

Mgr JUSTYNA STANKIEWICZ

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach,

Zakład Zasobów Wodnych

Analiza oddziaływania czynników antropogenicznych i geogenicznych na jakość wód podziemnych eksploatowanych na terenach przymorskich na przykładzie ujęcia „Wydrzany”

Słowa kluczowe: degradacja zasobów wodnych, eksploatacja wód podziemnych, ingresja, ascenzja

Wstęp

Doświadczenie i obserwacje wykazują, że wraz z upływem czasu, w wielu przypadkach następuje pogorszenie jakości ujmowanych wód podziemnych. Ma to miejsce szczególnie w wyniku zbyt intensywnej eksploatacji przekształcającej warunki hydrodynamiczne. Następstwem tych zmian jest często przeobrażenie parametrów fizykochemicznych ujmowanych wód. Pogorszenie jakości wód może nastąpić bez doprowadzenia substancji zanieczyszczającej z zewnątrz (zanieczyszczenia naturalne – geogeniczne) lub na skutek uruchomionego dopływu substancji powstałych w wyniku działalności człowieka (zanieczyszczenia antropogeniczne). Eksploatacja wód podziemnych prowadzi bardzo często do pojawienia się zanieczyszczeń poligenetycznych, tzn. równoczesnego występowania zanieczyszczeń geogenicznych

i antropogenicznych. Jednoznaczna identyfikacja wszystkich ognisk zanieczyszczeń jest zazwyczaj bardzo trudna.

Lokalizacja ujęć przymorskich związana jest dodatkowo z sąsiedztwem brzegu morskiego, gdzie wody podziemne kontaktują się bezpośrednio z wodami morskimi. Chwiejna równowaga dynamiczna i hydrochemiczna tych dwóch środowisk może być naruszona nadmiernym poborem wód podziemnych, co skutkuje ingresją wód słonych do warstw wodonośnych [KŁYZA T., 1988; PAZDRO Z., 1958]. Szczególnie zagrożone są tereny nizinne i depresyjne wybrzeża odwadniane systemami drenażowymi (melioracje), jak Karwieńskie Bagna, Bielawskie i Wierchucińskie Błota i in. [BURZYŃSKI K., SA- DURSKI A., 1990].

Zasolenie ujęć zlokalizowanych w obszarze polskiego wybrzeża Bałtyku może mieć również genezę związaną z ascenzją solanek z głębszych warstw wodonośnych mezo-

oraz melioracje użytków zielonych z pełnym nawodnieniem o powierzchni 49 755 ha na podstawie opracowanego bilansu wodnego.

Do prowadzenia racjonalnej gospodarki wodnej niezbędna jest (odbudowa i modernizacja) koryta Kanału Wieprz-Krzna o długości 139,890 km, głównych doprowadzalników o długości 138,05 km, koryt rzecznych w systemie KWK na długości 581,48 km i 8 pompowni o łącznej wydajności 14,3 m³/s oraz odbudowę i budowę zbiorników wodnych o pojemności 95,71 mln m³.

Do sprawnego zarządzania i sterowania urządzeniami wodnymi niezbędne jest wykonanie systemu elektronicznych urządzeń pomiarowych na planowanych do odbudowy urządzeniach wodnych KWK wraz z automatycznym przekazywaniem danych bezpośrednio do Centrum Dydaktyczno-Kontrolnego w Sosnowicy. Wartość odbudowy (modernizacji) systemu KWK z zachowaniem wymogów ochrony środowiska i krajobrazu określono szacunkowo na sumę 1,749 mld zł. Należy podkreślić, że w ramach posiadanych środków wykonano odbudowę pojedynczych urządzeń systemu KWK na łączną wartość 2,016 mln zł.

Podsumowanie

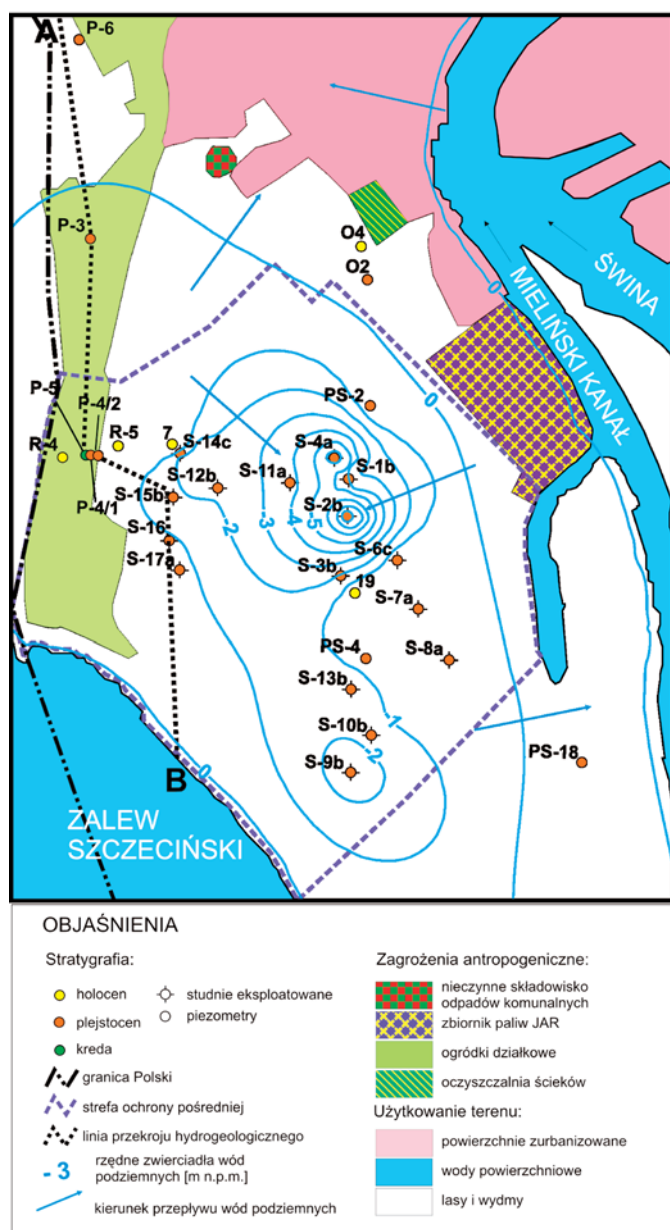
- Zahamowanie dalszej degradacji urządzeń systemu KWK wymaga jego odbudowy zgodnie z opracowaną „Koncepcją programowo-przestrzenną dla przedsięwzięcia

