



Ustalanie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych

Mirosław Lidzbarski

**proste zadanie
czy
trudne wyzwanie**



Zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych



Zasoby eksploatacyjne

ilość wód podziemnych możliwych do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska.

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej z dnia 18 listopada 2016 r. Dz.U. 2016 poz. 2033)

Zasoby eksploatacyjne (Q_e)

są wyrażane w jednostkach objętościowych w jednostce czasu [m^3/h] przy odpowiedniej depresji [m]:

S_w – w warstwie wodonośnej,

S_c – w otworach.

Ustala się je z jednoczesnym wyznaczeniem **obszaru zasobowego** oraz z uwzględnieniem zasobów dyspozycyjnych zbiornika wód podziemnych, w obrębie którego znajduje się ujęcie.



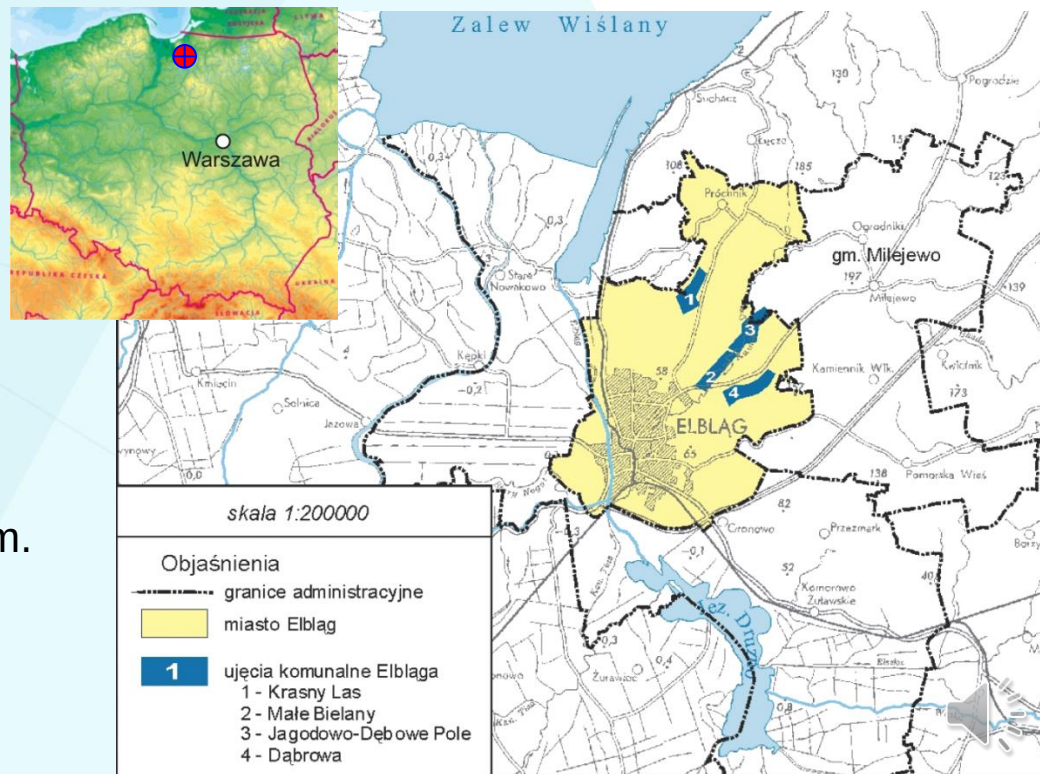
Problemy dokumentowania zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych na przykładzie ujęć Elbląskich



Ujęcia wysoczyznowe Elbląga:

- 1 – „Krasny Las”**
- 2 – „Małe Bielany”**
- 3 – „Jagodowo-Dębowe Pole”**
- 4 – „Dąbrowa”.**

