

DOROTA ANNA KRAWCZYK

Inżynieria Lądowej  
Politechnika Poznańska

## ROZBUDOWA KANALIZACJI SANITARNEJ A CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH NA PRZYKŁADZIE GŁÓWNEGO ZBIORNIKA WÓD PODZIEMNYCH NR 147 POŁOŻONEGO W OKOLICACH MIĘDZYCHODU I SIERAKOWA

**Streszczenie.** Działalność gospodarcza człowieka, obejmująca bezpośrednio lub pośrednio wody podziemne, wywołuje zmiany ich chemizmu. Jednym z ubocznych skutków działalności człowieka jest produkowanie ścieków komunalnych, których całościowe odprowadzenie do miejsca oczyszczania jest warunkiem bezpieczeństwa jakości wód podziemnych. Warunek ten może być spełniony tylko w przypadku objęcia całego terenu miasta czy wsi sprawnie funkcjonującą siecią kanalizacji sanitarnej. Na przykładzie GZWP nr 147 Dolina rzeki Warty Sieraków-Międzychód przeanalizowano wpływ stanu skanalizowania omawianych terenów na chemizm wód podziemnych. Interpretacja wyników zaowocowała zaskakującymi wnioskami, utwierdzającymi w konieczności rozbudowy sprawnych sieci kanalizacyjnych.

**Słowa kluczowe:** kanalizacja sanitarna, chemizm wód podziemnych, ochrona jakościowa wód podziemnych, Główny Zbiornik Wód Podziemnych