pn. Odbudowa Kanału Wieprz-Krzna w województwie lubelskim”,

- Pozostawianie kanału w obecnym stanie, powoduje przyspieszenie dekapitalizacji oraz przynosi znaczne straty zarówno w rolnictwie jak i w środowisku naturalnym,
- Wskazane jest podjęcie działań hamujących odpływ wody z Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego przez budowę systemu zastawek na rzekach i kanałach, w celu poprawy bilansu wodnego i stanu ekologicznego cennych przyrodniczo ekosystemów wodnych i torfowiskowych,
- Celowa jest budowa zbiornika wodnego „Oleśniki” mającego istotne znaczenie dla racjonalnej gospodarki wodnej w dolinie rzeki Wieprz i systemie KWK.

LITERATURA

1. *Koncepcja programowo przestrzenna dla przedsięwzięcia p.n. „Odbudowa Kanału Wieprz-Krzna w województwie lubelskim”*. 2009. Federacja Stowarzyszeń Naukowo Technicznych NOT, Rzeszów
2. KOWALCZAK, KACA E.: 1996. *Hierarchia obszarowych potrzeb małej retencji*, IMUZ, Falenty.
3. *Program Gospodarki Wodnej Województwa Lubelskiego*, 2003, Urząd Marszałkowski, Lublin
4. *Program ochrony przed suszą w województwie lubelskim*. 2008. ADEKO, Kraków
5. STĘPNIEWSKA Z., KOTOWSKA U., OSTROWSKA A.: 2002. *Emisja gazów z jezior naturalnych, zbiorników antropogenicznych oraz z torfowisk Polesia Lubelskiego*. Acta Agrophys.



Rys. 1. Plan sytuacyjny ujęcia wraz z rzednymi zwierciadłami dynamicznego wody, stan na sierpień 2007 r.

zoiku; ma to miejsce np. w Kołobrzegu, Łebie, Żarnowcu, Mielnie, na Żuławach i Mierzei Helskiej [DOWGIAŁŁO J. 1971, KACZOR D. 2005, KRAWIEC A. 1998].

Celem pracy jest analiza wpływu eksploatacji ujęcia Wydrzany położonego na wyspie Uznam na zmiany jakości ujmowanych wód podziemnych (użytkowego poziomu holoceno-plejstocenońskiego). Ocena zakresu i tendencji zmian warunków hydrogeochemicznych została oparta na obserwacjach chemizmu wód podziemnych z lat 1990-2007 w odniesieniu do wyznaczonych wartości naturalnego tła (badania przeprowadzone w latach siedemdziesiątych).

Problem jakości wód holoceno-plejstocenońskiego użytkowego poziomu wodonośnego jest niezmiernie ważny w obliczu możliwości degradacji jedyne go źródła zaopatrzenia ludności w wodę o jakości nadającej się do spożycia na obszarze polskiej części wyspy Uznam.

Eksploatacja ujęcia Wydrzany w latach 1975-1985 spowodowała powstanie regionalnego leja depresji, opartego na

południowym zachodzie o Zalew Szczeciński, a na wschodzie o kanał Mulnik, powodując wzrost ingresji wód zasolonych z obu tych zbiorników jak i ascencji wód i przemieszczanie się ich w kierunku centralnej części terenu w wyniku naruszenia zasobów statycznych wody słodkiej i wtargnięcia wód zasolonych z podłoża. Natomiast na północ od ujęcia lej dotarł do nieczynnego składowiska odpadów i oczyszczalni ścieków uruchamiając tym samym przepływ zanieczyszczeń antropogenicznych z tych obiektów w kierunku ujęcia [KUCHARSKI, 2006].

Charakterystyka ujęcia wód podziemnych Wydrzany

Ujęcie Wydrzany (nazywane także Nr 6 lub Południe) powstało w latach 1973-1975. Położone jest na wyspie Uznam, na południe od zabudowy miejskiej, pomiędzy Zalewem Szczecińskim a Świną i Kanałem Mielnińskim (rys. 1). Obejmuje ono obszar około 20 km². Średni współczynnik filtracji w obrębie utworów głównego użytkowego poziomu wodonośnego wynosi 1 m/h [Lis i in., 1992]. Jest to podstawowe ujęcie, zaopatrujące w wodę około 60% mieszkańców polskiej części wyspy Uznam.