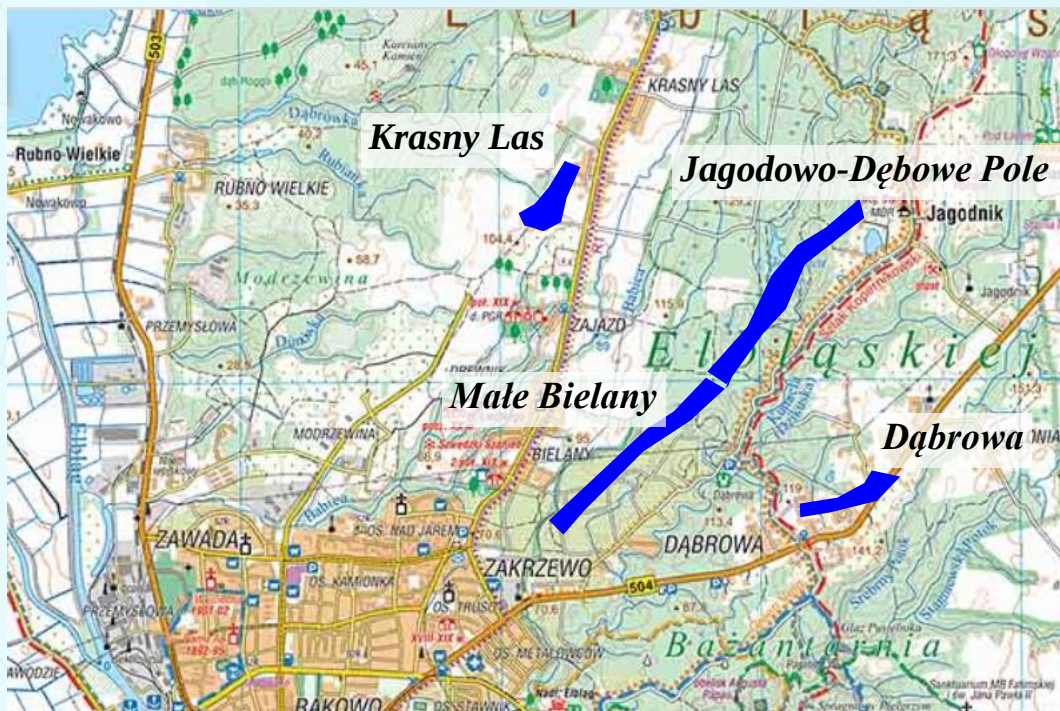
Ujęcia oddalone są od siebie 1–2,5 km.



Lokalizacja, zasoby wód powierzchniowych

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Ujęcia zlokalizowane na zachodnim skłonie Wzniesień Elbląskich.

Rzędne terenu 70–140 m n.p.m.

Najwyższe wzniesienie Góra Srebrna – 198,5 m n.p.m.

Powierzchnia terenu urozmaicona głęboko wciętymi dolinami licznych potoków o charakterze górskim: Kumiela, Kamionka, Babica.

W górnym biegu Kumeli sztuczny zbiornik – Jez. Goplenica 115 m n.p.m.

Liczne obszary źródliskowe.

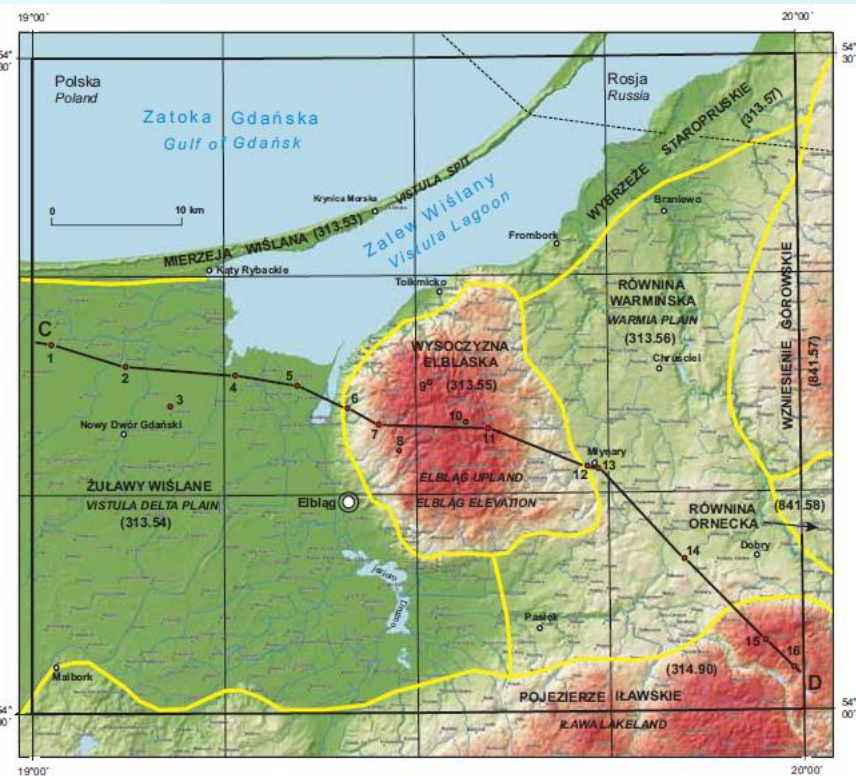
Obszar wysoczyzny zasobny w opady: od 656 mm w Elblągu do 747 mm w Milejewie. Klimatyczny roczny bilans wodny dodatni od 132 mm do 289 mm.

