



Optymalizacja poboru wód podziemnych w rejonie deficytowym na przykładzie ujęcia „Wydrzany” dla Świnoujścia

Zenon Wiśniowski

Ryszard Hoc

Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Pomorski w Szczecinie

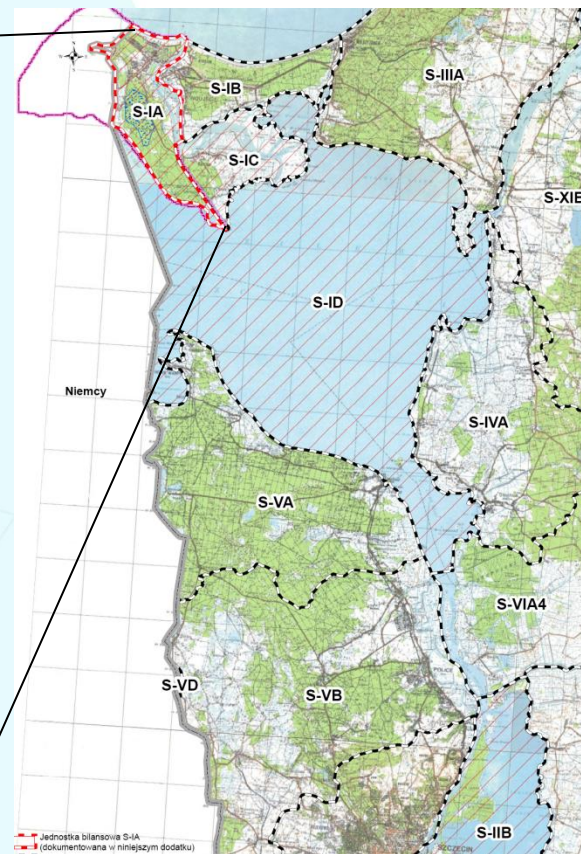
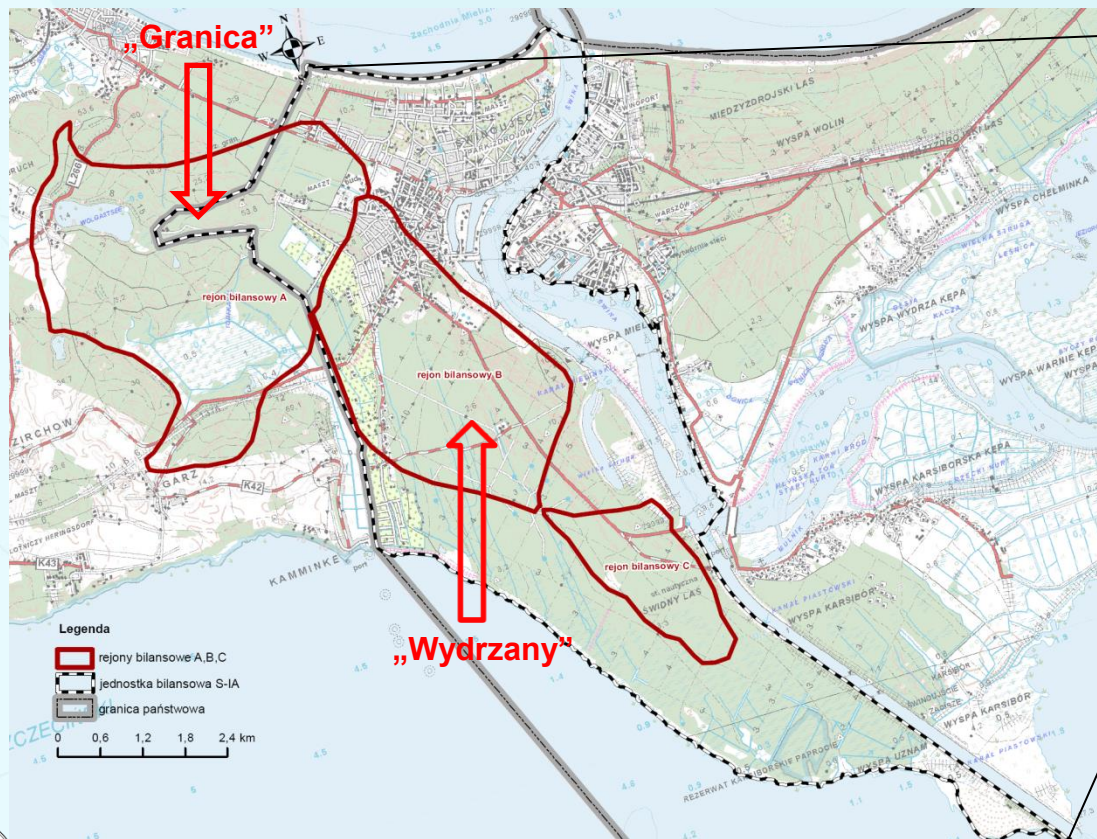


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Położenie ujęć wód na polskiej części Uznamu

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Stan prawny dotyczący eksploatacji wód podziemnych na obszarze polskiej części Wyspy Uznam (obszar zasobowy S-IA)

Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych obszaru S-IA wynoszą $Q_E=640 \text{ m}^3/\text{h}$ dla polskiej części Wyspy Uznam (decyzja KDH/013/4842/M/83 z dnia 15.04.1983 roku), z czego:

- $Q_E = 230 \text{ m}^3/\text{h}$ przewidziano dla ujęcia „Granica”,
- $Q_E = 300 \text{ m}^3/\text{h}$ przewidziano dla ujęcia „Wydrzany”

	Decyzja MŚ z dnia 20.03.2013	Decyzja MŚ z dnia 07.03.2016
Zasoby dyspozycyjne	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Jednostka bilansowa S-IA	5244,0	7140,0
rejon A (ujęcie „Granica”)	2796,0	3600,0
rejon B (ujęcie „Wydrzany”)	2100,0	2930,0
rejon C	348,0	480,0
Zasoby odnawialne	10151,8	10938,0

Zasoby dyspozycyjne dla obszaru zasobowego S-IA ustalono w "Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru bilansowego Międzyodrza, Zalewu Szczecińskiego, Wyspy Uznam i zachodniej części Wyspy Wolin,, zatwierdzonej decyzją Ministra Środowiska z dnia 20.03.2013 r., znak: DGKhg-4731-29/11056/12/AW.