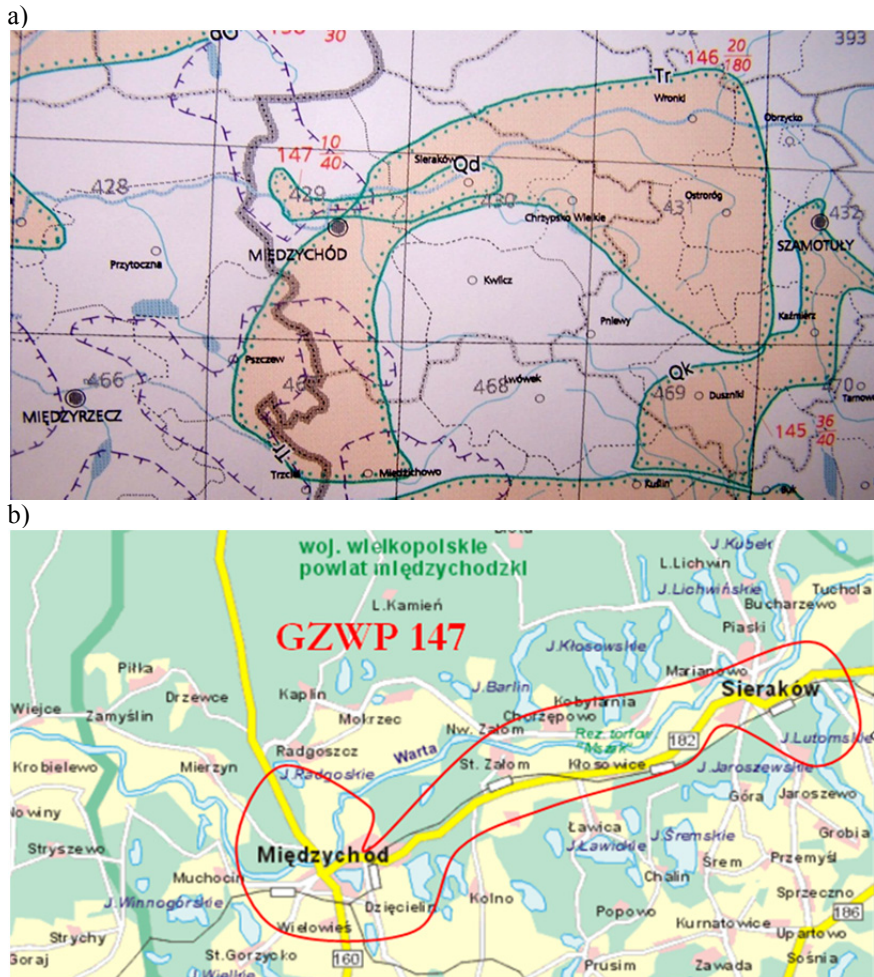
### Wstęp

Na terenie Międzychodu i dalej na wschód, aż do Sierakowa, wydzielono w utworach fluwialnych współczesnej i kopalnej doliny rzeki Warty jeden z Głównych Zbiorników Wód Podziemnych Polski (GZWP nr 147 Dolina rzeki Warty Sieraków-Międzychód). Jest to zbiornik mający lokalnie strategiczne znaczenie dla zaopatrzenia ludności w wodę. W całości należy on jednak do obszaru, w którym wody podziemne są słabo chronione przed potencjalną infiltracją zanieczyszczeń z powierzchni terenu, gdyż jest on płytko położoną warstwą wodonośną, praktycznie niez izolowaną od powierzchni terenu.

Na przykładzie miejscowości Międzychód i jej okolic obserwuje się bardzo wyraźny wpływ braku kanalizacji sanitarnej, następnie jej wdrażania i ciągłej rozbudowy na

chemizm wód podziemnych wrażliwego, podatnego na zanieczyszczenia z powierzchni czwartorzędowego poziomu wodonośnego, w większości zaopatrującego mieszkańców tych okolic w wodę.

Badania zmian chemizmu wód podziemnych na tle rozbudowy kanalizacji sanitarnej w ramach niniejszego opracowania przeprowadzone zostały na przykładzie jednego z GZWP – zbiornika o nazwie Dolina rzeki Warty Sieraków-Międzychód, opatrzonego numerem 147 (rys. 1). Charakterystyka zbiornika:



Rys. 1. Mapy GZWP nr 147: fragment mapy Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (KLECZKOWSKI 1990) w skali 1:500 000 (a) oraz granice GZWP 147 na tle mapy drogowej w skali 1:200 000 (b)

Fig. 1. Maps of The Main Groundwater Reservoir no. 147: fragment of The Main Groundwater Reservoirs Map (KLECZKOWSKI 1990) scale 1:500 000 (a) and the boundaries of The Main Groundwater Reservoir no. 147 against the road map, scale 1:200 000 (b)

- typ zbiornika: dolinny (zbiornik współczesnej i kopalnej doliny Warty),
- wiek zbiornika: czwartorzęd,
- typ utworów wodonośnych: ośrodek porowy (osady fluwialne doliny Warty i osady rynien jeziornych nakładające się na starsze struktury sandrów kopalnych),
- szacunkowe zasoby dyspozycyjne: 10 000 m<sup>3</sup>/d,
- średnia głębokość ujęć wód podziemnych to 40 m (KLECZKOWSKI i IN. 1990).

Główny Zbiornik Wód Podziemnych nr 147 to niewielki zbiornik o powierzchni 40 km<sup>2</sup>. Cały teren GZWP włączono do obszaru najwyższej ochrony (ONO), obszar wysokiej ochrony (OWO) wyznaczono poza GZWP, jako teren 25-letniego dopływu do granic GZWP. Jego powierzchnia to 30 km<sup>2</sup>.

## Material i metody

Obszar omawianego zbiornika wód podziemnych oraz terenów go otaczających, stanowiących strefy jego zasilania, jest wyraźnie trójdzielny, zarówno pod względem budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych, jak i zagospodarowania terenu, a w efekcie – rozmieszczenia potencjalnych ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych.