W latach siedemdziesiątych na ujęciu wykonano 16 studni podstawowych (studnie od S-2 do S-17) o głębokości ostatecznej od 21,5 do 34,5 m, na ogół w jednej kolumnie rur wiertniczych o średnicy 508 mm. W otworach studziennych zabudowano filtry siatkowe typu AP-250 i AP-300 oraz szczelinowe CS-300, przeważnie o długości 10 m, z osypką żwirową. Dla studni ustalono wydajności eksploatacyjne od $Q = 28,0 \text{ m}^3/\text{h}$ do $Q = 96,0 \text{ m}^3/\text{h}$. W roku 1991 zaczęto likwidować studnie nieprzydatne do dalszej eksploatacji na skutek kolmatacji filtrów studziennych.

W latach 1992-1994 wykonano na ujęciu 11 studni zastępczych o głębokości 25,0-34,5 m i wydajności eksploatacyjnej od $Q = 15,0 \text{ m}^3/\text{h}$ do $Q = 46,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Ograniczenie wydajności eksploatacyjnej nowo powstałych studni, w stosunku do zasobów ustalonych w latach siedemdziesiątych, podyktowane zostało zmianami jakości ujmowanej wody.

W latach 1999-2000 wykonano jeszcze 19 kolejnych studni zastępczych o głębokości od 25,0 do 34,5 m i wydajnościach eksploatacyjnych od $Q = 25,0 \text{ m}^3/\text{h}$ do $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$, likwidując równocześnie studnie zakolmatowane.

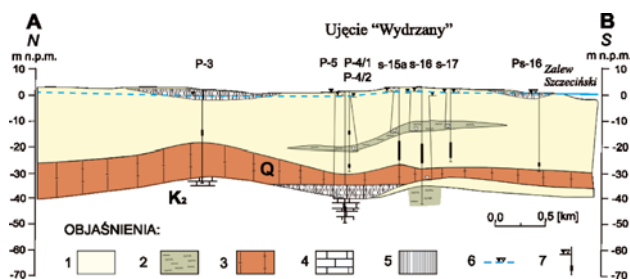
Do roku 2007 na ujęciu wykonano łącznie 46 studni. Obecnie w skład ujęcia wchodzi 17 czynnych studni o różnym czasie wykonania: S-1b, S-2b, S-3b, S-4a, S-5b, S-6c, S-7a, S-8a, S-9b, S-10b, S-11a, S-12b, S-13b, S-14c, S-15b, S-16, S-17a (rys. 1). Studnie usytuowane są na terenach leśnych i połączone drogami komunikacyjnymi spięte siecią, którą przepływa eksploatowana woda na stację wodociągową (SUW). Stacja uzdatniania, zlokalizowana w pobliżu studni S-1b i S-4a, składa się z trzech pracujących niezależnie od siebie ciągów technologicznych o wydajności po 100 m³/h każdy. Ponadto wokół ujęcia istnieje sieć monitoringu składająca się z piezometrów (rys. 1). Analiza stanów wód podziemnych w studniach eksploatacyjnych oraz piezometriach stanowi podstawę oceny oddziaływania pracy ujęcia na lokalne stosunki hydrogeologiczne. W otoczeniu strefy ochrony pośredniej ujęcia znajdują się obiekty potencjalnie oddziałujące na środowisko gruntowo-wodne m.in.: nieczynne składowisko odpadów komunalnych, oczyszczalnia ścieków, ogródki działkowe oraz zbiorniki paliw należące niegdyś do jednostek Armii Radzieckiej (JAR). Jest to szczególnie istotne ze względu na krótki czas migracji pionowej zanieczyszczeń wynoszący 27,6 doby [BEREŁKOWSKI Z., 2005].

Warunki hydrogeologiczne

Dotychczasowe rozpoznanie hydrogeologiczne wykazało istnienie w tym regionie dwóch pięter wodonośnych: mezozoicznego (utwory kredowe) i czwartorzędowego (utwory polodowcowe).

Kreda dolna wykształcona jest w postaci piasków glaukonitowych oraz spękanych piaskowców zailonych. Na kredę górną przypadają natomiast margle i wapienie, piaski drobne, ropy margliste oraz mułki, których sumaryczna miąższość na tym terenie dochodzi do 80 m. Zdenudowane utwory mezozoiku zalegają najczęściej pod czwartorzędową gliną zwałową mającą ogromne znaczenie jako warstwa izolująca dla holoceno-plejstocenońskiej użytkowej serii wodonośnej wykształconej w postaci piasków różnoziarnistych z lokalnymi przewarstwieniami mułków, namulów oraz torfów (rys. 2).

Tzw. poziom plejstoceno-holocenoński jest głównym użytkowym poziomem wodonośnym na omawianym obszarze, a jego miąższość na ujęciu Wydrzany nie przekracza 40 m. Ascenzja wód kredowych ze względu na zawartość chlorków powyżej 10 g/dm³ oraz możliwość występowania nieciągłości w izolującej je glinie zwałowej stanowi realne zagrożenie dla jakości wód ujmowanych.