Znaczne zasoby wód powierzchniowych, spływ jednostkowy Kumieli – $9,3 \text{ dm}^3/\text{s.km}^2$. Prawie dwukrotnie przekracza średnią wartość dla Polski.



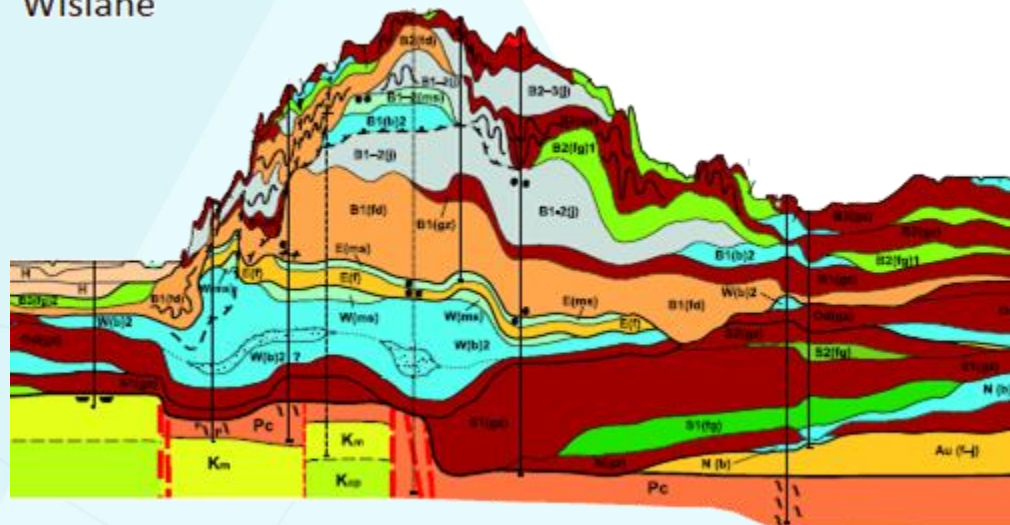
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Budowa geologiczna



Żuławy
Wiślane

Wzniesienia Elbląskie



Skomplikowana budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne Wzniesień Elbląskich są wynikiem zaburzeń glacytektonicznych. Znaczący udział w ich powstawaniu miały uskoki w osadach przedkenezoicznych.