- Teren GZWP 147 według KONDRACKIEGO (1990) leży w całości w obrębie pradolin Warty i Noteci. Obszar GZWP 147 charakteryzuje się występowaniem poziomu wodonośnego o dużej wrażliwości na zanieczyszczenia mogące docierać z powierzchni terenu. Wodonoścem są tu głównie osady piaszczysto-żwirowe. Zwierciadło ma charakter swobodny lub występuje pod niewielkim ciśnieniem hydrostatycznym. Zwierciadło wody utrzymuje się najczęściej na głębokości od 0 do 5 m p.p.t. Jest to obszar największego skupienia antropogenicznych ognisk zanieczyszczeń związanych z koncentracją osadnictwa – industrialne tereny zwartej zabudowy, zagęszczenia przemysłu, transportu i bytowych ognisk zanieczyszczeń, niemal w 100% zwodociągowane i w ponad 80% skanalizowane z dwoma centrami poboru wód podziemnych.

- Obszar położony na północ od GZWP 147 to centralna część Kotliny Gorzowskiej, stanowiąca równinę sandrową opadającą ku dolinie Warty. Północna strefa zasilania GZWP 147 to obszary pozadolinne o swobodnym zwierciadle wody. Woda gruntowa występuje tu na ok. 2-10 m p.p.t. Występują tu warstwy wodonośne, bardzo podatne na zanieczyszczenia mogące infiltrować z powierzchni. Tereny te pozbawione są jednak większych skupisk ognisk zanieczyszczeń, o czym decyduje ich lesisty charakter – monokulturowy las iglasty Puszczy Noteckiej, tereny pozbawione zwartej sieci osadniczej, sieci kanalizacyjnej i wodociągowej oraz ognisk zanieczyszczeń.

- Trzeci obszar to, według KARWACKIEJ i IN. (2004), rolniczo-rekreacyjne tereny położone na południe od GZWP 147, zajęte przez wysoczyznę morenową. Południowa strefa zasilania GZWP 147 to obszary pozadolinne o nieciągłych poziomach wodonośnych. Zwierciadło wody ma tu charakter napięty lub obserwuje się jedynie ślady wody w postaci sączeń. Utrzymuje się ono z reguły na głębokości 2-5 m p.p.t. Warstwy wodonośne są tu mało wrażliwe na zanieczyszczenia infiltrujące z powierzchni terenu, gdyż przykryte są mięszym nadkładem glin zwałowych. Ogniska zanieczyszczeń są tu liczne i mają głównie charakter rolniczy oraz związany z osadnictwem wiejskim.

## Wyniki i dyskusja

Wielkość zmian chemizmu wód podziemnych wywołanych pośrednio lub bezpośrednio przez działalność gospodarczą człowieka – zarówno w sensie natężenia, jak i w układzie przestrzennym – zależy od rodzaju i intensywności tej działalności oraz od warunków naturalnych, w jakich zachodzi antropopresja. Brak kanalizacji sanitarnej odprowadzającej całościowo ścieki komunalne do miejsca oczyszczania na danym terenie, użytkowanie bezodpływowych zbiorników ściekowych (najczęściej z rozszczelnieniami i wyciekami zanieczyszczeń do środowiska gruntowo-wodnego) oraz awarie sieci kanalizacyjnych to zjawiska uznawane za ogniska zanieczyszczeń wód podziemnych.

Ilość ścieków produkowanych przez mieszkańców badanego obszaru i doprowadzanych do wszystkich oczyszczalni wynosi łącznie ok. 3400 m<sup>3</sup>/d (wg KORZENIA i IN. 2005). Istnieją różne kierunki utylizacji i pozbywania się produkowanych ścieków, zarówno komunalnych, jak i przemysłowych:

- ścieki odprowadzane są zbiorczą siecią kanalizacyjną do dwóch komunalnych oczyszczalni (tab. 1). Stan skanalizowania obszaru jest niewystarczający do obsługi wszystkich jego mieszkańców. Szacuje się, że obecnie (dane na rok 2009) niecałe 40% ludności korzysta z sieci kanalizacyjnej, przy czym większość z nich koncentruje się wokół Międzychodu i Sierakowa. Proces kanalizacji omawianego rejonu rozpoczął się w drugiej połowie lat 70. XX wieku. W połowie lat 80. około 15% mieszkańców całego tego obszaru korzystało z sieci kanalizacyjnych, w połowie lat 90. ilość ich wzrosła do około 23%, a w roku 2005 wyniosła 32%. Międzychód skanalizowany jest w 99%, natomiast Sieraków w 70%. Tereny położone na południe od rzeki Warty pozbawione są w większości systemu zbiorczej kanalizacji, podobnie jak obszaru na północ od rzeki, przy czym tu podyktowana jest brakiem struktury osadniczej. Na terenie obu gmin istnieją duże potrzeby rozwoju systemów neutralizacji ścieków z uwagi na małą odporność środowiska wodnego na degradację (UMiG Międzychód, 2006);
- ścieki oczyszczane są przez systemy przydomowe z rozsączeniem w gruncie. Zewidencjonowano tu 7 obiektów wykorzystujących takie rozwiązanie w utylizacji ścieków (tab. 1). W strategii gospodarowania odpadami i ściekami nie dopuszcza się stosowania indywidualnych lub grupowych oczyszczalni ścieków (jako niedostatecznych systemów ich utylizacji) na terenach, gdzie istnieje możliwość włączenia w istniejący system kanalizacji. Ponadto zabrania się lokalizacji takich obiektów na terenach, gdzie głębokość występowania pierwszego zwierciadła wód podziemnych jest mniejsza niż 2 m, tzn. na obszarze doliny Warty oraz terenów na północ od niej (PEKALSKI i IN. 1998);
- ścieki zbierane są w bezodpływowych zbiornikach przydomowych (szambach) i wywożone do oczyszczalni ścieków. Takie rozwiązanie stosowane jest w 35 miejscowościach pozbawionych zbiorczej kanalizacji, w których obrębie zewidencjonowano około 1100 szamb (PEKALSKI i IN. 1998). Często dochodzi do przecieków z nieszczelnych szamb, a ścieki gospodarcze wykorzystuje się do nawożenia pól uprawnych i odprowadzania nieoczyszczonych ścieków do wód gruntów. W 1998 roku przeprowadzono obliczenia (PEKALSKI i IN. 1998), które

Krawczyk D.A., 2011. Rozbudowa kanalizacji sanitarnej a chemizm wód podziemnych na przykładzie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 147 położonego w okolicach Międzychodu i Sierakowa. Nauka Przyr. Technol. 5, 5, #86.

Tabela 1. Zestawienie komunalnych i przydomowych oczyszczalni ścieków  
Table 1. The list of sewage treatment plants

Miejsce lokalizacji oczyszczalni ścieków Location of the sewage treatment plant	Typ oczyszczalni Type of the sewage treatment plant	Przepustowość maksymalna Maximum capacity (m <sup>3</sup> /d)	Odbiornik i miejsce zrzutu oczyszczonych ścieków The receiver and place of discharge of treated wastewater	Średnia wielkość zrzutu The average size of the discharge (m <sup>3</sup> /d)	Użytkownicy Users
1	2	3	4	5	6
Międzychód	mechaniczno-biologiczna z podwyższonym usuwaniem biogenów mechanical – biological, with increased removal of nutrients	5 500,0	Rzeka Warta, na zachód od Międzychodu, na wysokości jeziora Tuczo the Warta River, west of Międzychód, situated parallel to the Tuczo Lake	2 155,0	Międzychód oraz miejscowości przyległe Międzychód and nearby villages
Sieraków	mechaniczno-biologiczna ze wspomaganie chemicznym mechanical – biological, chemically assisted	1 500,0	Rzeka Warta, na zachód od Sierakowa, na wysokości jeziora Mniszego the Warta River, west of Sieraków, situated parallel to the Mnisze Lake	915,0	Sieraków, Cegliniec
Kwilcz	biologiczna biological	400,0	Struga Kwilecka łącząca jez. Kwileckie i sztuczne stawy the Kwilecki Stream connecting Kwileckie Lake and artificial ponds	200,0	Kwilcz, Rozbitek
Lubosz	biologiczna biological	300,0	sztuczny staw i jego odpływ Mianka, wpadający do jez. Białokoskiego an artificial pond and its tributary – Mianka falling into the Białokoskie Lake	190,0	Lubosz
Chrzypsko Wielkie	biologiczna biological	450,0	rów melioracyjny wpadający do jez. Chrzypskiego the drainage ditch falling into the Chrzypskie Lake	220,0	Chrzypsko Wielkie
Piłka	mechaniczno-biologiczna, na złożu biologicznym mechanical – biological, on the biological deposit	50,0	rów melioracyjny i dalej rzeka Warta the drainage ditch and then Warta River	34,0	Domy Pomocy Społecznej w Piłce i Zamyślinie Department of Welfare in Zamyślin and Piłka
Wierzbno	kompleksowa comprehensive	400,0	struga wpadająca do jeziora Wierzbno the stream falling into Wierzbno Lake	250,0	