Powiększenie tych zasobów możliwe było dzięki zmianie w podejściu do ustalania zasobów, co zostało udokumentowane w Dodatku nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne, zatwierdzonym decyzją Ministra Środowiska z dnia 07.03.2016 r., znak: DGK-II.4731.115.2015.AW





Dla poprawy stanu wód podziemnych na obszarze Wyspy Uznam, wprowadzono ograniczenia w ich poborze, które uwzględniają zatwierdzone decyzjami wielkości zasobów dyspozycyjnych:

Rozporządzenie Dyrektora RZGW w Szczecinie z dnia 3 czerwca 2014r. *w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego* (DZ. URZ. WOJ. ZACHODNIOPOMORSKIEGO 2014.2431).

Rozporządzenie Dyrektora RZGW w Szczecinie z dnia 22 grudnia 2017r. *w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego* (DZ. URZ. WOJ. ZACHODNIOPOMORSKIEGO 2017.5527).

Rozporządzenie Dyrektora RZGW w Szczecinie z dnia 20 marca 2017 r. *w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód zlewni Międzyodrze – Zalew Szczeciński – wyspy Wolin i Uznam* (DZ. URZ. WOJ. ZACHODNIOPOMORSKIEGO 2017.1224).



Budowa geologiczna

Polska część wyspy Uznam, o powierzchni 42 km², stanowi zachodni człon tzw. Bramy Świny. Obszar ten w całości położony jest na rzędnych poniżej 5 m n.p.m., a lokalnie jest to obszar depresji do -0,5 m n.p.m. Jedynie część obszaru ujęcia wody podziemnej „Granica”, obejmuje niewielki fragment wysoczyzny morenowej Uznamu, z najwyższym wzniesieniem o rzędnej do 53,8 m n.p.m.

Mięższność osadów czwartorzędowych wynosi od 25 do 50 m. Zalegają one na marglach wieku kredowego, zaliczanych strukturalnie do niecki szczecińskiej. Osady czwartorzędowe Bramy Świny na powierzchni wchodzi w skład dwóch jednostek Geomorfologicznych: mierzei i delty wstecznej. Osady te, pochodzenia morskiego i rzeczno-głazowego, powstawały w holocenie po ustąpieniu lądolodu z misy Morza Bałtyckiego i uruchomieniu odpływu wód powierzchniowych w kierunku północnym. Mięższność tych osadów dochodzi do około 20 m. Na rzędnych od około -10 do -20 m występują osady płytkiej laguny (piaski humusowe, mułki organiczne, mułki piaszczyste). Powyżej nich, w miarę podnoszenia się poziomu morza narastały wały wydymowe (mierzejowe), a na koniec osady delty wstecznej Świny – w części południowej. Osady te, przeważnie drobnoziarniste, zawierają dużą domieszkę substancji organicznej. Na powierzchni zachowały się wały wydymowe, o zmiennych kierunkach, związanych z kierunkami prądów morskich wzdłuż wybrzeża, rozdzielane zagłębieniami międzywydmowymi. W okresie ostatnich 7 tys. lat powstały trzy generacje wydym, tworzące „Bramę Świny”. Pod osadami holocenowymi, do głębokości około 25 m występują piaski i żwiry wodnolodowcowe. Osady te leżą najczęściej na warstwie glin lodowcowych o mięższości do 10 m, która, poza obszarami występowania kopalnych dolin w stropie kredy, stanowi najniższe ogniwo osadów czwartorzędowych.





Warunki hydrogeologiczne

- piętro wodonośne czwartorzędowe
 - poziom wodonośny holoceni (T $\approx$ 10 – 100 m²/d)
 - poziom wodonośny plejstoceni-holoceni (T $\approx$ 500 m²/d)
- piętro wodonośne kredowe (wody zasolone).

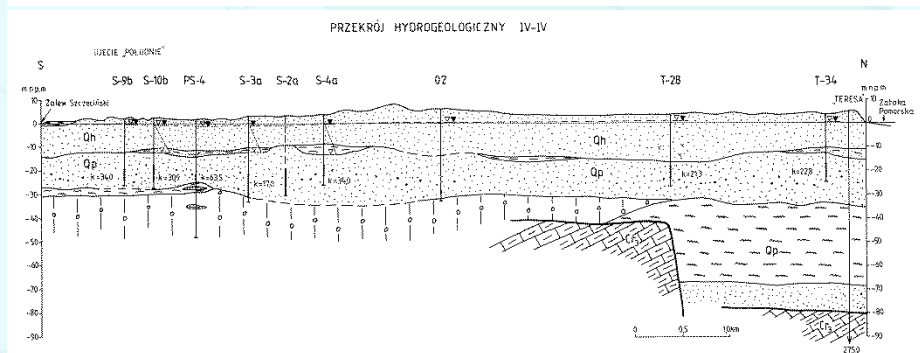
Pomiędzy poszczególnymi poziomami wodonośnymi występują liczne okna hydrogeologiczne ułatwiające migrację wód zasolonych.

Przy naturalnym układzie pola hydrodynamicznego, lustro wody w poziomie holoceni stabilizuje się powyżej ustabilizowanego lustra poziomu plejstoceni-holoceni, zazwyczaj różnica ta wynosi od kilku do kilkunastu centymetrów. Wody piętra kredowego charakteryzują się niższym ciśnieniem niż wody piętra czwartorzędowego. Na stacji hydrogeologicznej w Świnoujściu lustro wody w piezometrze ujmującym wody poziomu kredowego, stabilizują się około 0,5 m poniżej stabilizacji wód w poziomach czwartorzędowych.

