

## WPŁYW SYSTEMÓW MELIORACYJNYCH NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH NA PRZYKŁADZIE UJĘCIA WODY TURSKO B DLA PLESZEWA

### THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL DRAINAGE SYSTEMS ON GROUNDWATER QUALITY AN EXAMPLE OF THE TURSKO B WELL FIELD

KRZYSZTOF DRAGON<sup>1</sup>, JÓZEF GÓRSKI<sup>1</sup>, DARIUSZ KASZTELAN<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Na obszarze zasilania ujęcia wód podziemnych Tursko B dla Pleszewa udokumentowano front zanieczyszczeń, przemieszczający się w kierunku studni ujęcia. Intensywne zanieczyszczenie jest związane z infiltracją wód powierzchniowych z kanałów melioracyjnych, które są odbiornikiem wód drenarskich i oczyszczonych ścieków z oczyszczalni w Gołuchowie. Udokumentowano badaniami hydrochemicznymi, że wody drenarskie są intensywnie zanieczyszczone w wyniku prowadzenia działalności rolniczej, co przejawia się bardzo wysokimi stężeniami azotanów. Ich oddziaływanie na wody podziemne jest najbardziej intensywne w okresie wiosennym, kiedy systemy drenarskie prowadzą duże ilości wody. Oczyszczone ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie charakteryzują się bardzo wysokimi stężeniami niemal wszystkich składników rozpuszczonych, jednak największym zagrożeniem dla wód podziemnych są okresowo występujące bardzo wysokie stężenia jonu amonowego i azotanów. Omawiane ogniska zanieczyszczeń spowodowały zmiany jakości wód pobieranych na ujęciu w postaci wzrostu stężeń azotanów. Wykonane badania wskazują na konieczność przebudowy kanału prowadzącego te wody, w taki sposób, aby ograniczyć ich infiltrację do wód podziemnych.

**Słowa kluczowe:** systemy melioracyjne, zanieczyszczenie wód podziemnych, zagrożenia dla jakości wód.

**Abstract.** In the recharge area of the Tursko B well field supplying water to the town of Pleszew, the contamination plume that flows towards the wells has been evidenced. The intensive groundwater contamination is caused by infiltration of surface water from ameliorative channels, which receive water from agricultural drainage systems as well as treated wastewater from the Goluchow sewage treatment plant. Hydrochemical research shows that drainage water is heavily polluted as a result of agricultural activities. It is reflected particularly by high concentration of nitrates. Their impact on groundwater is the most intense during the spring, when drainage systems transport considerable amounts of water. Treated wastewater from the Goluchow sewage treatment plant is characterized by very high concentrations of almost all dissolved components, but the most hazardous to the groundwater are periodically very high concentrations of ammonium and nitrate. The presented research shows the necessity of rebuilding the channel in order to reduce the amount of infiltrating wastewater.

**Key words:** agricultural drainage systems, groundwater contamination, hazard to groundwater quality.

---

<sup>1</sup> Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Geologii, Zakład Hydrogeologii i Ochrony Wód, ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań; e-mail: smok@amu.edu.pl, gorski@amu.edu.pl, darkoski@amu.edu.pl

## WSTĘP

Systemy melioracyjne budowane w celu poprawy warunków uprawy roślin pełnią najczęściej pozytywną rolę w ochronie wód podziemnych, ograniczając migrację silnie zanieczyszczonych wód drenarskich do głębszych poziomów wodonośnych. W określonych warunkach hydrogeologicznych mogą jednak stanowić zagrożenie, ułatwiając przedostawanie się odcieków drenarskich do wód podziemnych.