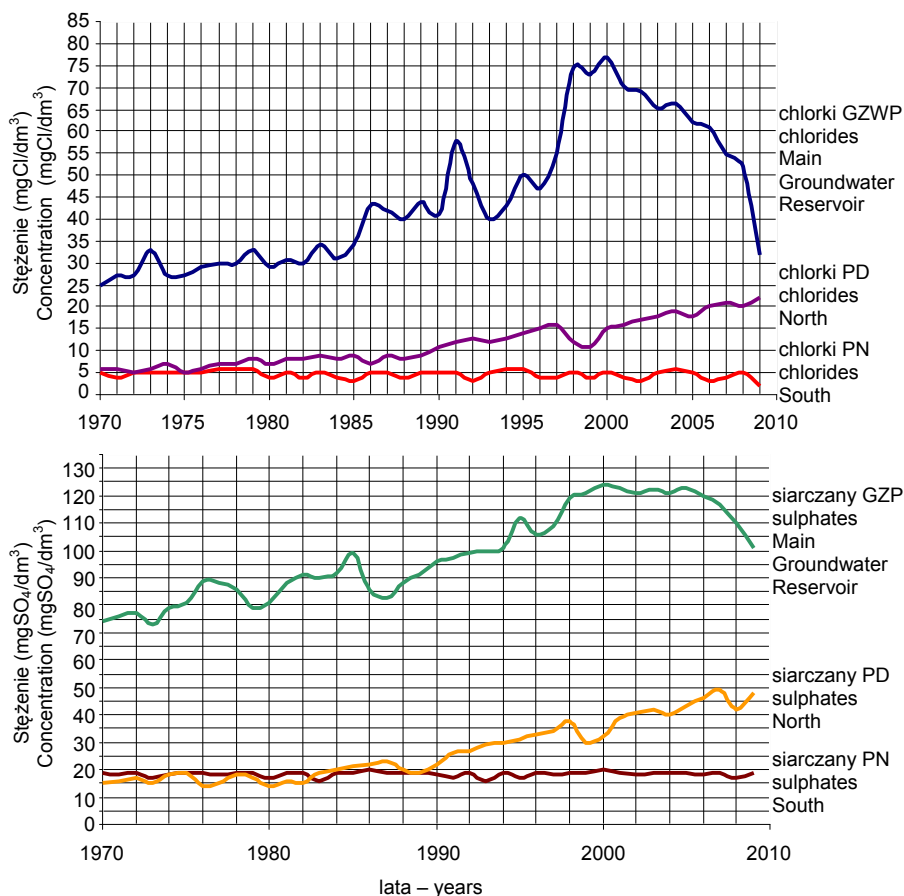
Tabela 1 – cd. / Table 1 – cont.