Przepływ wód podziemnych na omawianym terenie nie jest ograniczony strukturalnie i odbywa się zgodnie ze spadkiem zwierciadła wody, tj. w stronę wód przybrzeżnych: Bałtyku, Zalewu Szczecińskiego i Świny oraz obniżeń zajętych przez jeziora i obszary podmokłe wokół jezior: Zerninsee, Wolgastsee, Gothensee. Dział wód powierzchniowych i podziemnych rozdziela spływ wód podziemnych w trzech kierunkach: w kierunku Świny, Zalewu Szczecińskiego i Bałtyku.

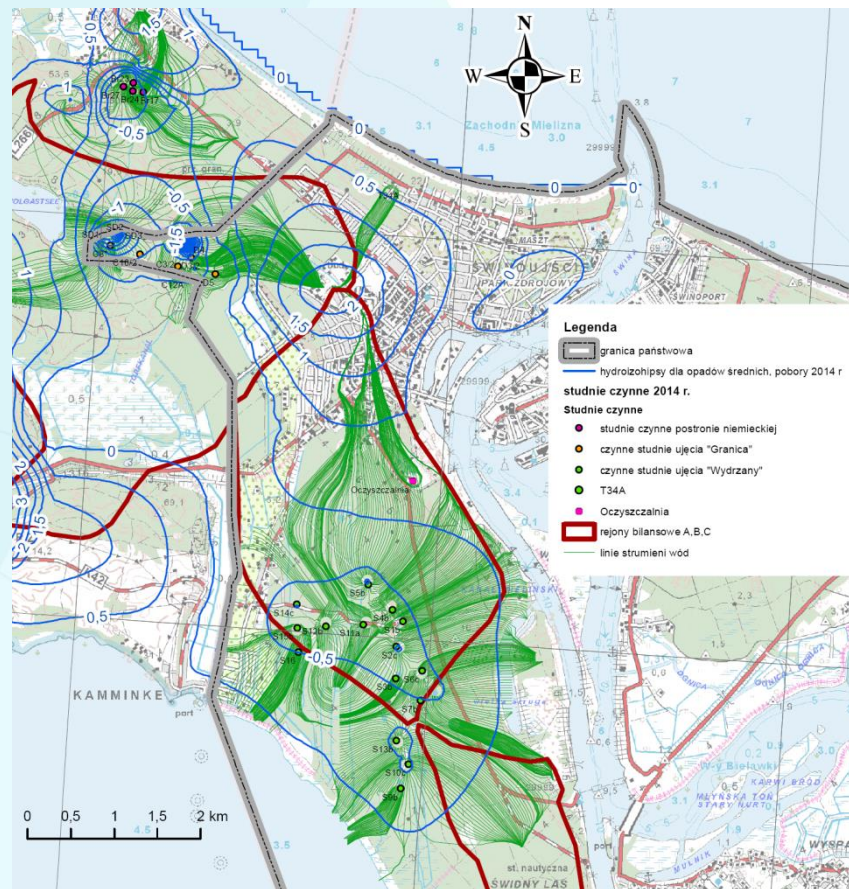
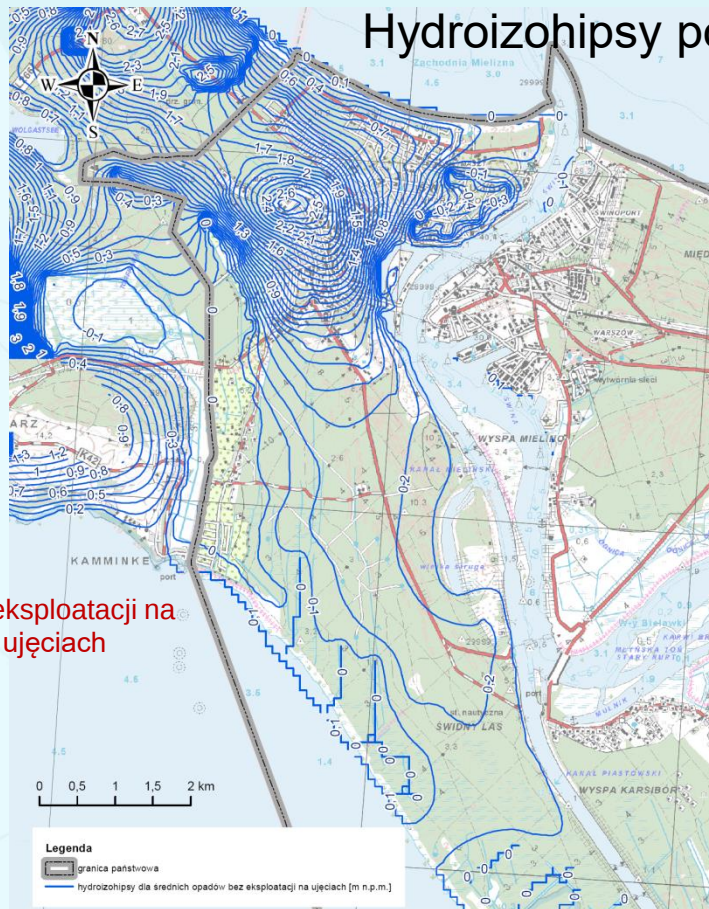
System krążenia wód podziemnych można sprowadzić do następującego schematu:

- w warunkach naturalnych wody podziemne w obrębie wyspy zasilane są wyłącznie w wyniku infiltracji opadów atmosferycznych,
- w warunkach intensywnej eksploatacji ujęć następuje intensyfikacja dopływu bocznego z wód przybrzeżnych i jezior.



