terenie gospodarstwa w pobliżu zbiornika na gnojówkę i obory (Ca 33–77 g·m<sup>-3</sup> i Mg 125–130 g·m<sup>-3</sup>). Druga podgrupa to pojedynczy punkt w Żele-



Rys. 1. Dendrogram: a = sąsiedztwo gruntów ornych, b = sąsiedztwo zagrod i obiektów inwentarskich; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Dendrogram: a = proximity of arable land, b = proximity of farms and livestock buildings; source: own elaboration

wie, zlokalizowany na terenie zagrody, w którym stwierdzono największe stężenie wapnia ( $204,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Z kolei ostatnia podgrupa obejmuje siedem punktów badawczych, które są położone w zlewni rzeki Gowienica (Ca  $93\text{--}141 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$  i Mg  $27\text{--}76 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Punkt Nowy Przylep w grupie punktów zlokalizowanych na gruntach rolnych (znajdujący się na trasie spływu wód z pól nawożonych wysokimi dawkami nawozów mineralnych i naturalnych) różni się od pozostałych ze względu na zwiększone stężenie magnezu ( $130 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

W celu dokładniejszej analizy wpływu działalności rolniczej na stężenie obu pierwiastków w wodach gruntowych próby zostały podzielone na dwie grupy: a – pobrane w sąsiedztwie gruntów rolnych (pól uprawnych) oraz b – pobrane w pobliżu zagród i obiektów inwentarskich. Przeprowadzone obliczenia statystyczne stężenia badanych metali w omawianych punktach wskazują na istotne różnice między stężeniem wapnia w wodach w pobliżu zagród i w wodach spod gruntów rolnych, w których parametr ten charakteryzowały mniejsze wartości. Również zmienność czynników klimatycznych w danym roku badań miała wpływ na wielkość tego wskaźnika. W przypadku stężenia magnezu istotnych różnic nie stwierdzono ani ze względu na wyodrębnione grupy, ani na rok badań. Analizy prowadzone przez GAŁCZYŃSKĄ i in. [2011] wykazały mniejsze wartości stężenia magnezu i wapnia w wodach powierzchniowych oczek zlokalizowanych na polach (Mg –  $17,0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$  i Ca –  $23,2 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) w porównaniu z tymi zlokalizowanymi na łąkach i w sąsiedztwie wsi (Mg –  $28,0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ , Ca –  $66,0$  i Mg –  $30,9 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$  i Ca –  $64,9 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

## WNIOSKI

1. Jakość analizowanych wód gruntowych pod względem stężenia wapnia i magnezu można ocenić jako dobrą. Stężenie magnezu zakwalifikowało większość prób do I klasy czystości i było trzykrotnie mniejsze niż wapnia.
2. Bezpośrednie sąsiedztwo zagród wiejskich wpłynęło na zwiększone stężenie wapnia w wodach gruntowych w porównaniu z wodami pod gruntami rolnymi.
3. Sąsiedztwo zagród wiejskich, podobnie jak grunty rolne, nie powodowało zwiększonego stężenia jonów magnezu w płytkich wodach gruntowych.

## LITERATURA

- BIENIEK A. 2005. Magnez w glebach różnych form geomorfologicznych Pojezierza Mazurskiego. Inżynieria Ekologiczna. Nr 13 s. 29–33.
- DURKOWSKI T. 1997. Zasoby wodne a jakość wody w rolnictwie. Zeszyty Edukacyjne. Nr 3. Falenty. IMUZ s. 17–38.
- DURKOWSKI T. 2005. Jakość wód gruntowych i powierzchniowych na obszarze szczególnie narażonym (zlewnia jeziora Miedwie). Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 507 s. 107–113.