Rys. 2. Przekrój hydrogeologiczny przez ujęcie „Wydrzany”

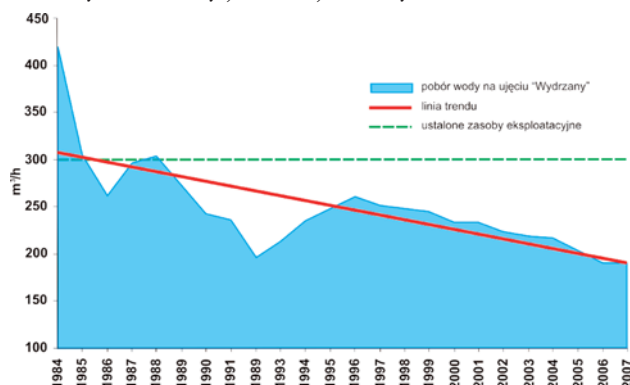
[KRAWIEC A., 2006]: 1 – piaski różnoziarniste, 2 – mułki, 3 – gliny, 4 – margle, 5 – torfy, 6 – zwierciadło wód podziemnych, 7 – ujęcie wody/piezometr, Q – czwartorzęd, K₂ – kreda górna

Eksploatacja użytkowego poziomu wodonośnego

Stan rozpoznania hydrogeologicznego terenu badań został szczegółowo opisany w „Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w rejonie polskiego Uznamu.” [KŁYZA T. i in., 1982]. Dokumentacja została sporządzona przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Poznaniu i anulowała uprzednio zatwierdzone zasoby w kat. B dla ujęcia Wydrzany z 560 m³/h do 300 m³/h na podstawie badań kompleksowych wykonanych w latach 1975-1977 w związku z budową ujęcia.

Do roku 1984 ujęcie Wydrzany było eksploatowane na poziomie przekraczającym wielkość zasobów odnawialnych (pobór wody wynosił powyżej 400 m³/h), co doprowadziło do naruszenia zasobów statycznych wody słodkiej i ascenzji wód zasolonych z podłoża. Od 1985 r. zastosowano się do zatwierdzonej w tym okresie dokumentacji hydrogeologicznej dotyczącej zasobów wód podziemnych polskiej części wyspy Uznam i w zasadzie nie przekraczano wyznaczonych dla ujęcia Wydrzany wielkości zasobowych – 300 m³/h. Trend w skali lat 1984-2007 wykazuje korzystną, z punktu widzenia odnawialności zasobów użytkowych wód podziemnych, stałą tendencję spadkową ilości poboru wód podziemnych na ujęciu Wydrzany (rys. 3.) Ten spadek eksploatacji wynikał częściowo z mniejszego zapotrzebowania na wodę (opo-

miarowanie zużycia wody, technologie wodooszczędne), ale głównie jest następstwem obaw, że nadmierny pobór pogłębi niekorzystne zmiany jakości ujmowanych tu wód.



Rys. 3. Średnioroczne pobory wód na ujęciu Wydrzany i ich trend w latach 1984-2007

Generalnie zasilenie wód podziemnych, ze względu na brak warstwy izolującej, odbywa się dzięki bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych. Powierzchnię terenu w 80% pokrywają utwory przepuszczalne. Liczne zagłębienia bezodpływowe i rynny międzywymowe ułatwiają dodatkowo infiltrację. Oprócz tego możliwa jest infiltracja brzegowa z Zalewu Szczecińskiego i rzeki Świny, są to jednak wody zasolone i mogące zanieczyścić wody ujmowane podobnie jak w wypadku ascenzji wód z podłoża.

Na rys. 1. przedstawiono poziom dynamicznego zwierciadła wód podziemnych wg pomiarów z sierpnia 2007 r. Nastąpiło znaczne zmniejszenie zasięgu regionalnego leja depresji w stosunku do opisywanego w latach 1975-1985. Ograniczenie jego zasięgu praktycznie do obszaru ujęcia jest efektem zmniejszonego poboru wód. Należy zaznaczyć, że sytuacja ta dotyczy warunków, gdy znaczna część opadów ulega ewapotranspiracji (spadek infiltracji efektywnej) i dodatkowo jest to okres największego poboru wód na ujęciu, związany z ruchem turystycznym (miesiąc wakacyjny).

Zmiany jakościowe użytkowego poziomu wodonośnego pod wpływem czynników geogenicznych

Do oceny tła hydrogeochemicznego holoceno-plejstocenońskiego poziomu wodonośnego wykorzystano analizy wykonane w latach siedemdziesiątych, z okresu budowy pierwszych studni. Na ich podstawie wykreślono histogramy częstości rozkładu i krzywe częstości skumulowanej, które pozwoliły określić zakres naturalnego tła hydrogeochemicznego dla takich parametrów fizykochemicznych jak: twardość, barwa, zawartość jonów chlorkowych, żelaza, manganu i amoniaku, które potraktowano jako potencjalne zanieczyszczenia geogeniczne. W tabeli I podano także średnie arytmetyczne dla ww. jonów z okresu budowy ujęcia w stosunku do średnich zawartości z pierwszego półrocza 2007 r.

Wyznaczone wartości tła są punktem odniesienia do oceny zmian jakości wód. Wody poziomu holoceno-plejstocenońskiego, w okresie budowy ujęcia Wydrzany (1976/77 r.), cechowała dobra jakość. Większość wskaźników fizykochemicznych kształtowała się w dolnej skali wartości przyjętych dla norm wód nadających się do spożycia. Związki żelaza i manganu przekraczały dopuszczalne wartości, co jest typowe dla płytko występujących wód podziemnych. Wysokie

