

Iłona Joanna ŚWITAJSKA<sup>1</sup>, Sławomir SZYMCZYK<sup>1</sup> i Józef KOC<sup>1</sup>

## WPLYW SPOSOBU UŻYTKOWANIA TERENU NA JAKOŚĆ WÓD GRUNTOWYCH

### EFFECT OF LAND USE ON THE QUALITY OF GROUNDWATER

**Abstrakt:** W latach 2007-2010 na Pojezierzu Olsztyńskim na terenie wsi Bałdy prowadzono badania nad wpływem użytkowania rolniczego gleb na jakość wód gruntowych. Wody pobierano z piezometrów umieszczonych na: glebach mineralnych - odwadnianie siecią drenarską grunty orne, na granicy pomiędzy łąką i gruntem ornym; na pastwiskach w pobliżu mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków oraz w obniżeniu terenu przy rowie melioracyjnym, a także na łące położonej na murszejącej glebie torfowej. W pobieranych raz w miesiącu wodach gruntowych oznaczono: odczyn, ChZT<sub>Cr</sub> oraz zawartość składników popielnych, TDS i zasolenie. Stwierdzono, 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. Stwierdzono, że nawet mało intensywne (łąka) zagospodarowanie murszejącej gleby torfowej powodowało większe zanieczyszczenie wód gruntowych niż użytkowanie gleb mineralnych w formie pastwiska łąki czy gruntu ornego. Wykazano również, że mało efektywnie działająca mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków stanowi istotne źródło zanieczyszczenia wód gruntowych substancjami mineralnymi i organicznymi.

**Słowa kluczowe:** wody gruntowe, odczyn, zasolenie, TDS, ChZT<sub>Cr</sub>, składniki popielne

### Wprowadzenie

W ostatnich latach coraz częściej za zanieczyszczenia środowiska obciąża się rolnictwo [1], jednakże ze względu na fakt, iż skład chemiczny wód podziemnych nie zawsze jest zauważalny, co związane jest z nieprzekraczaniem norm jakości, zakłada się niejednokrotnie, iż wody podziemne nie podlegają niekorzystnym wpływom działalności antropogennej. Zatem działania na rzecz zapobiegania ich degradacji nie są podejmowane [2]. Istotnym problemem poruszonym w związku z użytkowaniem terenów rolniczych jest ograniczanie odpływu składników z gleb. W zależności od specyfiki terenu może to być odpowiednie zagospodarowanie, jak również wprowadzanie barier biogeochemicznych przez zadarnienia czy wprowadzanie zadrzewień i zakrzaceń, uporządkowywanie kanałów melioracyjnych itp. Zaś w celu zmniejszenia odpływu składników ze zlewni użytkowanych rolniczo szczególnie na terenach zmeliorowanych można odtwarzać bądź wprowadzać w sieć odwadniającą oczka wodne [3, 4]. Poza sposobem zagospodarowania gleb istotny wpływ zarówno na odczyn wód gruntowych oraz stężenie składników, jak również na uwilgotnienie gleb mają opady atmosferyczne, szczególnie ich rozkład oraz wielkość, a także temperatura powietrza [5-7].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu sposobu użytkowania gleb mineralnych i organicznych na jakość wód gruntowych, zwłaszcza na zmienność ich pH, ChZT<sub>Cr</sub>, zasolenia, TDS oraz stężenia w nich składników popielnych.

<sup>1</sup> Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, pl. Łódzki 2, 10-719 Olsztyn, tel. 89 523 44 41, email: ilona.switajska@uwm.edu.pl; szymek@uwm.edu.pl

## Metodyka

W okresie od listopada 2007 r. do października 2010 r. realizowano badania nad wpływem użytkowania rolniczego gleb na jakość wód gruntowych. Obiekt badań stanowił teren położony na obszarze Stacji Dydaktyczno-Badawczej UWM w Olsztynie, zlokalizowanym we wsi Bałdy, położonej na Pojezierzu Mazurskim w pobliżu Olsztyna. Wyznaczono pięć punktów pomiarowych - piezometrów, z których 4 usytuowano na glebach mineralnych: zdrenowane grunty orne, gdzie podłoże stanowi piasek gliniasty mocny (pgm:gl); na pograniczu trwałego użytku zielonego (łąka) i gruntu ornego - piasek gliniasty lekki (pgl:gl); na użytkach zielonych - pastwisko na wzniesieniu terenu, w pobliżu mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków, gleba wytworzona z piasku gliniastego mocnego (pgm:gl) i pastwisko w obniżeniu terenu - punkt pomiarowy zlokalizowany przy dopływie rowu melioracyjnego do Kanału Butryny, podłoże stanowi piasek gliniasty mocny (pgm:gl) oraz na użytku zielonym (łąka) - murszejąca gleba torfowa podścielona ilem (M:ip) w pobliżu zadrzewień śródpolnych.