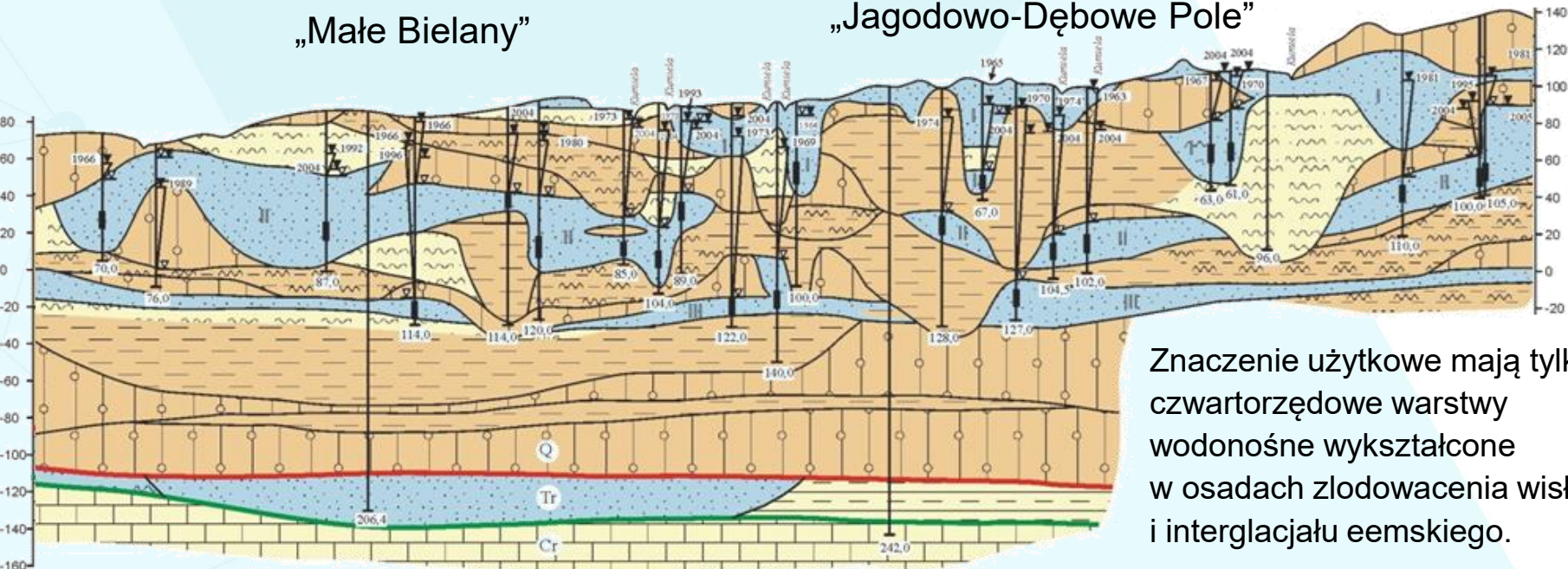


Warunki hydrogeologiczne



„Małe Bielany”

„Jagodowo-Dębowe Pole”



Znaczenie użytkowe mają tylko czwartorzędowe warstwy wodonośne wykształcone w osadach zlodowacenia wisły i interglacjału eemskiego.

Cechuje je brak ciągłości, chociaż lokalnie łączą się ze sobą.

Występują warstwy wodonośne: górna (I), środkowa (II) i dolna (III). Każda z nich ma różne rozprzestrzenienie, a miąższość jest zmienna: od 5 m do 55 m.



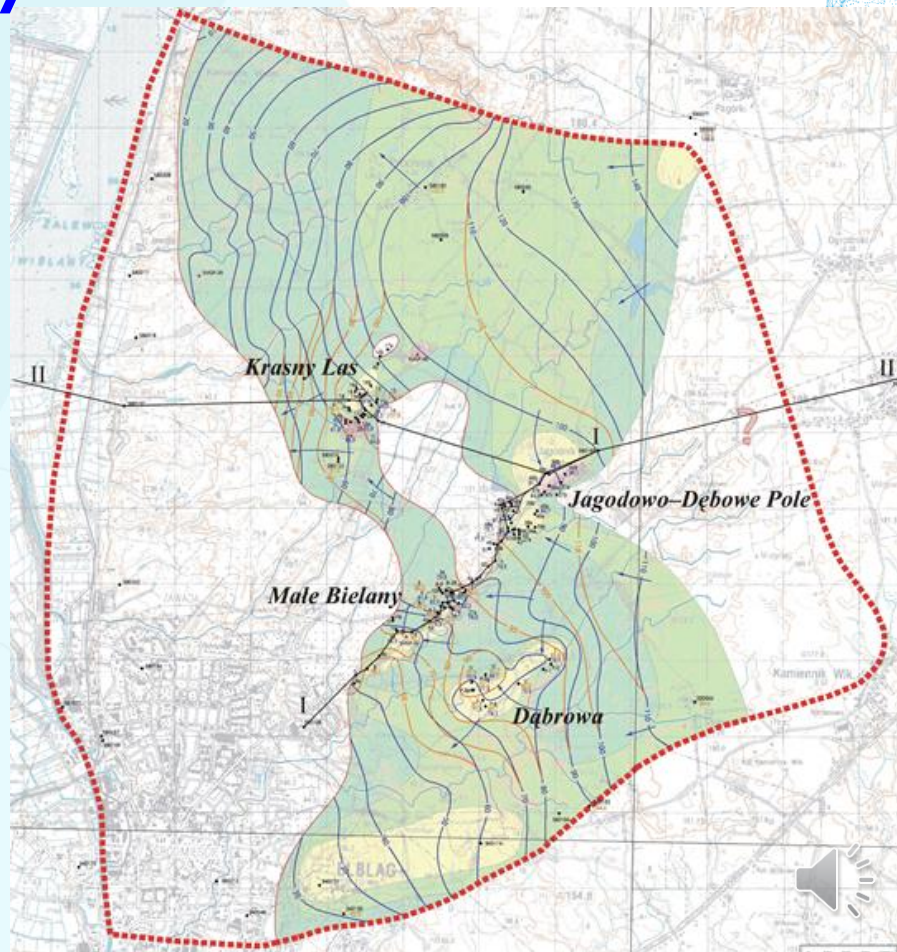
Dynamika wód podziemnych

Zasilanie systemu wodonośnego odbywa się na obszarze Wzniesień Elbląskich, głównie na drodze infiltracji opadów atmosferycznych. Bazą drenażu są obszary nizinne Żuław Wiślanych i Zalew Wiślany oraz lokalnie ciekі spływające z wysoczyzny.