Przykładem takiego zagrożenia jest ujęcie wody Tursko B, które stanowi podstawowe zaopatrzenie w wodę miasta i gminy Pleszew. Ujęcie to jest intensywnie eksploatowane od 2007 roku, od kiedy z powodu incydentalnego zanie-

czyszczenia bakteriologicznego spowodowanego oddziaływaniem systemu melioracyjnego zamknięto studnie ujęcia wody Tursko A (Dragon, Górski, 2008). Wnikliwa analiza sposobu zagospodarowania terenu otoczenia ujęcia Tursko B wykazała, że również na obszarze jego zasilania znajdują się systemy drenarskie, a także kanał melioracyjny, do którego są odprowadzane ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie. W związku z tym, już po trzech latach intensywnej eksploatacji ujęcia, w pobieranych wodach nastąpił wzrost stężeń azotanów.

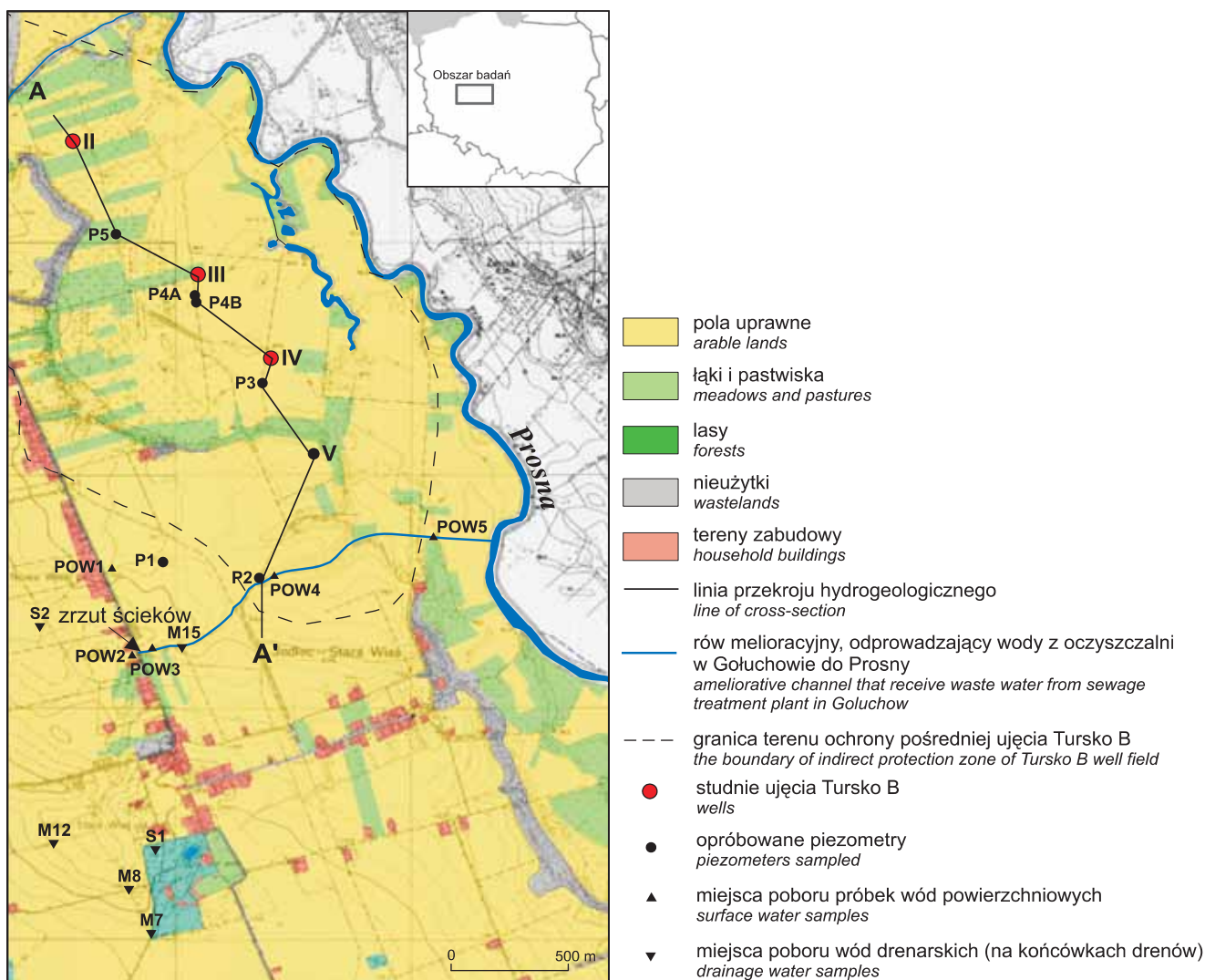


Fig. 1. Obszar badań na tle zagospodarowania terenu

The study area on land use types background

## ZAGOSPODAROWANIE PRZESTRZENNE TERENU I OGNISKA ZANIECZYSZCZEŃ WÓD

Obszar najbliższego otoczenia ujęcia Tursko B jest zdominowany przez tereny rolnicze – pola uprawne i łąki (fig. 1). Pola uprawne są nawożone zarówno nawozami mineralnymi, jak i organicznymi (obornik, gnojówka, gnojowica). W dalszym otoczeniu ujęcia występuje zabudowa osadnicza wsi Jedlec. Zabudowa jest nieskanalizowana, ścieki socjalno-bytowe są gromadzone w szambach, najczęściej nieuszczelnionych. Praktykuje się też wywożenie zawartości szamb na pola uprawne. Tereny na zachód i południe od zabudowy Jedlca z uwagi na występowanie słabo przepuszczalnych