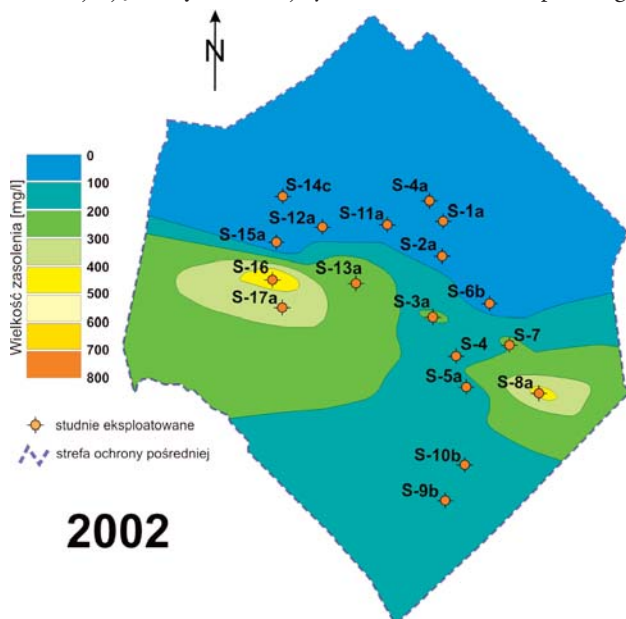
wartości (do 100 mg/dm³ Pt) barwy tej wody znacznie przekraczające dopuszczalną normę, również obniżały jej jakość. Wody ujmowane do celów wodociągowych na ujęciu Wydrzany można zaliczyć (wg Klasyfikacji Altowskiego – Szwieca) do wód wodorowęglanowo-wapniowych. Analiza wyników badań prób wody z ujęcia Wydrzany z pierwszego półrocza 2007 roku (tab. I) wykazała, że jakość tych wód uległa zdecydowanemu pogorszeniu w zakresie wszystkich analizowanych parametrów fizykochemicznych.

TABELA I

Porównanie parametrów fizykochemicznych wody ze studni z okresu ich budowy (lata 70.) w stosunku do pomiarów z 2007 r.

Parametr		Twardość	Barwa	Cl ⁻	Fe ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺
		[mgCaCO ₃ /L]	[mgPt/L]	[mg/L]			
Wartość średnia	'70	111,7	35,1	17,8	0,54	0,17	0,23
	2007	328,9	50,8	187,6	1,74	0,54	1,99
Wartość minimalna	'70	80	5	11	0	0	0,04
	2007	152	9	26	0,28	0,23	0,74
Wartość maksymalna	'70	159	120	25	2,3	0,5	0,6
	2007	584	102	801	4,02	1,19	4,17
Zakres tła hydrogeochemicznego		80-119	5-64	16-21	0-0,5	0-0,29	0,04-0,28
Procent analiz w zakresie tła	'70	73,30	86,70	68,75	62,50	81,25	68,75
	2007	0,00	70,59	0,00	11,26	29,41	37,50
Wartości dopuszczalne dla wód pitnych		60-500	15	250	0,2	0,05	1,5
Procent analiz spełniających wymogi dla wód pitnych	'70	100,00	40,00	100,00	50,00	18,75	100,00
	2007	82,35	11,76	70,59	0,00	0,00	0,00

Na obszarze ujęcia Wydrzany zawartość jonu chlorkowego jest głównym czynnikiem ograniczającym wielkość zasobów dyspozycyjnych. Na podstawie jego średniorocznej zawartości w roku 2002 wykonano mapę zasolenia użytkowego poziomu wodonośnego w obrębie strefy ochrony pośredniej ujęcia (rys. 4). Najwyższe zasolenie miało przebieg



Rys. 4. Mapa zasolenia użytkowego poziomu wodonośnego na podstawie danych średniorocznych w 2002 r.

wzdłuż linii łączącej studnie S-8a z S-16. Strefę tę okalały studnie o stężeniach chlorków wskazujących na początkowe stadium przekształceń geogenicznych.

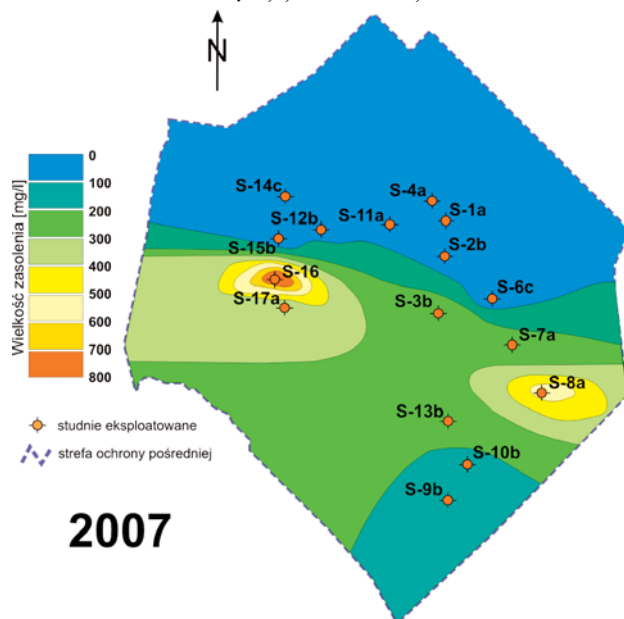
Pomimo znacznego ograniczenia eksploatacji ujęcia zasolenie warstwy holocenijsko-plejstocenijskiej postępuje nadal. Migracja chlorków przemieszcza się od Zalewu Szczecińskiego w kierunku południowo-wschodnim oraz wschodnim i obejmując coraz większy obszar (rys. 5). Największe średnioroczne przyrosty zasolenia oraz ich coraz płytsze występowanie w młodych utworach plejstocenijskich zaobserwowano wzdłuż linii na kierunku NW-SE łączącej studnie S-16 z S-8.

Jest bardzo prawdopodobne, że związane jest to z przebiegającą w tym miejscu strefą tektoniczną, wzdłuż której migrują wody zasolone z Zalewu i Świny lub/i występuje ascenzja solanek z utworów kredy. Spękania i uskoki w utworach mezozoiku, służą jako drogi ascenzji wód słonych tworząc okna hydrogeologiczne, umożliwiające przepływ wód słonych do osadów plejstocenu.