1	2	3	4	5	6
Radgoszcz	kompleksowa comprehensive	30,0	Struga Kaplinka i dalej rzeka Warta the Kaplinka Stream and then Warta River	14,0	część wsi Radgoszcz part of the Radgoszcz village
Szarcz	kompleksowa comprehensive	35,0	Struga Lubikowska i dalej jez. Jeziorko the Lubikowska Stream and then Jeziorko Lake	17,0	
Łowyń	kontenerowa container	45,0	drenaż rozsączający do gruntu drainage into the ground	29,5	fabryka mebli tapicerowanych upholstered furniture factory
Międzychód	mechaniczno- -biologiczna mechanical-biological	19,1	drenaż rozsączający do gruntu drainage into the ground	9,0	Nadleśnictwo Międzychód Forestry Commission
Lewice	biologiczna biological	0,64	drenaż rozsączający do gruntu drainage into the ground	0,5	Leśniczówka w Lewicach Forester's lodge in Lewice
Mierzyn	mechaniczna mechanical	2,0	drenaż rozsączający do gruntu drainage into the ground	1,5	
Bielsko	mechaniczna mechanical	2,0	drenaż rozsączający do gruntu drainage into the ground	1,3	

miały doprowadzić do liczbowego ujęcia tych zjawisk – oszacowano, że mieszkańcy gminy Międzychód produkują dziennie około 2600 m<sup>3</sup>/d ścieków, a do oczyszczalni trafia niecałe 2000 m<sup>3</sup>/d. Do środowiska dostaje się zatem około 600 m<sup>3</sup> ścieków każdej doby. Miejscem szczególnie narażonym z tego powodu jest strefa południowa.

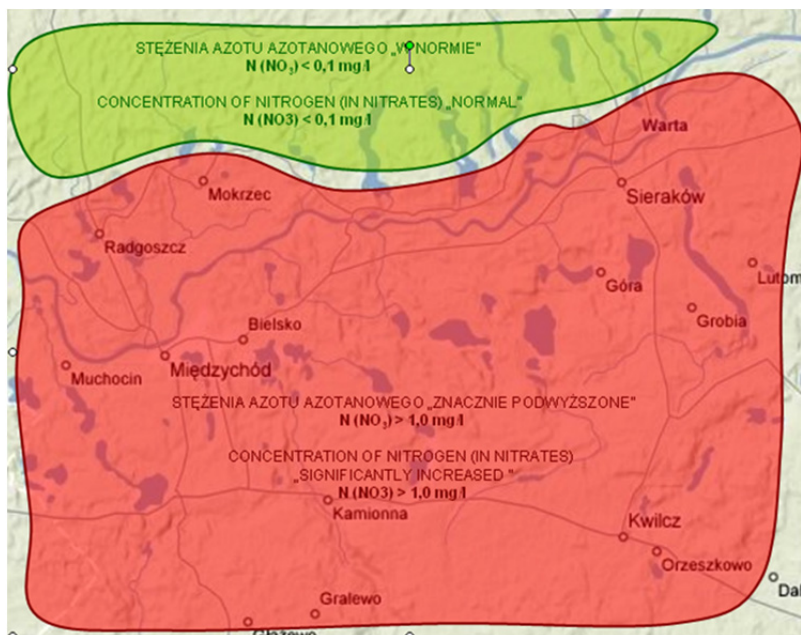
Przestrzenny rozkład chemizmu wód czwartorzędowego poziomu wodonośnego w omawianym obszarze pokrywa się ze zróżnicowanymi równoleżnikowo warunkami hydrogeologicznymi i zagospodarowaniem terenu. Rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych oraz chemizmu wód podziemnych dokonano na podstawie 134 zewidencjonowanych otworów hydrogeologicznych (36 z nich ujmuje czwartorzędowe utwory wodonośne w obrębie GZWP 147, 55 to studnie ujmujące wody z utworów czwartorzędowych zasilających piętro omawianego zbiornika, a więc rozsiane na północ i południe od linii Międzychód-Sieraków, natomiast pozostałe to studnie ujmujące utwory wodonośne paleogenu na całym badanym obszarze). W poniższym opisie chemizmu wód podziemnych wykorzystano analizy chemiczne wód pochodzących ze studni ujmujących jedynie piętro czwartorzędowe. Głębokość omawianych studni waha się od 11,5 do 120 m (najczęściej wynosi ok. 20-40 m).