glin w podłożu posiadają zabudowane systemy drenarskie. Wyloty drenów prowadzą silnie zanieczyszczone wody drenarskie do kanałów melioracyjnych, które są położone na obszarze zasilania ujęcia, w kierunku spływu wody z wysoczyzny do studni ujęcia (fig. 1). Od 2007 roku do kanału melioracyjnego jest podłączony zrzut oczyszczonych ścieków z oczyszczalni w Gołuchowie. Kanał ten nie został uszczelniony, co stwarza warunki do infiltracji ścieków do wód podziemnych (Dragon i in., 2007).

### WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Analizowany teren jest położony w dolinie rzeki Prosnys, w odległości około 12 km na południowy wschód od Pleszewa (fig. 1). Miąższość osadów wodonośnych jest zmienna i waha się od kilku do ponad 60 m. Warstwę wodonośną budują osady piaszczysto-żwirowe holocenu (strefa przypowierzchniowa) oraz interglacjałów eemskiego i mazowieckiego. W południowej części ujęcia Tursko B występuje kompleks iłów i mułków zastoiskowych o miąższości dochodzącej do 20 m. W rejonie studni nr III występuje wyraźne przegłębienie osadów doliny kopalnej, gdzie

miąższość osadów wodonośnych osiąga 65 m (fig. 2). W strefie przypowierzchniowej lokalnie występują mułki i torfy, o miąższości do 3 m.

Zasilanie wód gruntowych w warunkach naturalnych zachodzi przez infiltrację opadów atmosferycznych oraz przez dopływ podziemny z rejonu wysoczyzny. Udział w zasilaniu ma też dopływ wód z głębszych stref, z poziomu mioceńskiego i jurajskiego (szczególnie w przegłębieniach doliny kopalnej). W warunkach naturalnych (bez eksploatacji) przepływ wód podziemnych następuje z rejonu wysoczyzny