Jedynie północna część ujęcia Wydrzany nie wykazuje i nie wykazywała tendencji do zasolenia.

Przekształcenie naturalnego reżimu hydrogeologicznego wskutek eksploatacji, które doprowadziło do zasolenia warstwy wodonośnej jest także przyczyną pojawienia się w obrębie leja depresyjnego strefy aeracji. Prowadzi to, w wyniku dostępu powietrza, do szeregu procesów hydrogeochemicznych związanych z podwyższeniem Eh, a obniżeniem pH wody. W wypadku, gdy warstwa wodonośna zawiera substancję organiczną zainicjowane zostają procesy utleniania siarczków występujących

w warstwie wodonośnej [MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D., 2002]. Dotyczy to szczególnie ciągu studni położonych wzdłuż zachodniej części ujęcia Wydrzany. Efektem tych przemian jest wzrost zawartości żelaza w wodach podziemnych a także manganu czy np. siarczanów. Obserwuje się też wzrost twardości wody i jej mineralizacji.



Rys. 5. Mapa zasolenia użytkowego poziomu wodonośnego na podstawie danych z sierpnia 2007 r.

Wrażliwość form migracyjnych żelaza i przechodzenie ich w formy stabilne nawet pod wpływem niewielkich zmian warunków hydrogeochemicznych (zwłaszcza zmian pH i Eh) sprawia, że stężenie w obrębie sąsiadujących studzien na ujęciu Wydrzany jest zróżnicowane i waha się od stężeń poniżej 0,5 mg/l mieszczących się w zakresie wyznaczonego tła do wartości około 7 mg/l (S-16 w roku 1993). Obecnie średnia zawartość żelaza wynosi około 1,7 mg/l i jest ponad trzykrotnie wyższa od średniej zawartości sprzed rozpoczęcia eksploatacji (tab. I).

Wydzielanie się żelazistych osadów (głównie uwodnionych tlenków żelaza) prowadzi do kolmatacji filtrów i stref przyfiltrów w studniach wierconych. Jest to jedna z podstawowych przyczyn ograniczających żywotność tutejszych studni.

W piezometrze R-5 stwierdzono wodę o brunatnej barwie, charakterystycznym zapachu i pH 5,58, które intensyfikuje proces wylugowywania substancji organicznej z gleb powierzchniowych. Wykształcenie utworów powierzchniowych zachodniej części ujęcia Wydrzany jako torfów ma swoje konsekwencje w postaci podwyższonej zawartości rozpuszczonego węgla organicznego (DOC – dissolved organic carbon) i w ponadnormatywnej barwie ujmowanej wody. Proces mineralizacji substancji organicznej prowadzi ponadto do uwolnienia azotu mineralnego, głównie jako jonu amonowego i jonów azotanowych. W 2006 roku stężenia azotanów pomierzone w studniach ujęcia nie przekraczały zawartości 1 mg/L. Taka ilość jest dostarczana wskutek wspomnianych już procesów mineralizacji substancji organicznej. Natomiast jon amonowy przekraczający wartości wyznaczonego tła hydrogeochemicznego może wskazywać na zanieczyszczenie pochodzenia antropogenicznego.

Czynnikami wpływającymi na wielkość i tempo rozprzestrzeniania się wód zasolonych oraz innych zanieczyszczeń pochodzenia geogenicznego na obszarze polskiej części wyspy Uznam są:

- płytkie zaleganie wysokomineralizowanych poziomów wodonośnych w utworach kredy;
- tektonika uskokowa umożliwiająca ascensję wód z podłoża (nieciągłości w warstwie izolującej utwory wodonośne kredy od użytkowego poziomu wodonośnego);
- występowanie reliktowych wód morskich z transgresji litorynnowej i wód późnoplejstocenijskich;
- graniczenie wyspy z wodami powierzchniowymi, morskimi (Zalew Szczeciński) i rzecznyymi (Świna);
- szybkie odprowadzanie wód opadowych i uniemożliwienie ich lokalnej infiltracji (sieć melioracyjna i przepompownie);
- występowanie utworów organicznych (namuły, torfy);
- nadmierna eksploatacja wód podziemnych.

Zmiany jakościowe użytkowego poziomu wodonośnego pod wpływem czynników antropogenicznych

Opracowania dotyczące polskiej części wyspy Uznam wskazują na cztery główne ogniska zanieczyszczeń antropogenicznych, które mogą negatywnie oddziaływać na środowisko gruntowo-wodne: oczyszczalnię ścieków, nieczynne składowisko odpadów komunalnych, ogródki działkowe oraz awarię zbiorników byłej jednostki Armii Radzieckiej (rys. 1).

Oczyszczalnia ścieków była wielokrotnie przebudowywana i unowocześniana. Uważa się, że teren ten może sta-

nowić potencjalne ognisko zanieczyszczeń ze względu na możliwość kumulacji zanieczyszczeń, które przenikały do środowiska jeszcze w okresie eksploatacji instalacji przestarzałych technologicznie. Potwierdzają to archiwalne wyniki analiz próbek wód, pobranych z piezometrów zainstalowanych w rejonie oczyszczalni ścieków [Lis i in., 1992], które wykazywały duże zanieczyszczenia wody ołowiem. Obecny (2007 r.) wynik analiz próbek wody pobranych z piezometru usytuowanego przy oczyszczalni, nie wykazał negatywnego jej wpływu na środowisko wodne. Ograniczenie infiltracji zanieczyszczeń jest głównie następstwem wybudowania szerszych zbiorników.