Hydroizohipsy poziomu użytkowego

Bez eksploatacji na
ujęciach





Zasilenie wód

Legenda

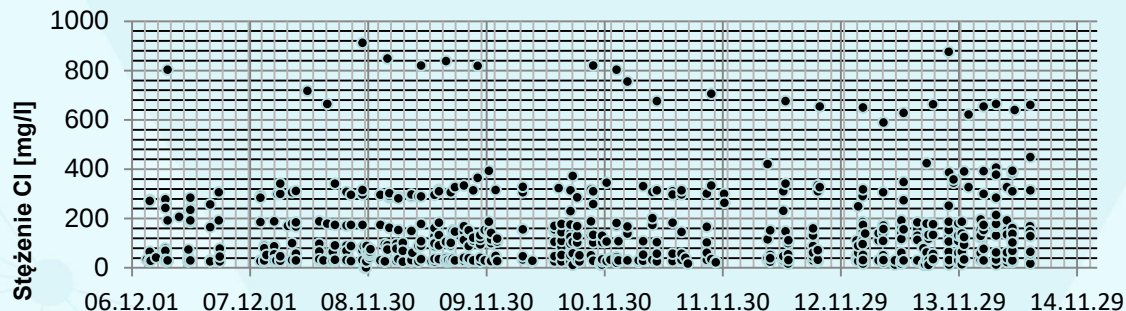
- zasilenie w I i II poz. wodonośnym (infiltracja z rowów (2014 r.)
- zasilenie w II poziomie wodonośnym (ascenzja) (2014 r.)
- zasięg zasilania 1974
- zasięg zasilania 1992
- zasięg zasilania 2008
- zasięg zasilania 2011
- Profil SGE 2014 r. (PBG Warszawa)

- inderesja wód powierzchniowych (brzegowa oraz poprzez wlewy do systemów melioracyjnych i naturalnych obniżen międzywymowych, sięgających głęboko w ląd)
- ascenzja – dopływ wód z poziomu kredowego poprzez okna hydrogeologiczne w warunkach zmiany ciśnień wymuszonych eksploatacją wód na ujęciach

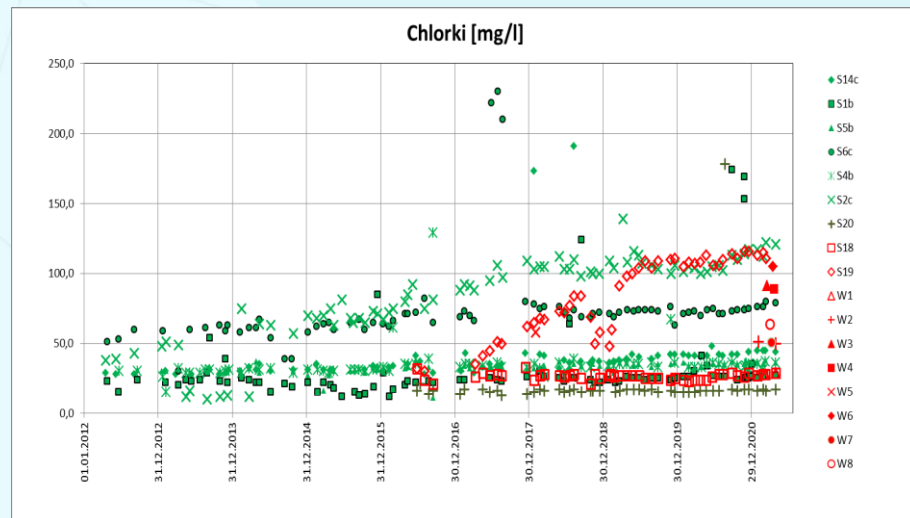
- analizę sytemu melioracyjnego i odpływu wód powierzchniowych z wyspy do Zalewu,
- analizę i ponowną interpretację archiwalnych wyników badań elektrooporowych,
- dodatkowe badania geoelektryczne na ciągach o długości około 1,8 km,
- analizy chemiczne w zakresie jonu Cl⁻ dla prób z wód powierzchniowych i podziemnych,
- analizy izotopowe 4 prób wód podziemnych i 1 wód powierzchniowych (Zalew) w zakresie: $\delta^{34}\text{S}(\text{SO}_4^{2-})$, $\delta^{13}\text{C}(\text{DIC ang. dissolved inorganic carbon})$, $\delta^{37}\text{Cl}$, $\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})$, $\delta^2\text{H}(\text{H}_2\text{O})$



Monitoring jakości wody podziemnej i badania wód powierzchniowych



Chlorki [mg/l]