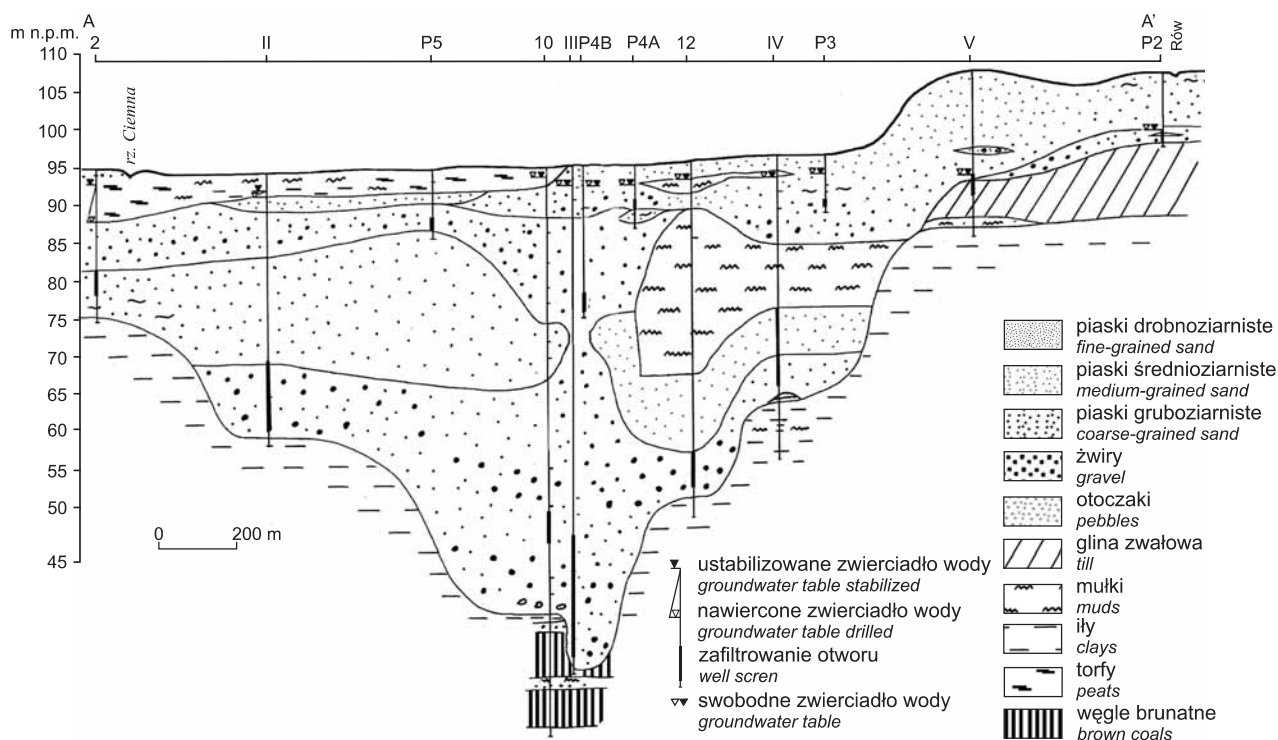


Fig. 2. Przekrój hydrogeologiczny

Hydrogeological cross-section

na zachodzie w kierunku doliny Proсны, która jest regionalną bazą drenażu. Tak ukształtowane pole hydrodynamiczne ulega przekształceniu w warunkach eksploatacji. W warunkach poboru wód, znaczący udział w zasilaniu studni ujęcia mają wody powierzchniowe. Jak wynika z badań modelowych (Dąbrowski, Zboralska, 1977), podczas eksploatacji ujęcia z wydatkiem równym zasobom eksploatacyjnym ( $Q_E = 410 \text{ m}^3/\text{h}$ ) około 55% zasilania będzie pochodziło z infiltracji wód z rzek Proсны i Ciemnej. W takich warunkach będzie występował intensywny drenaż wód z cieków i kanałów melioracyjnych położonych na obszarze zasilania ujęcia.

Komentarza wymaga charakterystyka przepuszczalności utworów przypowierzchniowych, szczególnie w bezpośred-

nim sąsiedztwie kanału, który prowadzi wody drenarskie oraz oczyszczone ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie. Z analizy mapy geologicznej (Szałamacha, 1999), co potwierdzono płytkimi wierceniami, wynika, że w przypowierzchniowej budowie geologicznej po południowej stronie kanału występują słabo przepuszczalne gliny. Natomiast po stronie północnej dominują osady piaszczyste. W końcowym odcinku kanał przebiega przez obszar doliny Proсны, gdzie dominują dobrze przepuszczalne piaski tarasu zalewowego Proсны. W bezpośrednim jego sąsiedztwie, występują więc dobre warunki do infiltracji wód z tego kanału.