Z początkiem lat dziewięćdziesiątych prowadzone były obserwacje jakości wód w rejonie nieczynnego wysypiska odpadów komunalnych [Lis i in., 1992], zlokalizowanego na południe od zabudowy miejskiej Świnoujścia. Odnotowano tu ponadnormatywne stężenia ołowiu [Kucharski, Tworowski, 1993]. Obserwacje w 2007 r. wykazały podwyższone zawartości cynku w północnej części ujęcia, w studniach S-11a i S-14c (odpowiednio 0,056 i 0,011 mg/L) oraz w studni S-4a niewielkie zawartości niklu (0,012 mg/L) i miedzi (0,019 mg/L), które są związane z oddziaływaniem składowiska, ale nie przekraczają stężeń mogących mieć wpływ na jakość tych wód pod kątem przydatności do spożycia.

Na terenie ogrodów działkowych odnotowano podwyższone w stosunku do wyznaczonych wartości naturalnego tła (0,04-0,028 mg/L) stężenia jonu amonowego, które w 2007 r. w 100% przypadków przekraczały dopuszczalną wartość dla wód pitnych (średnia wartość wynosi obecnie 1,5 mg/L). W ciągu studni położonych wzdłuż zachodniej części ujęcia Wydrzany zawartość jonu amonowego dochodziła do maksymalnie 4,17 mg/L (w 2007 r.), co ma związek z zanieczyszczeniem ściekami istniejącym już prawdopodobnie od jakiegoś czasu ze względu na współwystępowanie z azotanami.

Poważne zagrożenie dla wód podziemnych stanowił rejon bazy paliwowej zlokalizowany na wschód od oczyszczalni ścieków. Na skutek awarii zbiornika oleju napędowego nastąpił tu wylew do gruntu nieokreślonej ilości oleju napędowego i mazutu. Rozlane paliwo spłynęło w kierunku wschodnim, ku nabrzeżom, gdzie zostało zatrzymane przez szczelne umocnienia nabrzeża Kanału Mielińskiego i Świny. Paliwo to od 1987 roku było zczyrywane do zbiorników w trzech szybikach wykonanych specjalnie do tego celu. W przybliżeniu określono, że tereny przesycone węglowodorami w rejonie głównego zbiornika paliw miały powierzchnię nieco ponad 10 ha, a ich głębokość dochodziła do 13 m [Lis, Rybka, 1991]. Obecne obserwacje nie wykazały podwyższonych stężeń metali ciężkich (chrom, kobalt, miedź, kadm, nikiel, ołów, cynk), które współtowarzyszą zanieczyszczeniom ropopochodnym.

Podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wynika, że największym zagrożeniem dla ujęcia „Wydrzany” jest postępujący proces zasalania holocenijsko-plejstocenijskiej warstwy wodonośnej, którego głównymi przyczynami są:

- w centralnej części ujęcia – wertykalny dopływ wód zasolonych z utworów kredowych,
- na jego obrzeżach – lateralny dopływ wód zasolonych od Zalewu Szczecińskiego (w części południowo-zachodniej

ujęcia) oraz od kanału Mulnik i rzeki Świny (w części wschodniej ujęcia). Przy czym jednoznaczne określenie udziału wód zasolonych z ww. źródeł jest bardzo trudne. Próby rozdzielania wód słonych, pochodzących z ingresji solanek od ascendujących z podłoża, polegają na analizie wyników oznaczeń stabilnych izotopów wodoru i tlenu [KWATERKIEWICZ A. i in., 1999; KRAWIEC A., 2006].

Predysponowanym kierunkiem migracji wód zasolonych z utworów kredy jest strefa o kierunku NW – SE, przebiegająca wzdłuż linii łączącej najbardziej zasolone studnie ujęcia S-8 i S-16. Zlokalizowane w jej obrębie studnie ujęcia ulegają szybkiemu zasoleniu. Najprawdopodobniej jest to tektoniczna strefa dyslokacyjna, wzdłuż której następuje ascenzja wód zasolonych z podłoża. Istniejące w tej strefie studnie należy wyłączać stopniowo z eksploatacji.

Należy sądzić, że przyczyną zasolenia jest naruszona w przeszłości (tj. w latach 70. i 80.) równowaga bilansowa pomiędzy odnawialnością wód słodkich, pochodzących z infiltracji opadów atmosferycznych, a poborem wód. Niewłaściwa gospodarka wodami podziemnymi (brak danych o poborach z początku lat 70.) spowodowała szczypanie statycznych zasobów wód słodkich i uruchomiła ascenzję i ingresję wód słonych.

Pomimo znacznego ograniczenia średniorocznej wydajności eksploatacyjnej na ujęciu Wydrzany (do 192 m³/h) w porównaniu z latami ubiegłymi (ponad 300 m³/h), zasolenie plejstocenijskiego poziomu wodonośnego nadal postępuje i obejmuje coraz większy obszar.

Natomiast wpływ zanieczyszczeń antropogenicznych na jakość ujmowanych wód jest mniej znaczący. Nie zagrażają ujęciu zanieczyszczenia antropogeniczne z położonego na północ od niego nieczynnego składowiska odpadów komunalnych oraz oczyszczalni ścieków. Powodem może być znaczne ograniczenie ich migracji związane ze zmniejszeniem poboru wody na ujęciu lub ich zmniejszona emisja z ww. obiektów. W związku z wykształceniem litologicznym oraz postępującym procesem zasolenia, preferowanym kierunkiem nowych odwiertów otworów studziennych jest kierunek północny. W przypadku budowy nowych studni, wytworzenie depresji eksploatacyjnej w północnej części wyspy może skutkować uruchomieniem zanieczyszczeń antropogenicznych związanych z infrastrukturą miejską.