Wody gruntowe do analiz chemicznych pobierano raz w miesiącu za pomocą pompy zanurzeniowej z odwiertów piezometrycznych, zlokalizowanych na każdej z form użytkowania i oznaczono w nich: ChZT metodą z dwuchromianem potasu, składniki mineralne - składniki popielne po zmineralizowaniu w piecu muflowym (temp. 550°C). Ponadto bezpośrednio w terenie sondą wieloparametryczną YSI oznaczono: odczyn, *sumę substancji rozpuszczonych* (TDS) oraz zasolenie.

## Wyniki i ich omówienie

W zależności od panujących warunków meteorologicznych oraz sposobu użytkowania terenu odczyn wód gruntowych wahał się od kwaśnego (pH = 5,67) w styczniu (rok hydrologiczny 2009/2010) w glebie mineralnej zagospodarowanej częściowo jako łąka i częściowo jako grunt orny do zasadowego (pH = 7,67) w grudniu w roku hydrologicznym 2007/2008 na zdrenowanym gruncie ornym (tab. 1).

Tabela 1

Odczyn w wodach gruntowych w zależności od użytkowania rolniczego

Table 1

Effects of reaction pH in groundwater depending on the manner of the agricultural use

Stanowisko / Site	Min.-Max			Min.-Max
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2007-2010
Zdrenowany grunt orny / Drained arable land	6,92-7,67	6,56-7,55	5,93-7,12	5,93-7,67
Łąka i grunt orny na glebie mineralnej Meadow and arable land on mineral soil	6,51-7,20	5,95-7,28	5,67-6,96	5,67-7,28
Pastwisko w pobliżu oczyszczalni ścieków Pasture in the vicinity of sewage	6,69-7,32	6,03-6,98	6,05-7,28	6,03-7,32
Pastwisko przy rowie melioracyjnym Pasture near meliorative ditch	6,81-7,41	6,35-7,14	6,32-7,47	6,32-7,47
Użytek zielony na gruncie organicznym Grassland on organic land	6,69-7,14	6,14-7,21	5,88-6,78	5,88-7,21

Stwierdzenie największych wahań wartości pH wód gruntowych w czasie trzyletniego okresu badań właśnie na tych obiektach wskazuje na większy bezpośredni wpływ

zakwaszonych opadów atmosferycznych na zmienność odczynu wód gruntowych pod gruntami ornymi niż w przypadku zagospodarowania w formie trwałych użytków zielonych. Najmniejszą zmienność w zakresie pH od 6,32 do 7,47 wykazano w wodach gruntowych pobieranych na terenie pastwiska, w punktach zlokalizowanych w pobliżu oczyszczalni ścieków (pH = 6,03-7,32) oraz przy dopływie rowu melioracyjnego do Kanału Butryny - obniżenie terenu w zasięgu oddziaływania oczyszczalni ścieków. Może to wskazywać na alkalizujące oddziaływanie ścieków infiltrujących ze zbiorników wchodzących w skład biologicznej oczyszczalni do gruntu i migrację ich zgodnie z kierunkiem spadku terenu.

Przeprowadzone badania wód gruntowych wykazały bardzo duże zróżnicowanie ich obciążenia substancjami mineralno-organicznymi (chemiczne zapotrzebowanie na tlen -  $\text{ChZT}_{\text{Cr}}$ ). W zależności od warunków meteorologicznych oraz rodzaju i sposobu zagospodarowania gleb  $\text{ChZT}_{\text{Cr}}$  wód gruntowych wahało się od  $2 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  w kwietniu 2009 r. i  $2,2 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  w sierpniu w wodzie gruntowej pod mieszanym użytkowaniem (łąka i grunt orny) na glebie mineralnej do  $277 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  w maju 2008 r. w wodzie gruntowej pastwiska w pobliżu oczyszczalni ścieków (tab. 2).