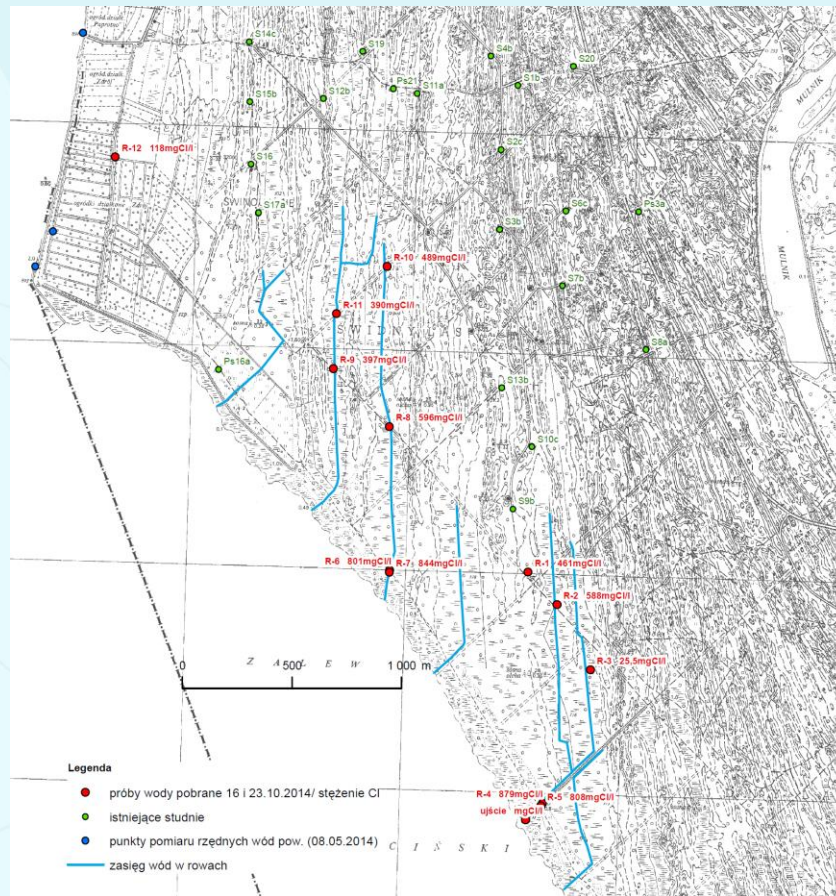


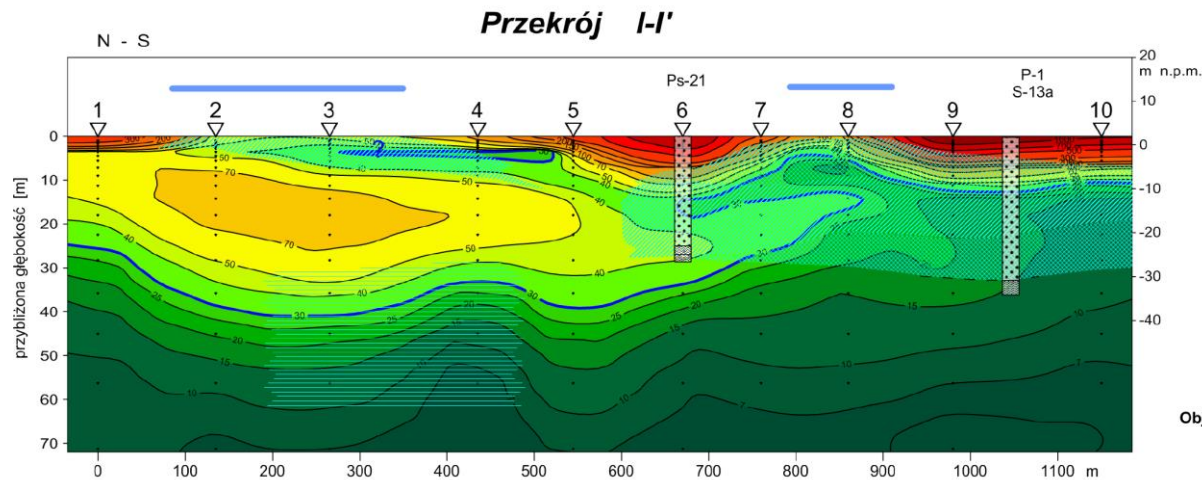
Średnia zawartość chlorków w wodzie ujęcia „Wydrzany” dla lat 2009-2014 wynosiła 115 mg/l, przy stałej tendencji wzrostowej.

W pierwszej połowie roku 2021 średnie stężenie chlorków, przed włączeniem do eksploatacji studni oznaczonych jako „W”, wyniosło 160 mg/l

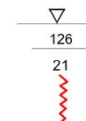


Zasięg wód stagnujących w rowach przy średnich stanach wód w Zalewie Szczecińskim. Stężenie jonu chlorkowego w wodach powierzchniowych





Objaśnienia



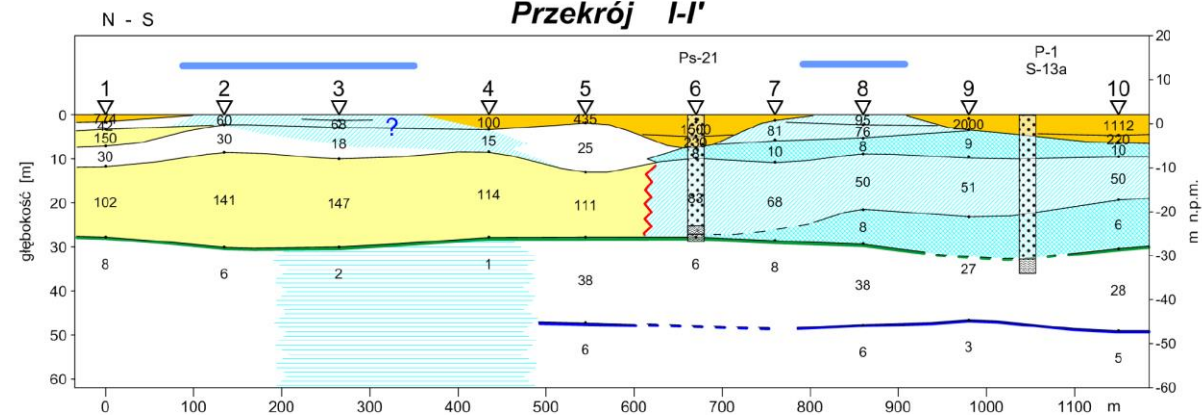
- stanowiska wykonanych sondowań geoelektrycznych (SGE)
- warstwy geoelektryczne wydzielone na podstawie komputerowego modelowania danych pomiarowych SGE
- z wartościami elektrycznego oporu właściwego w omometrach
- granice wyraźnych zmian oporu elektrycznego pomiędzy punktami SGE związane z frontem zasolenia wód w głównej warstwie wodonośnej

Wydzielenia litologiczne w otworach



- przypowierzchniowy kompleks utworów piaszczysto-żwirowych z możliwymi przewarstwieniami glin, w górnych partiach odwodnionych, zawodnionych lokalnie w spagu.
- piaski, żwir, kompleksy piaszczyste z dominującym udziałem utworów piaszczystych - zawodnione
- gliny piaszczyste
- gliny jednorodne
- gliny na marglach kredy

- warstwy/utwory przepuszczalne nasycone wodami zasolenymi (anomalny spadek wartości oporu w stosunku do litologii)
- warstwy/utwory przepuszczalne z symptomami zasolenia wód (znaczący spadek oporu w stosunku do litologii)
- strefa prawdopodobnej ascencji wód zasolonych z podłoża do warstw czwartorzędowych
- strefy ewentualnego przenikania zasolonych wód z rowu melioracyjnego w głąb
- powierzchnia spągowa czwartorzędowego kompleksu utworów zawodnionych
- uchwyty fragmentarycznie strop utworów kredy