Nie wykazano negatywnego wpływu na wody podziemne magazynu paliw byłej jednostki Armii Radzieckiej. Nie odnotowano podwyższonych stężeń metali ciężkich na kierunku spływu wód od nabrzeża i zarazem głównego magazynu paliw z basenem portowym, gdzie miał miejsce największy wyciek substancji ropopochodnych.

Jedynie prawdopodobne użytkowanie nielegalnych, nieuszczelnionych zbiorników na nieczystości płynne na terenie ogródków działkowych objawiło się podwyższoną zawartością jonu amonowego, częściowo powstałego na skutek mineralizacji substancji organicznej w wyniku osuszenia

torfowiska, na którym posadzone są opisywane ogrody działkowe.

Reasumując należy podkreślić, że w przypadku analizowanego ujęcia, główne zagrożenia dla jakości wód (ascenzja, ingresja wód zasolonych, podwyższona zawartość oraz mineralizacja substancji organicznej) są wynikiem naturalnych uwarunkowań hydrogeologicznych i hydrograficznych wyspy Uznam oraz następstwem zbyt intensywnej eksploatacji. W omawianym przypadku zanieczyszczenia ze źródeł antropogenicznych (oczyszczalnia ścieków, nieczynne składowisko odpadów komunalnych, zbiornik paliw JAR, ogrody działkowe) mają mniejszy wpływ na jakość wody na ujęciu Wydrzany. Jednakże odnotowane podwyższone stężenia jonu amonowego wskazują na konieczność uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej na terenie ogródków działkowych.

LITERATURA

1. BEREKOWSKI Z.: 2005. *Wniosek o ustanowienie strefy ochronnej dla komunalnego ujęcia wody podziemnej „Wydrzany” w Świnoujściu*, Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., Szczecin (maszynopis).
2. BURZYŃSKI K., SADURSKI A.: 1990. *The groundwater exchange rate of the southern Baltic Coastal lowland*. Jour. of Hydrol. No 119, 293-306.
3. DOWGIAŁŁO J.: 1971. *Studium genezy wód zmineralizowanych w utworach mezozoicznych Polski północnej*. Biul. Geol. UW, Nr 13, 133-224.
4. KACHNIC M.: 1997. *Ingresja wód zasolonych na wyspie Uznam – ujęcie „Wydrzany”*, Współczesne Problemy Hydrogeologii, tom IX, 127-133.
5. KACZOR D.: 2005. *Zasolenie wód podziemnych kenozoiku Polski północno-zachodniej w wyniku ascenzji solanek z mezozoiku*, Przegląd Geologiczny, vol. 53, nr 6, 489-499.
6. KŁYZA T.: 1988. *Ingresja wód zasolonych funkcją nadbilansowej eksploatacji wód podziemnych*, Przegl. Geol. nr 12, 706-712.
7. KRAWIEC A.: 2006. *Zagrożenia dla ujęć wód słodkich na Wyspie Uznam*. Mat. X Międzynarod. Konf. „Hydrogeochemia”, 52-55, UŚI. Sosnowiec.
8. KUCHARSKI R.: 2006. *Dokumentacja badań geofizycznych dla określenia lokalizacji studni zastępczych w rejonie ujęcia wód podziemnych „Wydrzany” w Świnoujściu*, SEGI-AT Sp. z o.o. na zlecenie ZWiK Sp. z o.o. w Świnoujściu, Warszawa (maszynopis).
9. KUCHARSKI R., TWOROWSKI J.: 1993. *Dynamika rozprzestrzeniania się zasolenia i zanieczyszczeń wód podziemnych na obszarze Świnoujścia*, Przegl. Geol. nr 9, 639-646.
10. KWATERKIEWICZ A., SADURSKI A., ZUBER A.: 1999. *Wiek wód podziemnych rejonu Łeby i geneza ich zasolenia*. Współczesne problemy hydrogeologii, nr 9, 15-17. PIG. Warszawa-Kielce.
11. LIS K., RYBKA A., SOŁTYSIK J., ŻUREK A.: 1992. *Projekt badań hydrogeologiczno-geologicznych polskiej części wyspy Uznam*, Przedsiębiorstwo Geologiczne w Kielcach, Kielce.
12. LIS K. R., RYBKA A.: 1991. *Raport o zanieczyszczeniu środowiska produktami ropopochodnymi w rejonie stacjonowania Jednostki Armii Radzieckiej w Świnoujściu*, NFOŚ, Ekologiczne Biuro Konsultacyjne, Warszawa (maszynopis).
13. MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D.: 2002. *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
14. PAZDRO Z.: 1958. *Wody podziemne regionu gdańskiego*, Przegl. Geol. nr 6, 241-244.

22 marca po raz 18. obchodzony był na całym świecie Światowy Dzień Wody. Hasło przewodnie tegorocznego dnia brzmi „Woda dla miast”. Celem obchodów w tym roku było uczulenie polityków i społeczności międzynarodowej na temat wpływu szybkiego wzrostu liczby ludności miast, uprzemysłowienia i zmian klimatu na zasoby wodne w rejonach miast i miasteczek. Więcej informacji na temat Światowego Dnia Wody można znaleźć na stronie: www.unwater.org