Tabela 2

Dynamika  $\text{ChZT}_{\text{Cr}}$  [ $\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ] w wodach gruntowych w zależności od użytkowania rolniczego

Table 2

$\text{COD}_{\text{Cr}}$  dynamics [ $\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ] in groundwater depending on the manner of the agricultural use

Stanowisko/ Site	Min.-Max Średnia / Average			Średnia Average 2007-2010
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	
Zdrenowany grunt orny / Drained arable land	<u>7.6-39.2</u> 17,9	<u>6.0-33.9</u> 23,6	<u>8.0-37.8</u> 26,0	22,5
Łąka i grunt orny na glebie mineralnej Meadow and arable land on mineral soil	<u>5.3-158.0</u> 25,8	<u>2.0-28.8</u> 10,3	<u>2.2-48.0</u> 15,2	17,1
Pastwisko w pobliżu oczyszczalni ścieków Pasture in the vicinity sewage	<u>8.0-277.0</u> 59,7	<u>10.8-142.0</u> 62,9	<u>18.4-67.2</u> 38,3	53,6
Pastwisko przy rowie melioracyjnym Pasture near meliorative ditch	<u>4.0-90.6</u> 40,4	<u>27.2-73.6</u> 42,3	<u>17.6-54.4</u> 36,6	39,8
Użytek zielony na gruncie organicznym Grassland on organic land	<u>8.4-240.0</u> 105,0	<u>13.6-174.0</u> 111,4	<u>16.8-198.0</u> 117,4	111,3

Zasadniczo najmniejsze zróżnicowanie (min. - max) wartościami  $\text{ChZT}_{\text{Cr}}$  wystąpiło w wodach gruntowych pod zdrenowanym gruntem ornym, gdzie wahało się od  $6 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  w lipcu 2009 r. do  $37,8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  w kwietniu 2010 r., co może wskazywać na niewielką zasobność tych gleb nie tylko w składniki mineralne (wykorzystanie przez rośliny oraz odpływ siecią drenarską), ale również na silne zubożenie w materię organiczną, która w warunkach dobrego natlenienia gleb łatwo ulega mineralizacji. Analizując średnie wartości  $\text{ChZT}_{\text{Cr}}$  z okresu wielolecia, stwierdzono ponad 6-krotnie większe zapotrzebowanie na tlen w wodach gruntowych na terenie użytku zielonego położonego na gruncie organicznym ( $111,3 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ) w stosunku do wód gruntowych w glebie mineralnej pod użytkowaniem mieszanym (łąka i grunt orny -  $17,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Ponadto kilkakrotnie większe zapotrzebowanie na tlen występuje w wodach gruntowych pod pastwiskami znajdującymi się w zasięgu oddziaływania

biologicznej oczyszczalni ścieków, która stanowi znaczące źródło zanieczyszczeń wód gruntowych substancjami organicznymi i mineralnymi.

W przypadku zasolenia wód gruntowych najmniejsze wartości stwierdzono (od  $0,08 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w lutym 2009 r. przez  $0,09 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w czerwcu 2008 r. do  $0,10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w sierpniu 2010 r.) na gruncie ornym, co ma zapewne częściowo związek z pobieraniem składników pokarmowych przez rośliny uprawne oraz częściowo z intensywniejszym ich odpływem siecią drenarską odwadniającą ten teren (tab. 3). Wskazuje to również na duże zubożenie zdrenowanych gleb lekkich użytkowanych ornem w składniki pokarmowe oraz potwierdza większe, niż w przypadku użytków zielonych, zagrożenie zanieczyszczenia biogenami wód gruntowych, a w efekcie zasilanych nimi wód powierzchniowych. Największe zasolenie (średnio z wielolecia  $0,42 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) wykazano w wodach gruntowych pod łąką na gruncie organicznym. Miało to zapewne związek z płycej zalegającym lustrem wód gruntowych niż w przypadku gruntów mineralnych, jak również z uwalnianiem składników z murszejącej wierzchniej warstwy torfu w ilościach większych niż potrzeby pokarmowe roślin, a w efekcie przedostawaniem się ich do wód gruntowych. Największe średnie roczne wartości zasolenia wód dotyczą roku hydrologicznego 2007/2008, co ma związek zapewne z warunkami meteorologicznymi, wyjątek stanowią wody gruntowe użytku zielonego ( $0,44 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ), gdzie przypada ona na rok 2009/2010.