Ujęcie wody Tursko B posiada wyznaczoną i zatwierdzoną strefę ochronną (Dąbrowski i in., 2008). Granicę terenu ochrony pośredniej ujęcia zaznaczono na [figurze 1](#).

## METODY BADAŃ

W celu identyfikacji oddziaływania systemów melioracyjnych na jakość wód podziemnych obszaru zasilania ujęcia Tursko B, w ramach realizacji grantu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie (grant nr 2011/01/B/ST10/04767), wykonano sieć otworów obserwacyjnych. W piezometrach tych są prowadzone obserwacje zmian jakości wód podziemnych. W ramach realizacji zadania zaplanowano trzyletni okres obserwacji (lata 2012–2014). Próbkę wód do badań są pobierane dwukrotnie w ciągu roku – podczas zimowo-wiosennych roztopów (okres intensywnego funkcjonowania systemów melioracyjnych) oraz w okresie jesiennym (kiedy systemy melioracyjne

najczęściej nie prowadzą wody). Ponadto, obserwuje się zmiany jakości wód powierzchniowych, które pochodzą z cieków, prowadzących wody drenarskie oraz wód drenarskich (pobierane u wylotu drenów). Wody te opróbowano jeden raz (wiosną 2012 r.), w okresie funkcjonowania systemów drenarskich. Jesienią kanały melioracyjne nie prowadzą wody, jedynie funkcjonuje kanał, którym są odprowadzane ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie (na odcinku od miejsca zrzutu do Proсны – [fig. 1](#)).

W artykule zaprezentowano wyniki badań z pierwszego roku obserwacji. Lokalizację punktów poboru próbek wód pokazano na [figurze 1](#).

## WYNIKI BADAŃ

Na podstawie wyników opróbowania hydrochemicznego stwierdzono bardzo wysoki stopień zanieczyszczenia wód ([tab. 1](#)). Najsilniej są zanieczyszczone wody drenarskie (pobierane u wylotu drenów) oraz wody powierzchniowe w kanałach melioracyjnych, które prowadzą wody drenarskie do Proсны. Stężenia azotanów w wodach pobranych z systemów drenarskich przekraczają zwykle  $65 \text{ mg/l}$ , natomiast stężenia azotynów i jonu amonowego są niskie (odpowiednio poniżej  $0,05$  i  $0,2 \text{ mg/l}$ ). Wyjątkiem jest studzienka melioracyjna S1, której wody są najprawdopodobniej zanieczyszczone w wyniku oddziaływania szamba podłączonego do systemu drenarskiego. U wylotu niektórych drenów stwierdzono wysokie stężenia chlorków (powyżej  $50 \text{ mg/l}$  – dreń M13 i M15), co może świadczyć o oddziaływaniu ścieków socjalno-bytowych, które pochodzą z szamba i są wywożone na pola.

Wpływ wód drenarskich jest również widoczny w wodach, które płyną kanałami melioracyjnymi. Stężenia azotanów występują tu na poziomie podobnym jak w wodach drenarskich (powyżej  $65 \text{ mg/l}$ ). W kanale odbierającym oczysz-

czone ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie jest widoczne wyraźne zróżnicowanie chemizmu wód przed i za zrzutem z oczyszczalni. Za zrzutem w wodach w kanale rosną znacząco stężenia jonu amonowego (szczególnie wiosną 2012 r.), chlorków, sodu, potasu, fosforanów i boru. Świadczy to jednoznacznie o oddziaływaniu zrzutu ścieków na jakość wód w kanale. Badania wykazały dużą zmienność chemizmu ścieków, co dokumentuje zróżnicowany skład chemiczny ścieków badanych wiosną i jesienią, szczególnie w zakresie związków azotu. Należy podkreślić, że monitoring jakości ścieków prowadzony przez WIOŚ dotyczy tylko trzech parametrów (ChZT, BZT i zawiesiny).