- DURKOWSKI T., BURCZYK P., KRÓLAK B. 2006. Ocena wpływu składników nawozowych ze zlewni rolniczych jeziora Miedwie w okresie restrukturyzacji rolnictwa. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 6. Z. 2 (18) s. 51–63.
- DURKOWSKI T., KORYBUT WORONIECKI T. 2001. Jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich Pomorza Zachodniego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 476 s. 365–371.
- DURKOWSKI T., PAWLIK-DOBROWOLSKI J. 2004. Dopyływ zanieczyszczeń do jeziora Miedwie z jego bezpośredniej zlewni oraz możliwości ich ograniczenia. Opracowanie monograficzne. Falenty. IMUZ. ISBN 83-88763-44-X ss. 105.
- GALCZYŃSKA M., BURCZYK P., GAMRAT R. 2009. Próba określenia wpływu rodzaju uprawy na stężenie związków N i P w wodach wybranych śródpolnych oczek wodnych na Pomorzu Zachodnim. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 9. Z. 4 (28) s. 47–57.
- GALCZYŃSKA M., GAMRAT R. 2004. Zawartość związków azotu, fosforu i makroelementów w wodach śródpolnych oczek wodnych w rejonie Krzemlina. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*. Vol. 242(98) s. 45–50.
- GALCZYŃSKA M., GAMRAT R., PACEWICZ K. 2011. Influence of different uses of the environment on chemical and physical features of small water ponds. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 20. No. 4 s. 885–894.
- KOBUS SZ., GLIŃSKA-LEWCZUK K. 2005. Wpływ użytkowania doliny rzecznej na migrację składników mineralnych na przykładzie środkowej Łyny. Cz. II. Wapń i magnez. *Inżynieria Ekologiczna*. Nr 12 s. 39–40.
- KOLANEK A., KOWALSKI T. 2001. Wpływ procesów biochemicznych na stężenia związków wapnia i magnezu w wodach. *Ochrona Środowiska*. Nr 1(80) s. 17–21.
- KUBIAK J., TÓRZ A., NĘDZAREK A. 1999. *Analityczne podstawy hydrochemii*. Szczecin. Wydaw. AR w Szczecinie. ISBN 83-87327-67-0 ss. 229.
- PIETRZAK S., NAWALANY P. 2008. Wpływ długo- i krótkotrwałego składowania obornika na gruncie na zanieczyszczenie gleby i wody związkami azotu. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 8. Z. 2b(24) s. 117–126.
- POKŁADEK R., KOWALCZYK T., ORZEPOWSKI W., PULIKOWSKI K. 2011. Na, K, Ca and Mg concentrations in effluent water drained from agricultural catchment basins in Lower Silesia. *Journal of Elementology*. Vol. 16(3). DOI:10.5601/jelem.2011.16.3.11 s. 467–479.
- OREN O., YECHIELI Y., BOHLKE J.K., DODY A. 2004. Contamination of groundwater under cultivated fields in an arid environment, central Arava Valley, Israel. *Journal of Hydrology*. Vol. 290 s. 312–328.
- ORZEPOWSKI W., PULIKOWSKI K. 2008. Magnesium, calcium, potassium, and sodium content in groundwater and surface water in arable lands in the commune (gmina) Kąty Wrocławskie. *Journal of Elementology*. Vol. 13(4) s. 605–614.
- OSTROWSKA E.B., PŁODZIK M.A., SAPEK A., WESOŁOWSKI P., SMOROŃ S. 1999. Jakość wody pitnej z ujęć własnych w gospodarstwach rolnych. *Wiadomości IMUZ*. T. 20. Z. 1 s. 7–18.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. *Dz.U.* 2008. Nr 143 poz. 896.
- SAPEK A., SAPEK B. 2006. Zawartość składników nawozowych w glebie i wodzie spod zagrody wiejskiej w świetle źródeł ich rozpraszania. *Nawozy i Nawożenie*. Nr 49 s. 213–223.
- SAPEK A., SAPEK B. 2007. Zmiany jakości wody i gleby w zagrodzie i jej otoczeniu w zależności od sposobu składowania nawozów naturalnych. *Zeszyty Edukacyjne*. Nr 11. Falenty. IMUZ. ISSN 1428-3786 ss. 111.
- ŚWITAJSKA I. J., SZYMCZYK S., KOC J. 2013. Wpływ sposobu użytkowania terenu na jakość wód gruntowych. *Proceedings of ECOpole*. Vol. 7. No. 1 s. 259–265.
- US w Szczecinie 2014. *Rolnictwo w województwie zachodniopomorskim w 2013 r. Informacje i opracowania statystyczne*. Szczecin ss. 96.



*Piotr BURCZYK, Kacper RAWICKI, Małgorzata GAŁCZYŃSKA,  
Adam BRYSEWICZ, Andrzej MARCINIAK*

## **AN ASSESSMENT OF MAGNESIUM AND CALCIUM CONTENT IN GROUNDWATER IN AGRICULTURAL AREAS OF POMORZE ZACHODNIE**

**Key words:** *agricultural areas, calcium, ground water, magnesium*

### **S u m m a r y**

The aim of this study was to evaluate the content of calcium and magnesium in shallow ground waters in direct catchment of Lake Miedwie, the source of drinking water for Szczecin. pH of the water and the electrolytic conductivity were also determined. Piezometers were located in the vicinity of agricultural lands and farms. Classification of water quality was based on the Decree of the Minister of Environment of 23 July 2008 on the criteria and methods of ground water evaluation. The study was conducted from April to November 2012 and 2013 with the use of a network of piezometers. Water samples were taken at 20 points once a month. Calcium content in the shallow ground water ranged from 8.8 to 238 g·m<sup>-3</sup> (mean 91.5 g·m<sup>-3</sup>). Most samples (43%) were classified to the second class of water quality and 33% to the third class. Eighteen percent of samples were ascribed to the first class and none to the fifth. Magnesium content ranged from 2.4 to 179.6 g·m<sup>-3</sup> (mean 41.1 g·m<sup>-3</sup>) and 60% samples met the requirements of the first class water quality. The second and third classes included 19.4 and 14.0% samples, respectively while 3.3% samples fell into each of the fourth and fifth class. The assessment of pH and conductivity, in most cases, allowed for the classification of water to the first and second class of ground water quality. In terms of the analyzed parameters, the status of water in the study area can be assessed as good.

**Adres do korespondencji:** dr inż. P. Burczyk, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy ITP w Szczecinie, ul. Czesława 9, 71-504 Szczecin; tel. +48 91 422-27-15, e-mail: P.Burczyk@itp.edu.pl