Tabela 3

Zasolenie [ $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ] w wodach gruntowych w zależności od użytkowania rolniczego

Table 3

Salinity [ $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ] in groundwater depending on the manner of the agricultural use

Stanowisko/ Site	Min.-Max Average			Średnia Average 2007-2010
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	
Zdrenowany grunt orny / Drained arable land	<u>0,09-0,70</u> 0,20	<u>0,08-0,19</u> 0,12	<u>0,10-0,22</u> 0,15	0,16
Łąka i grunt orny na glebie mineralnej Meadow and arable land on mineral soil	<u>0,31-0,45</u> 0,41	<u>0,23-0,43</u> 0,34	<u>0,28-0,44</u> 0,37	0,37
Pastwisko w pobliżu oczyszczalni ścieków Pasture in the vicinity sewage	<u>0,16-0,44</u> 0,29	<u>0,17-0,36</u> 0,28	<u>0,15-0,38</u> 0,28	0,28
Pastwisko przy rowie melioracyjnym Pasture near meliorative ditch	<u>0,40-0,47</u> 0,44	<u>0,26-0,47</u> 0,38	<u>0,17-0,50</u> 0,37	0,40
Użytek zielony na gruncie organicznym Grassland on organic land	<u>0,41-0,42</u> 0,42	<u>0,30-0,43</u> 0,41	<u>0,43-0,51</u> 0,44	0,42

W badanych wodach gruntowych całkowita zawartość substancji rozpuszczonych (TDS) wahała się w zakresie od  $0,107 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w lutym 2009 r. pod gruntem mineralnym częściowo zagospodarowanym jako grunt orny i częściowo jako łąka do  $0,895 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w lutym 2008 r. na pastwisku przy dopływie rowu melioracyjnego (tab. 4). Biorąc pod uwagę średnie wartości TDS z wielolecia, stwierdzono podobne zależności jak w przypadku składników popielnych, gdzie najmniejsze stężenie ( $0,206 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) występowało w wodach pod gruntem ornym, zaś największe ( $0,550 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) w wodach pod łąką na glebie organicznej.

Tabela 4  
Stężenie substancji rozpuszczonych (TDS) w wodach gruntowych w zależności od użytkowania rolniczego [ $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ]

Concentration substance dissolved (TDS) in groundwater depending on the manner of the agricultural use [ $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ]

Table 4

Stanowisko/ Site	Min.÷Max Średnia / Average			Średnia Average 2007-2010
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	
Zdrenowany grunt orny / Drained arable land	<u>0,134-0,261</u> 0,188	<u>0,118-0,807</u> 0,232	<u>0,133-0,293</u> 0,198	0,206
Łąka i grunt orny na glebie mineralnej Meadow and arable land on mineral soil	<u>0,404-0,597</u> 0,538	<u>0,107-0,564</u> 0,438	<u>0,368-0,580</u> 0,485	0,487
Pastwisko w pobliżu oczyszczalni ścieków Pasture in the vicinity sewage	<u>0,218-0,577</u> 0,384	<u>0,228-0,547</u> 0,394	<u>0,202-0,506</u> 0,377	0,385
Pastwisko przy rowie melioracyjnym Pasture near meliorative ditch	<u>0,528-0,895</u> 0,612	<u>0,286-0,620</u> 0,516	<u>0,228-0,648</u> 0,489	0,206
Użytek zielony na gruncie organicznym Grassland on organic land	<u>0,541-0,558</u> 0,549	<u>0,347-0,566</u> 0,522	<u>0,560-0,666</u> 0,579	0,550

Stężenie składników popielnych w analizowanych wodach gruntowych było uzależnione od warunków meteorologicznych oraz sposobu użytkowania terenu i wahało się od  $24 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w październiku 2010 r. do  $888 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w styczniu 2009 r. w wodach gruntowych na terenie użytku zielonego (tab. 5).