Najbardziej intensywnie zanieczyszczenie wód podziemnych stwierdzono w bezpośrednim sąsiedztwie kanału melioracyjnego, do którego są odprowadzane wody drenarskie, a także oczyszczone ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie. W piezometrach P1 i P2, znajdujących się odpowiednio 400 i 100 m od kanału, stężenia azotanów wynoszą  $110$  i  $80 \text{ mg/l}$ . W dalszej odległości od kanału stężenia azotanów zmniejszają się i wynoszą  $34 \text{ mg/l}$  w piezometrze P3, położonym w sąsiedztwie

Tabela 1

## Zmienność składu chemicznego wód powierzchniowych i podziemnych obszaru zasilania ujęcia Tursko B (stan na maj 2012 r.)

The changes of groundwater and surface water chemistry of recharge area of Tursko B well field (May 2012)

Parametr	Jednostka	P1	P2	P3	P4A	P4B	P5	POW1	POW2	POW3	POW4	Studnia II	Studnia IV	S1	S2	M7	M8	M13	M15	Oczyszczalnia	Stężenie dopuszczalne*
pH	–	6,60	6,83	7,32	7,29	7,30	6,67	8,55	8,18	7,90	8,10	7,16	7,26	7,37	7,58	7,53	7,09	7,11	7,24	7,80	6,5-9,5
Przewodność	µS/cm	990	1155	1052	1043	1037	1114	851	1051	1306	1292	814	816	1671	790	710	489	871	1254	1475	2500
Żelazo		0,70	1,13	0,18	2,29	2,34	71,2	0,04	0,09	0,20	0,24	7,87	0,82	1,53	0,09	0,22	0,17	0,08	0,34	0,40	0,2
Mangan		0,07	0,13	0,72	0,94	0,89	1,52	0,01	0,02	0,05	0,08	0,93	0,85	0,63	0,01	0,03	0,03	0,01	0,22	0,08	0,05
PO <sub>4</sub>		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,27	0,94	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,80	–
Fluorki		0,13	0,14	0,11	0,11	0,25	0,42	0,25	0,23	0,68	0,54	0,32	0,27	0,19	0,24	0,22	0,13	0,21	0,22	0,96	1,5
Chlorki		82,5	88,7	59,3	35,1	38,6	33,7	45,5	76,3	117,3	116,1	43,9	37,7	166,6	27,9	47,6	19,8	57,9	112,2	153,2	250
NO <sub>3</sub>		110,1	80,4	34,7	11,9	0,022	0,95	82,8	65,1	31,6	44,3	0,959	8,13	1,31	69,9	89,9	66,9	70,1	74,8	4,92	50
NO <sub>2</sub>	mg/l	0,032	0,029	0,164	0,050	<0,01	<0,01	0,05	0,30	0,40	0,46	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,08	0,5
NH <sub>4</sub>		0,005	0,082	0,021	0,433	1,14	2,02	0,005	0,182	28,2	20,8	0,372	0,316	0,590	0,017	0,050	0,009	0,002	0,217	46,9	0,5
Siarczany		136	137	220	325	221	322	122,4	144,4	129,5	131,8	198	154	262,1	78,4	39,7	56,9	105,8	137,1	131,5	250
Wapń		131	160	169	192	161	173	140,5	139,1	118,5	105,4	128,0	130,0	263,2	114,6	86,2	69,0	134,2	171,9	104,8	–
Magnez		20,6	23,6	22,4	24,1	28,8	23,6	19,5	26,6	26,8	26,0	21,9	24,7	32,1	23,2	13,9	10,0	16,2	27,4	28,6	–
Sód		23,7	36,0	17,8	8,9	15,6	12,6	12,2	27,4	101,9	97,2	18,8	15,8	74,2	9,10	10,9	9,66	19,5	55,0	156,9	200
Potas		1,8	12,4	2,4	4,2	2,7	8,7	2,65	8,17	25,9	21,9	4,2	2,6	38,5	1,24	2,79	3,89	3,01	7,12	36,3	–
Twardość og.		8,2	9,9	10,3	11,6	10,4	10,6	8,6	9,1	8,1	7,4	8,2	8,5	15,8	7,6	5,8	4,3	8,0	10,8	7,6	–
Zasadowość	mval/l	2,1	4,7	4,2	4,1	5,6	3,9	3,9	4,2	8,0	7,0	3,8	4,9	9,5	4,4	2,1	1,3	3,6	6,2	10	–