Zwierciadło wody

- środkowej i dolnej warstwy wodonośnej jest napięte,
- górnej z reguły swobodne,
- w dolinie rzeki Kumieli jest w związku hydraulicznym z wodami powierzchniowymi.

Początkowo, w wielu miejscach stabilizowało się ponad powierzchnią terenu.



Ujęcia wysocyzynowe Elbląga



Ujęcia „**Krasny Las**”, „**Małe Bielany**” oraz „**Jagodowo-Dębowe Pole**” powstały przed II Wojną Światową. Do lat 60. ub. wieku eksploatowane były systemem lewarowym. Od lat 50. ub. wieku rozpoczęto całkowitą przebudowę ujęć. Powstały nowe studnie, które eksploatowały wodę pompami głębinowymi.

W okresie powojennym wykonano łącznie 101 otworów o głębokości od 31 do 242 m. Wzrastające zapotrzebowanie na wodę pitną w latach 70. przyczyniło się do dalszej rozbudowy ujęcia

„**Jagodowo-Dębowe Pole**”. Ponadto w latach 1987–1989 wybudowano nowe ujęcie „**Dąbrowa**”.

Ujęcia wyróżniały wysokie parametry eksploatacyjne studni (Q_e – od 40 m³/h do 140 m³/h).



Zasoby i przebieg eksploatacji wód



Ujęcie	Zasoby eksploatacyjne m³/h	
„Krasny Las”	297	875
„Małe Bielany”	334	
„Jagodowo-Dębowe Pole”	244	
„Dąbrowa”	270	
Razem	1245	

Zasoby eksploatacyjne (Q_e) ujęć „Krasny Las”, „Małe Bielany”, „Jagodowo-Dębowe Pole” zostały ustalone w latach 1969–1972. Natomiast dla ujęcia „Dąbrowa” w 1989 r.

W pierwszym okresie eksploatacji (1970–1986) pobór wody systematycznie wzrastał osiągając wysokość zasobów eksploatacyjnych na poszczególnych ujęciach: „Krasny Las”, „Małe Bielany”, „Jagodowo-Dębowe Pole”.

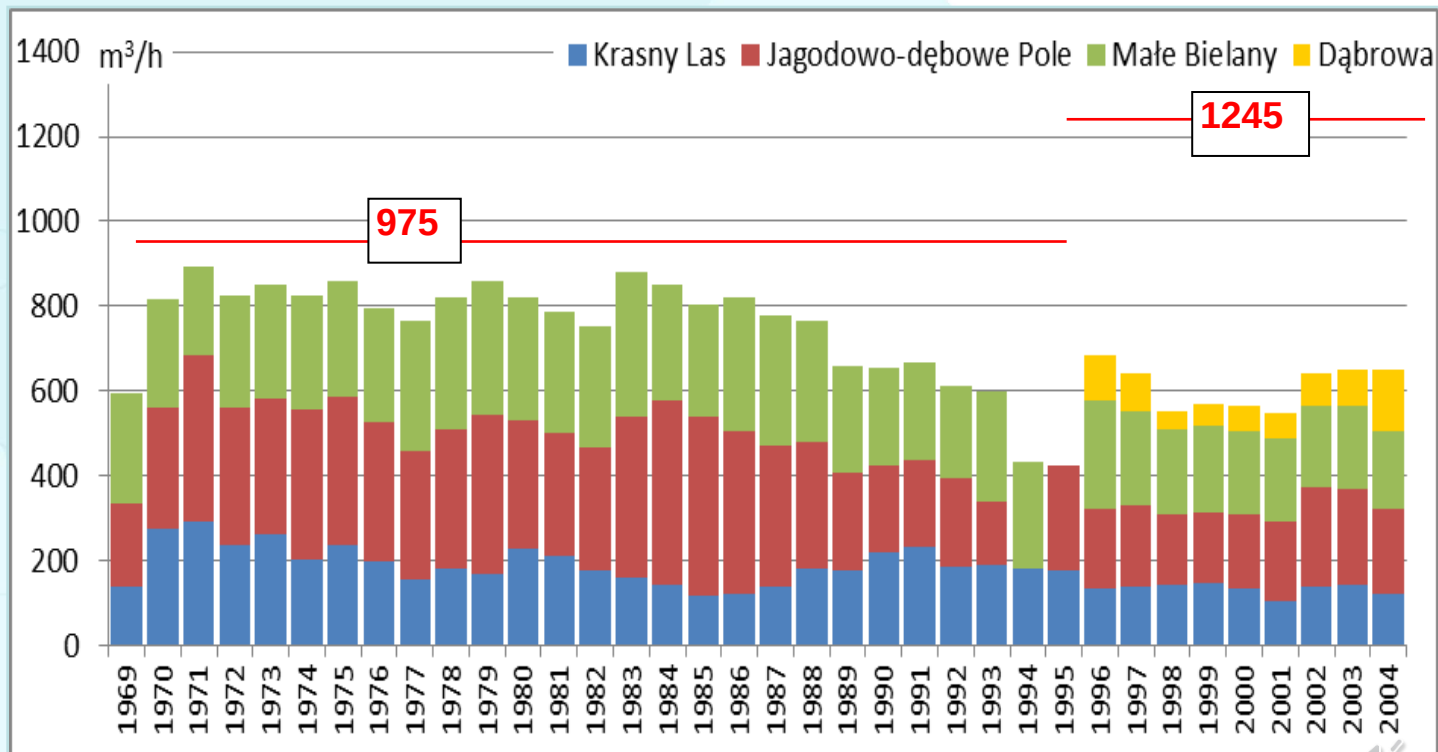
Wydajności eksploatacyjne studni także się nie obniżały.