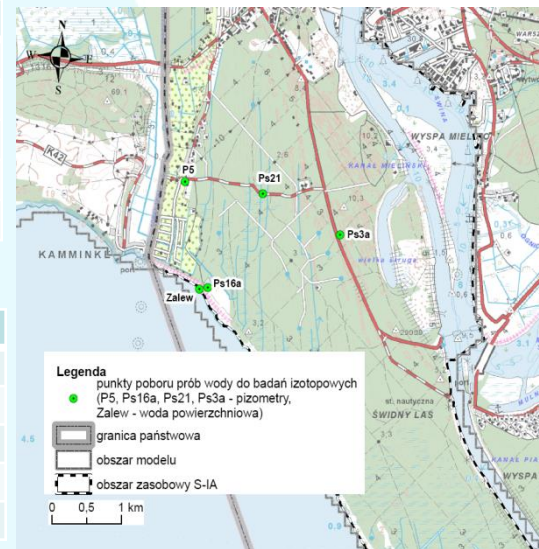
Badania izotopowe – określenie genezy zasolenia

W 2014 roku wykonano analizy izotopowe 4 prób wód podziemnych i 1 wód powierzchniowych (Zalew) w zakresie: $\delta^{34}\text{S}(\text{SO}_4^{2-})$, $\delta^{13}\text{C}(\text{DIC ang. dissolved inorganic carbon})$, $\delta^{37}\text{Cl}$, $\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})$, $\delta^2\text{H}(\text{H}_2\text{O})$

Nazwa próby	mgCl/l	mgSO ₄ /l	mgNO ₃ /l	mgCa/l	mgK/l	mgNa/l	mgMg/l
P5	891	7	0,54	20,4	7,7	621,1	6,55
Zal	723	127	<0,10	97,4	13,8	368	43,3
Ps3a	138	39	1,5	74,5	3,96	63,3	5,45
Ps21	369	129	<0,10	170	3,44	193	12,9
Ps16a	737	96	<0,10	143	13,8	443	38,9

Wyniki analizy chemicznej prób pobranych do analizy izotopowej

Próbka	$\delta^{34}\text{S}_{(\text{SO}_4^{2-})}$ [‰] V-CDT	$\delta^{13}\text{C}_{(\text{DIC})}$ [‰] V-PDB	$\delta^{18}\text{O}_{(\text{H}_2\text{O})}$ [‰] V-SMOW	$\delta^2\text{H}_{(\text{H}_2\text{O})}$ [‰] V-SMOW	$\delta^{37}\text{Cl}_{(\text{Cl-})}$ [‰] SMOC
P5	55.4	-2.2	-9.8	-67.1	-1.04
Zal	12.6	-6.6	-6.0	-43.6	0.03
Ps3a	2.1	-11.8	-9.3	-66.7	-0.08
Ps21	16.6	-0.1	-8.5	-57.7	-0.01
Ps16a	37.6	-14.4	-7.6	-56.4	0.16



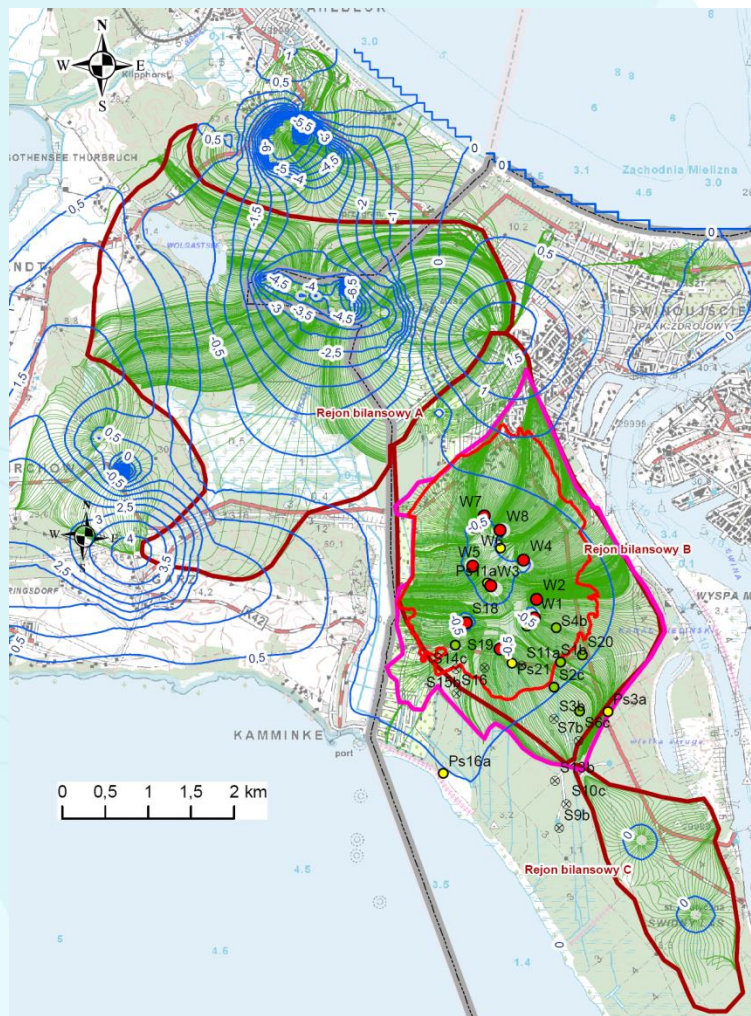


Wyraźnie „odrębna” od pozostałych jest próbka P5. Jej skład chemiczny i izotopowy kształtowany jest przez udział wód pochodzących z głębokiego przepływu w strukturach mezozoicznych – aktywnych hydrogeochemicznie;

W przypadku próbki Ps16a, pochodzącej z piezometru przyległego do wybrzeża Zalewu Szczecińskiego, „składowa” pochodząca z Zalewu Szczecińskiego (pośrednio „składowa morska”) ma większy udział (w czasie poboru próbek) niż w próbce Z1 (woda z Zalewu Szczecińskiego);

W piezometrach Ps3a i Ps21 „składowa” pochodząca z zewnętrznych wód powierzchniowych (pośrednio „składowa” morska) jest dominująca, co świadczy o genezie zasolenia związanej z infiltracją wód z Zalewu Szczecińskiego lub Kanału Mulnik.