Tabela 5

Dynamika stężenia składników popielnych [ $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ] w wodach gruntowych w zależności od użytkowania rolniczego

Table 5

Ash components concentrations [ $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ] in groundwater depending on the manner of the agricultural use

Stanowisko/ Site	Min.÷Max Średnia / Average			Średnia Average 2007-2010
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	
Zdrenowany grunt orny / Drained arable land	<u>124-284</u> 214	<u>52-680</u> 283	<u>44-376</u> 241	246
Łąka i grunt orny na glebie mineralnej Meadow and arable land on mineral soil	<u>332-620</u> 491	<u>132-788</u> 380	<u>156-496</u> 342	404
Pastwisko w pobliżu oczyszczalni ścieków Pasture in the vicinity sewage	<u>178-704</u> 376	<u>232-532</u> 356	<u>68-568</u> 299	344
Pastwisko przy rowie melioracyjnym Pasture near meliorative ditch	<u>384-556</u> 486	<u>292-636</u> 476	<u>148-540</u> 398	454
Użytek zielony na gruncie organicznym Grassland on organic land	<u>272-648</u> 549	<u>480-888</u> 623	<u>24-716</u> 483	552

Biorąc pod uwagę średnie z wielolecia, największe stężenie składników popielnych ( $551,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) wystąpiło w wodach gruntowych pod łąką na gruncie organicznym, co mogło być spowodowane dopływem substancji mineralnych z murszejącej warstwy torfu. Najmniejszą zawartość składników popielnych (średnio  $246 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) w omawianych wodach gruntowych stwierdzono pod gruntem ornym, co potwierdza również, jak

i wartości wcześniej omawianych wskaźników, duże ubożenie użytkowanych ornice zdrenowanych gleb lekkich w składniki pokarmowe.

### Wnioski

1. Poziom zanieczyszczenia wód gruntowych na terenach rolniczych zależy od rodzaju i sposobu zagospodarowania gleb oraz od warunków meteorologicznych modyfikujących procesy glebowe i intensywność bioakumulacji składników oraz wymywanie ich z gleb do wód gruntowych.
2. Nawet mało intensywne (łąka) zagospodarowanie murszejącej gleby organicznej powoduje większe zanieczyszczenie wód gruntowych substancjami mineralno-organicznymi niż użytkowane (łąka, pastwisko, grunt orny) gleb mineralnych.
3. Na badanym terenie wiejskim znaczące źródło zanieczyszczenia wód gruntowych stanowi mało efektywnie działająca i zdekapitalizowana (przeziąki do gruntu) mechaniczno-biologiczna oczyszczalni ścieków.

### Podziękowania

Autorka Ilona Joanna Świtajska otrzymała stypendium współfinansowane przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Author Ilona Joanna Świtajska was supported by the European Union within the European Social Fund.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



### Literatura

- [1] Kuś J, Jończyk K, Kamińska M. Pamięć Puław. 2001;124:263-272.
- [2] Chelmicki W. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Warszawa: Wyd Nauk PWN; 2002.
- [3] Allen A, Chapman D. Hydrogeol J. 2001;9:390-400.
- [4] Szymczyk S, Cymes I. J Elementol. 2005;10(2):395-401
- [5] Bednarek R, Sowiński P. Biul Nauk. 2000;9:207-219.
- [6] Szymczyk S. Ecol Chem Eng S. 2004;12(3):399-406.
- [7] Koc J, SolarSKI K, Rochwerger A. J Elementol. 2005;10(2):349-358.

## THE EFFECT OF LAND USE ON THE QUALITY OF GROUNDWATER

Department of Land Reclamation and Environmental Management  
University of Warmia and Mazury in Olsztyn

**Abstract:** In years 2007-2010 in the Mazurian Lake District in the area of the village Baldy they were carrying out research above the influence of agricultural using the soil on the quality of groundwaters. Waters was collected from piezometers, which was located: on mineral soils - arable land which was desiccated drainage system, on the border between meadow and arable land; in the pastures in the vicinity of mechanical and biological sewage and in the depression at the drainage ditch and in meadow which is located on loam-bedded decaying peat soil. In groundwaters which were collected once a month determine: reaction pH, COD and ash components, TDS and salinity. They stated that a kind and a way of developing the soil and precipitations which depending on intensity and the disintegration caused the change of the reaction pH had affected the value of the reaction pH than acid to

---

similar to neutral. They stated, that even little intense (meadow) land use on loam-bedded decaying peat soil was resulted bigger pollution for groundwaters than using the mineral soil in the pasture form or arable land. They also showed that little effectively the working mechanical-biological sewage treatment the essential source pollution of groundwaters with the mineral and organic matters.

**Keywords:** groundwater, reaction pH, salinity, TDS, COD, ash components