S – studzienki melioracyjne, M – wyłoty drenów, POW – wody powierzchniowe (POW1 i POW2 – przed zrzutem z oczyszczalni, POW3, POW4 i POW5 – za zrzutem z oczyszczalni), P – piezometry, \* – stężenia dopuszczalne wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. (DzU Nr 72, poz. 466)



studni nr IV (około 800 m od u) i 11 mg/l w piezometrze P4A, położonym w sąsiedztwie studni nr III (około 1300 m od kanału). Natomiast w piezometrze P4B, w tej samej lokalizacji ale zafiltrowanym w głębszej części warstwy wodonośnej (fig. 2), stężenie azotanów wynosi 0,02 mg/l.

Taka przestrzenna zmienność składu chemicznego wód podziemnych jednoznacznie wskazuje źródło pochodzenia zanieczyszczeń z infiltracji wód z kanału. Badania te dokumentują również front zanieczyszczeń, przemieszczający się

od kanału w kierunku studni ujęcia. Na oddziaływanie zanieczyszczeń z wód powierzchniowych kanału wskazuje także zmienność składu chemicznego wód w trakcie eksploatacji studni nr IV (położonej najbliższej kanału). Stężenia azotanów wzrosły w okresie pięcioletniej eksploatacji z poziomu 2,6 mg/l w okresie budowy studni (rok 2007) do 8,58 mg/l w 2012 roku. Stężenia azotanów w studni II można uznać za stabilne w czasie (nie przekraczają 2 mg/l).

## PODSUMOWANIE

Na obszarze zasilania ujęcia wód podziemnych Tursko B dla Pleszewa udokumentowano intensywne zanieczyszczenie wód. W piezometrach położonych na obszarze zasilania ujęcia udokumentowano front zanieczyszczeń, przemieszczający się od kanałów melioracyjnych w kierunku studni ujęcia. Obecnie zanieczyszczenie wód przejawia się w postaci wysokich stężeń azotanów, znacznie przekraczających stężenia dopuszczalne (tab. 1). Źródłem pochodzenia zanieczyszczeń jest infiltracja wód powierzchniowych z kanałów melioracyjnych, które (szczególnie w okresie wiosennym) prowadzą wody, pochodzące z systemów drenarskich. Z przeprowadzonych badań wynika, że wody te na skutek oddziaływania terenów rolniczych są silnie zdegradowane jakościowo, szczególnie w zakresie stężeń azotanów. Największe oddziaływanie na wody podziemne ma kanał melioracyjny, który oprócz wód pochodzących z systemów drenarskich, odbiera oczyszczone ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie. Ścieki te charakteryzują się bardzo wysokimi stężeniami rozpuszczonych jonów, a szczególnie azotu amonowego oraz azotanów (tab. 1). Należy podkreślić bardzo dobre warunki do infiltracji wód z kanału do wód podziemnych, co zostało potwierdzone płytkimi wierceniami, stwierdzającymi występowanie osadów przepuszczalnych w podłożu.

Poszczególne składniki chemiczne wód podziemnych w studniach ujęcia Tursko B nie przekraczają obecnie stężeń dopuszczalnych określonych w polskich przepisach sanitarnych. Udokumentowany badaniami front zanieczyszczeń będzie jednak powodem sukcesywnego pogarszania się jakości wód ujęcia. Obecnie zaznacza się to w zmienności składu chemicznego wód ujmowanych w studni nr IV.