Dynamika wód użytkowego poziomu wodonośnego po przesunięciu eksploatacji ujęcia „Wydrzany” do rejonu bilansowego B



3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Legenda

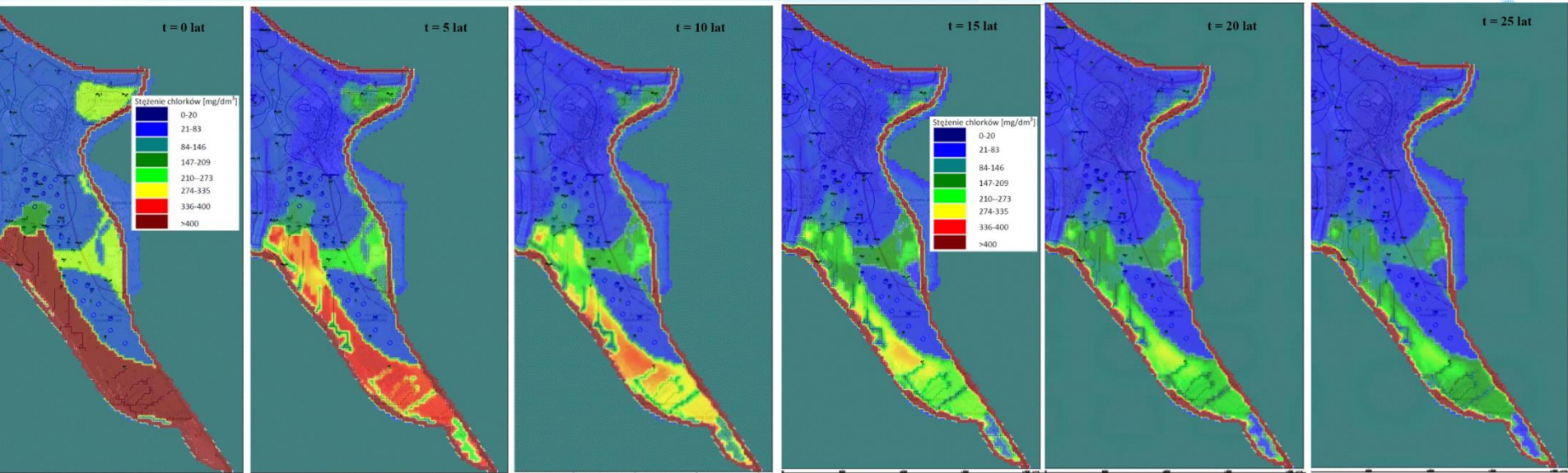
- Hydroizohipsy II warstwy wodonośnej przy Qdysp. w studniach podstawowych
- Obwódca izochron 25 lat - teoretyczny zasięg terenu ochrony pośredniej
- Obszar spływu wód do ujęcia "Wydrzany"
- studnie podstawowe
- studnie awaryjne
- piezometry
- studnie do likwidacji
- rejon bilansowy A,B,C
- granica państwowa



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Model transportu jonów chlorkowych



Model transportu masy wykonano na podstawie modelu przepływu wód przy poborach nie przekraczających ustalonych zasobów dyspozycyjnych polskiej części Wyspy Uznam. Obliczenia zostały wykonane programem MT3D (wersja MT3DMS). Po przeniesieniu ujęcia na północ, na obszarze z wodami zasolonymi, stężenia jonu chlorkowego będą się obniżać, i już po 15 latach na obszarze "zasolonym" średnie stężenia jonu Cl⁻ spadną poniżej 250 mg/l.

Zmiana miejsca poboru wód, w obrębie ustalonego podobszaru zasobowego B, spełni podstawowy cel środowiskowy jakim jest poprawa stanu wód podziemnych na wyspie Uznam