Przebieg eksploatacji wód



Po 1988 r. możliwości eksploatacyjne ujęć malały.
Pobór wód był znacznie poniżej zasobów eksploatacyjnych.
Stan zaopatrzenia miał się poprawić po wybudowaniu ujęcia „Dąbrowa”. Okazało się to niemożliwe.



1245

975



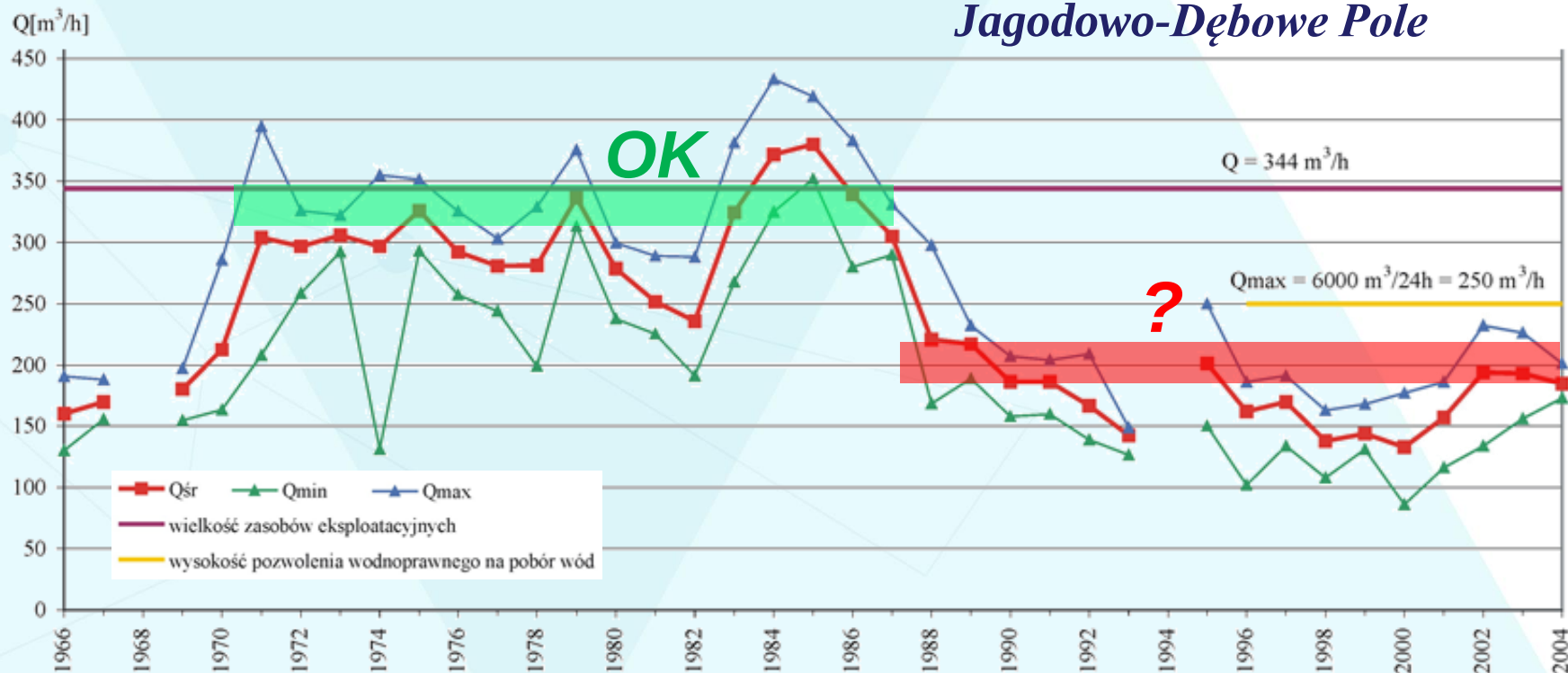
Przebieg eksploatacji wód

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