Zarówno wody omawianego zbiornika, jak i strefy zasilającej go od południa wykazują podwyższone stężenia chlorków, siarczanów (rys. 2), azotanów (rys. 3), a często również potasu, będących głównymi wskaźnikami zanieczyszczeń. Jest to typowy i bardzo powszechny schemat zanieczyszczenia płytkich, odkrytych i słabo izolowanych zbiorników wód podziemnych na terenach zabudowy. Odzwierciedla on głównie wpływ terenów nieskanalizowanej zabudowy wiejskiej i miejskiej w warunkach sprzyjających pełnej mineralizacji aerobowej ścieków, odcieków, a także naturalnych nawozów organicznych (GÓRSKI i LISZKOWSKA 2005).



Rys. 2. Stężenia chlorków i siarczanów w wybranych studniach GZWP nr 147 oraz jego stref zasilających: północnej i południowej (chlorki/siarczany GZWP – stężenia chlorków/siarczanów w wodach GZWP nr 147, chlorki/siarczany PD – stężenia chlorków/siarczanów w wodach południowej strefy zasilania zbiornika, chlorki/siarczany PN – stężenia chlorków/siarczanów w wodach północnej strefy zasilania zbiornika)

Fig. 2. The concentration of chlorides and sulphates in selected wells of The Main Groundwater Reservoir no. 147, northern (PN) and southern (PD) feeding zone



Rys. 3. Schematyczny rozkład stężeń azotu azotanowego w wodach czwartorzędowego piętra wodonośnego na omawianym obszarze

Fig. 3. Schematic distribution of concentrations of nitrate nitrogen in the waters of the Quaternary aquifer floor in the concerned area

Powodem podwyższenia chlorków i siarczanów do stężeń w przedziałach odpowiednio 5-22 mg/l i 14-42 mg/l (rys. 2) są prawdopodobnie osadnictwo wiejskie i związane z nim bytowe źródła zanieczyszczeń oraz brak kanalizacji. Podwyższenia stężeń chlorków i siarczanów, które wykazują tu wysoki stopień korelacji, występują w formie lokalnych anomalii w strefie zabudowy wiejskiej lub punktowych zanieczyszczeń w poszczególnych studniach.

Różnica między chemizmem GZWP 147 a wodami z południowej strefy zasilającej widoczna jest głównie w stężeniach jonów chlorkowych i siarczanowych (rys. 2) oraz azotanowych (rys. 3). Zarówno stężenia chlorków, jak i siarczanów w wodach południowej strefy zasilania omawianego GZWP wykazują nieznaczne podwyższenie. Anomalia ta nie jest jednak tak znaczna, jak w przypadku chlorków i siarczanów w wodach samego GZWP. Powodowana może być licznymi lokalnymi źródłami zanieczyszczeń bytowych obszarów wiejskich, ale hamowana przez izolujące właściwości glin zwałowych w nadkładzie warstw wodonośnych. W przypadku azotu azotanowego, który jest głównym wskaźnikiem zanieczyszczeń wód podziemnych na terenach rolniczych, mimo izolującej roli nadkładu glin zwałowych na terenie wysoczyznowym obserwowane są również wysokie jego stężenia w wodach GZWP, jak i na południe od niego.



Krawczyk D.A., 2011. Rozbudowa kanalizacji sanitarnej a chemizm wód podziemnych na przykładzie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 147 położonego w okolicach Międzychodu i Sierakowa. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #86.

---

Chlorki i siarczany na obszarze północnej strefy zasilania utrzymują na przestrzeni czasu wyrównany poziom stosunkowo niskich stężeń (odpowiednio 2-6 mg/l oraz 16-20 mg/l). Powodem tej stabilności jest znikomy wpływ antropopresji.

W wielu zestawieniach analiz wód podziemnych dla Międzychodu i Sierakowa obserwuje się spadki stężeń chlorków i siarczanów od roku 2000. Najintensywniejsza rozbudowa kanalizacji sanitarnej na tych terenach przypadła na ostatnie dwie dekady XX w. Procesy samooczyszczania środowiska hydrogeologicznego, charakteryzujące się bezwładnością, zareagowały na tę poprawę z opóźnieniem.