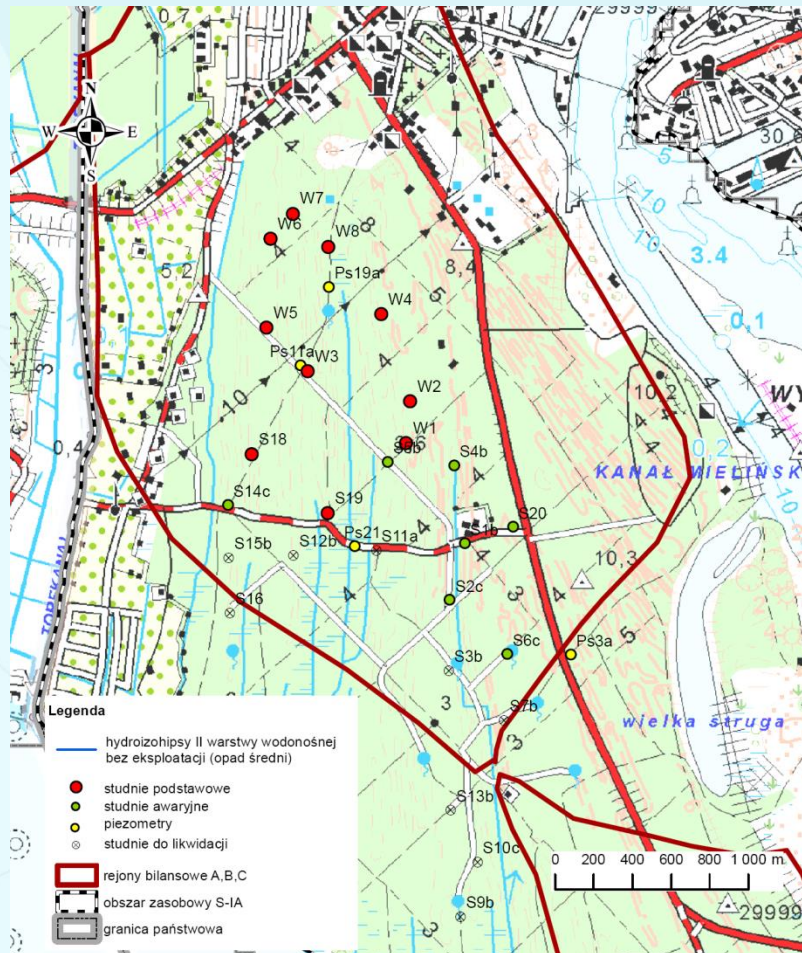


Studnie ujęcia „Wydrzany” (stan 07.2021)

Obecnie ujęcie posiada 10 studni podstawowych, przewidzianych do ciągłej eksploatacji: W1-W8 S18 i S19. Ponadto na ujęciu istnieje 7 studni awaryjnych: S1b, S2c, S4b, S5b, S6c, S14c, S20. Są to studnie czynne, które będą eksploatowane w przypadku awarii studni podstawowych, poza tym część z nich (S2c i S6c) będzie eksploatowana do czasu podłączenia do sieci nowo wykonanych w roku 2021 studni z szeregu oznaczonego literą W.

Na ujęciu znajdują się studnie nieczynne, przewidziane do likwidacji: S16, S9b, S10c, S13b, S7b, S3b, S15b, S12b, S11a.

Obecnie ujęcie składa się z 10 studni podstawowych (P) oraz 7 studni awaryjnych (A).



Legenda

- hydroizohipsy II warstwy wodonośnej bez eksploatacji (opad średni)
- studnie podstawowe
- studnie awaryjne
- piezometry
- studnie do likwidacji
- rejony bilansowe A,B,C
- obszar zasobowy S-IA
- granica państwowa



Pobory wód na ujęciach wód podziemnych Świnoujścia

Pobór wód na ujęciu Wydrzany prowadzony jest w oparciu o pozwolenie wodnoprawne udzielone przez Dyrektora Zlewni w Szczecinie decyzją z dnia 01.12.2021 r. (SZ.ZUZ.4.4210.262.2021.KW).

Jednostki poborów / zasobów dyspozycyjnych	Pobory wód na ujęciu Wydrzany wg pozwolenia w-p z 2021 r	Zasoby dyspozycyjne w podobaszrze zasobowym B (wg dok. 2012 r.)	Zasoby dyspozycyjne w podobaszrze zasobowym B (wg dok. 2015 r.)
Qmaxs [m³/s]	0,0683		
Qmaxh [m³/h]	300		
Qhśr [m³/h]	122,0	87,5	122,1
Qśrd [m³/d]	2928	2100	2930
Qmaxd [m³/d] (Qmaxh x 24 h)	7200		
Qmaxr [m³/rok] (Qśrd x 365 d)	1068720	766500	1069450

WODA POBRANA Z UJĘĆ				
2020				
ogółem rok 2020 =	2772221			
	UW-1 Granica	UW-5 Wydmy	UW-8 Odra	UW-6 Wydrzany
styczeń	33139	22961	10973	146394
luty	41991	20733	10970	135294
marzec	33704	22439	15084	138271
kwiecień	73751	21685	14253	81314
maj	86212	21860	16431	82085
czerwiec	82620	21525	20838	124189
lipiec	86349	24844	16058	163218
sierpień	87606	25318	16860	175179
wrzesień	58111	24125	14429	161168
październik	53271	24851	15688	145252
listopad	37439	23174	15085	118478
grudzień	21261	24966	18696	142079
suma	695454	278481	185365	1612921



Obecny stan zaopatrzenia Świnoujścia w wodę

Zapotrzebowanie na wodę dla części Świnoujścia położonej na Uznamie, prognozowane na 2030 rok, wynosi $Q_d = 9846 \text{ m}^3/\text{dobę}$, $3\,593\,790 \text{ m}^3/\text{rok}$. Maksymalny pobór wód na wyspie Uznam, który może być nie większy od zasobów dyspozycyjnych, wynosi: $Q_D = 7140 \text{ m}^3/\text{dobę}$, $2\,606\,100 \text{ m}^3/\text{rok}$.

Po dostosowaniu poborów wód na ujęciach „Granica” i „Wydrzany” do wielkości nie większych niż zasoby dyspozycyjne, miasto Świnoujście w części położonej na wyspie Uznam, będzie miało deficyt wody do spożycia w wysokości około $987\,690 \text{ m}^3/\text{rok}$, tj. około $2706 \text{ m}^3/\text{dobę}$.

Dla pokrycia tego deficytu Miasto Świnoujście i Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Świnoujściu przygotowują obecnie dwie inwestycje, które po zrealizowaniu będą dostarczać dodatkową ilość wody do spożycia: spoza wyspy Uznam (z ujęcia wody podziemnej Kodrąbek na wyspie Wolin) oraz z wód powierzchniowych (projektowane ujęcie wód ze starorzecza Mulnik).



WNIOSKI

1. Ustalanie zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarach deficytowych powinno odbywać się w ścisłej współpracy hydrogeologów z lokalnymi zakładami wodociągowymi.
2. Zmiana lokalizacji studni, dająca korzystne zmiany jakości i ilości wód możliwych do pobrania w ramach ustalonych zasobów dyspozycyjnych, może być jedną z metod optymalizacji poboru wód.
3. Zastosowanie takiego podejścia, uwzględniającego wymogi Dyrektywy Wodnej odnośnie poprawy stanu wód podziemnych, umożliwiło zwiększenie możliwości poboru wód podziemnych z ujęcia „Wydrzany” o 39%.