Prezentowane badania wskazują na konieczność wprowadzenia działań ochronnych, zapobiegających degradacji jakości wód ujęcia Tursko B, które stanowi główne źródło wody w deficytowym obszarze rejonu Pleszewa. Za najbardziej istotne działanie uznaje się przebudowę kanału prowadzącego wody drenarskie oraz oczyszczone ścieki z oczyszczalni w Gołuchowie, w taki sposób, aby ograniczyć ich infiltrację do wód podziemnych.

Wyniki badań potwierdzają potrzebę inwentaryzacji systemów melioracyjnych i rozpoznania ich oddziaływania na wody podziemne. Działania te powinny być podejmowane szczególnie na etapie decyzji o lokalizacji ujęcia oraz podczas prac związanych z opracowywaniem i wdrażaniem stref ochronnych ujęć wód podziemnych.

## LITERATURA

- DĄBROWSKI S., ZBORALSKA E., 1977 — Dokumentacja wyników badań hydrogeologicznych wraz z projektem na ustalenie zasobów eksploatacyjnych w kat. B. Przedsiębiorstwo Geologiczne, Poznań.
- DĄBROWSKI S., JANISZEWSKA B., OLEJNIK Z., TRZCIĄKOWSKA M., PAWLAK A., 2008 — Dodatek do Dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych w kat. B ujęcia Tursko A i Tursko B w m. Tursko k. Pleszewa woj. kaliskie opracowanej przez K.G. Zachód we Wrocławiu, Zakład Projektów i Dokumentacji Geologicznych oddz. w Poznaniu w 1977 r., zawierający propozycję strefy ochronnej przy wydatku ujęcia Tursko B. Hydroconsult Sp. z o.o., Poznań.
- DRAGON K., GÓRSKI J., 2008 — Przyczyny zanieczyszczenia wód podziemnych ujęcia Tursko dla miasta Pleszewa (województwo wielkopolskie). *Prz. Geol.*, **56**, 6: 465–471.
- DRAGON K., GÓRSKI J., KASZTELAN D., 2007 — Raport o stanie zasobów wód podziemnych w dolinie Prosnicy oraz możliwości ich wykorzystania dla potrzeb miasta Pleszewa. Arch. ZHIOW IG UAM, Poznań.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU Nr 72, poz. 466).
- SZAŁAMACHA G., 1999 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Pleszew. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

## SUMMARY

In order to identify the impact of agricultural drainage systems on groundwater quality, a network of piezometers has been established. These piezometers were located in the recharge area of the Tursko B well field, between the main contamination sources and the wells. In these piezometers groundwater chemistry is observed in three years period. Water samples are taken twice a year – during the spring (when drainage systems discharge a considerable volume of water) and during autumn (when drainage systems usually do not work). The chemistry of surface water (in ameliorative channels that collect drainage water) as well as drainage water (samples taken from drainage pipe endings) is also monitored.

Based on the hydrochemical research in the recharge area of the Tursko B well field supplying water for the town of Pleszew, the contamination plume that flows towards the wells has been evidenced. The heavy groundwater contamination is caused by infiltration of surface water from ameliorative channels that receive water from agricultural

drainage systems as well as treated wastewater from the Goluchow sewage treatment plant. It has been proved that drainage water is heavily polluted as a result of agricultural activities. It is reflected particularly by a high concentration of nitrates. Their impact on the groundwater is most intense during the spring, when drainage systems discharge a considerable volume of water. Treated wastewater from the Goluchow sewage treatment plant is characterized by very high concentrations of almost all dissolved components, but the most hazardous to the groundwater are periodically very high concentrations of ammonium and nitrate. The research shows the necessity of rebuilding the channel in order to reduce the amount of infiltrating wastewater. The research results indicate the requirement of an inventory of agricultural drainage systems and recognition of their impact on groundwater quality. Such actions should be taken in particular before the decision on a new well field location and during the implementation of groundwater protection plans (development and implementation of well field protection zones).