Międzychód jest obszarem, na którym można wydzielić strefę podwyższenia stężeń azotu azotanowego do wartości powyżej 1,5 mg/l. Strefa ta obejmuje – poza Międzychodem – miejscowości Zamyślin, Mierzyn, Radgoszcz i Kaplin. Jest to obszar, na którym czwartorzędowe warstwy wodonośne są słabo chronione od powierzchni terenu. Poza tym zlokalizowane jest tu skupisko przydomowych systemów oczyszczania ścieków, które mogą mieć znaczny wpływ na pogorszenie jakości wód podziemnych w zakresie azotanów.

Teren GZWP 147 powinien być traktowany jako obszar priorytetowy do skanalizowania ze względu na występowanie poziomu wodonośnego o dużej wrażliwości na zanieczyszczenia mogące docierać z powierzchni terenu oraz skupienie antropogenicznych ognisk zanieczyszczeń.

## Podsumowanie

Zdaniem GÓRSKIEGO i LISZKOWSKIEJ (2005) najczęstszą przyczyną zanieczyszczeń wód z utworów czwartorzędu jest powierzchniowe oddziaływanie terenów nieskanalizowanego osadnictwa wiejskiego i miejskiego.

Zadaniami priorytetowymi w zakresie ochrony jakościowej zasobów wód podziemnych jest dokończenie kanalizacji miast położonych na obszarze GZWP i w jego sąsiedztwie oraz uporządkowanie gospodarki ściekowej (rozbudowa komunalnych oczyszczalni ścieków i lepsze wykorzystanie istniejących oraz likwidacja przydomowych). Ścieki z kanalizacji sanitarnej i z terenów nieobjętych kanalizacją muszą trafiać do oczyszczalni zapewniających wysoką redukcję zanieczyszczeń.

## Literatura

- GÓRSKI J., LISZKOWSKA E., 2005. Główne przyczyny i procesy antropogenicznej degradacji jakości wód podziemnych w Wielkopolsce. W: *Materiały Sympozjum „Współczesne problemy hydrogeologii”*. T. XII. Toruń: 211-218.
- KLECZKOWSKI A.S., 1990. Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) wymagających szczególnej ochrony, 1:500 000. Wyd. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2000. *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KORZEŃ J. I IN., 2005. Zmiana studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Międzychód. Maszynopis. UMiG, Międzychód.
- PEKAŁSKI T. I IN., 1998. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Międzychód. Maszynopis. UMiG, Międzychód.

THE CHEMISM OF GROUND WATERS IN THE LIGHT OF THE EXPANSION  
OF THE SANITARY SEWAGE SYSTEM ON THE BASIS  
OF THE MAIN GROUNDWATER RESERVOIR NO. 147  
IN MIĘDZYCHÓD AND SIERAKÓW ENVIRONS

**Summary.** Human activity indirectly or directly influencing groundwaters always triggers changes of their chemism. One of the side effects of human activity is the production of municipal sewage. The overall disposal of this sewage to the place of purification is the condition for the safety of groundwater quality. This condition can be met only when the entire area of a city or a village will be covered by efficient sanitary sewage system. The analysis of the influence of the state of the sanitary sewage system on the chemism of ground waters was conducted on the basis of The Main Groundwater Reservoir no. 147 'The Warta Valley Sieraków-Międzychód'. The interpretation of the results led to the conclusion that the expansion of an efficient sanitary sewage system is necessary.

**Key words:** sanitary sewage system, the chemism of ground waters, protection of groundwater quality, The Main Groundwater Reservoir

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Dorota Anna Krawczyk, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań, Poland, e-mail: michalczykdorota@gmail.com*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*13.06.2011*

*Do cytowania – For citation:*

*Krawczyk D.A., 2011. Rozbudowa kanalizacji sanitarnej a chemizm wód podziemnych na przykładzie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 147 położonego w okolicach Międzychodu i Sierakowa. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #86.*