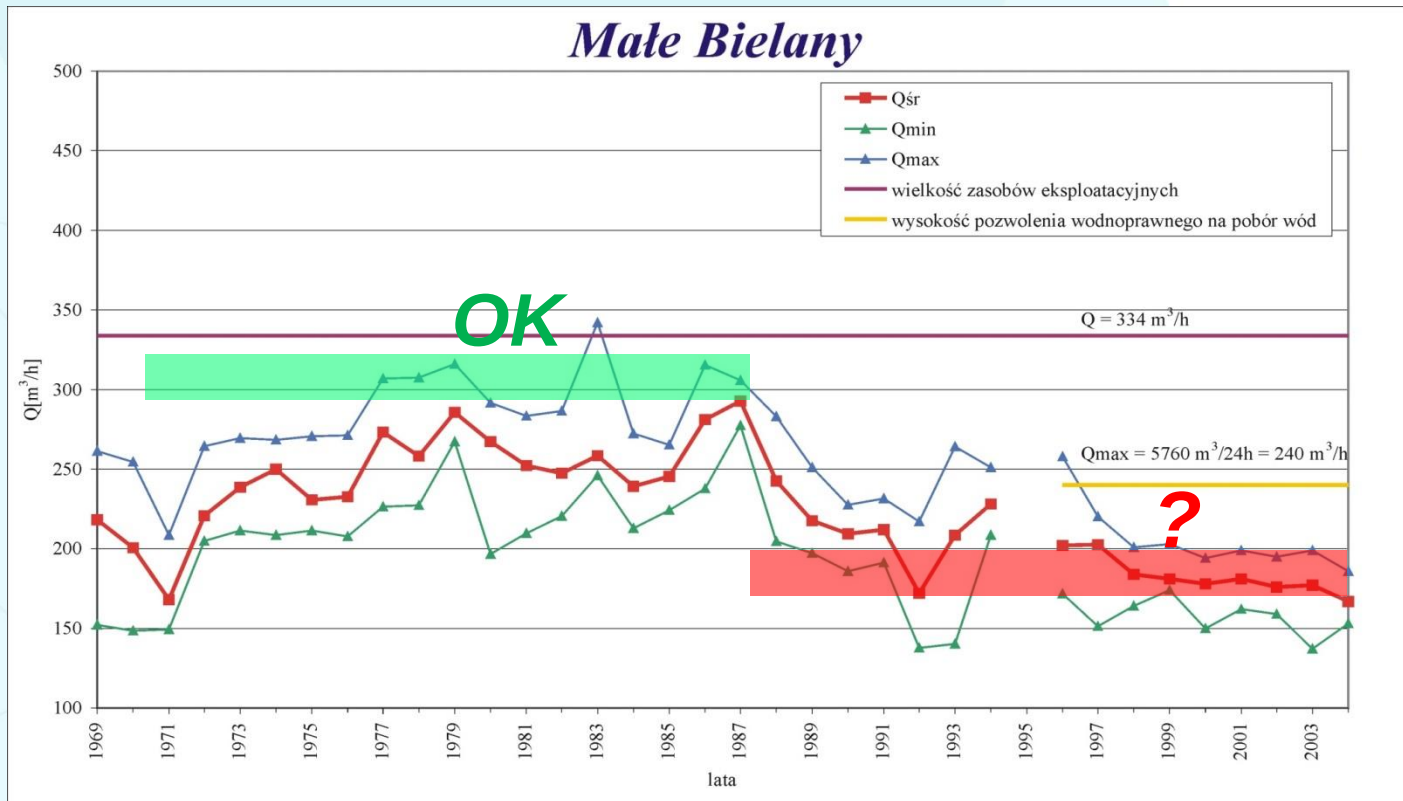
Jagodowo-Dębowe Pole



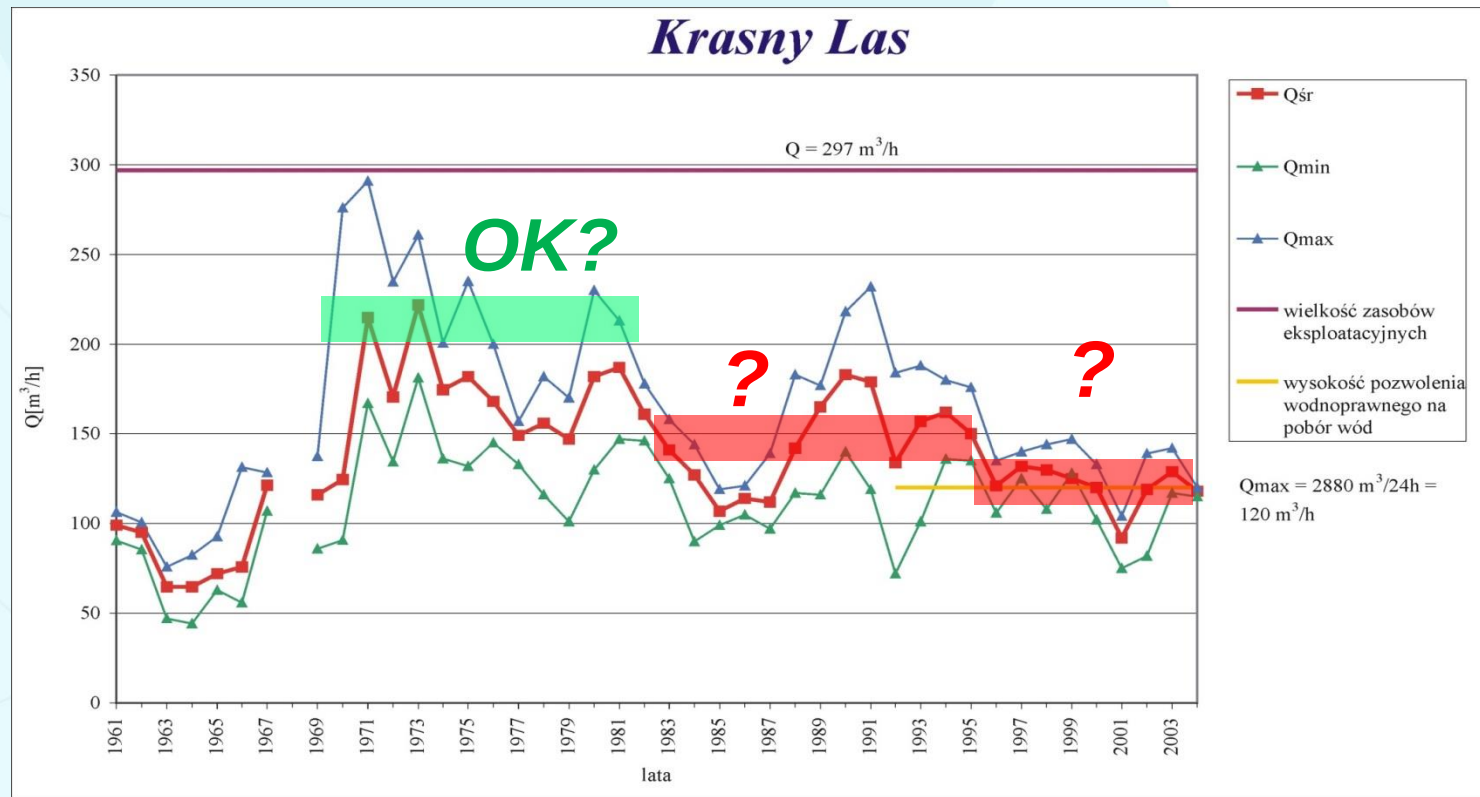
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



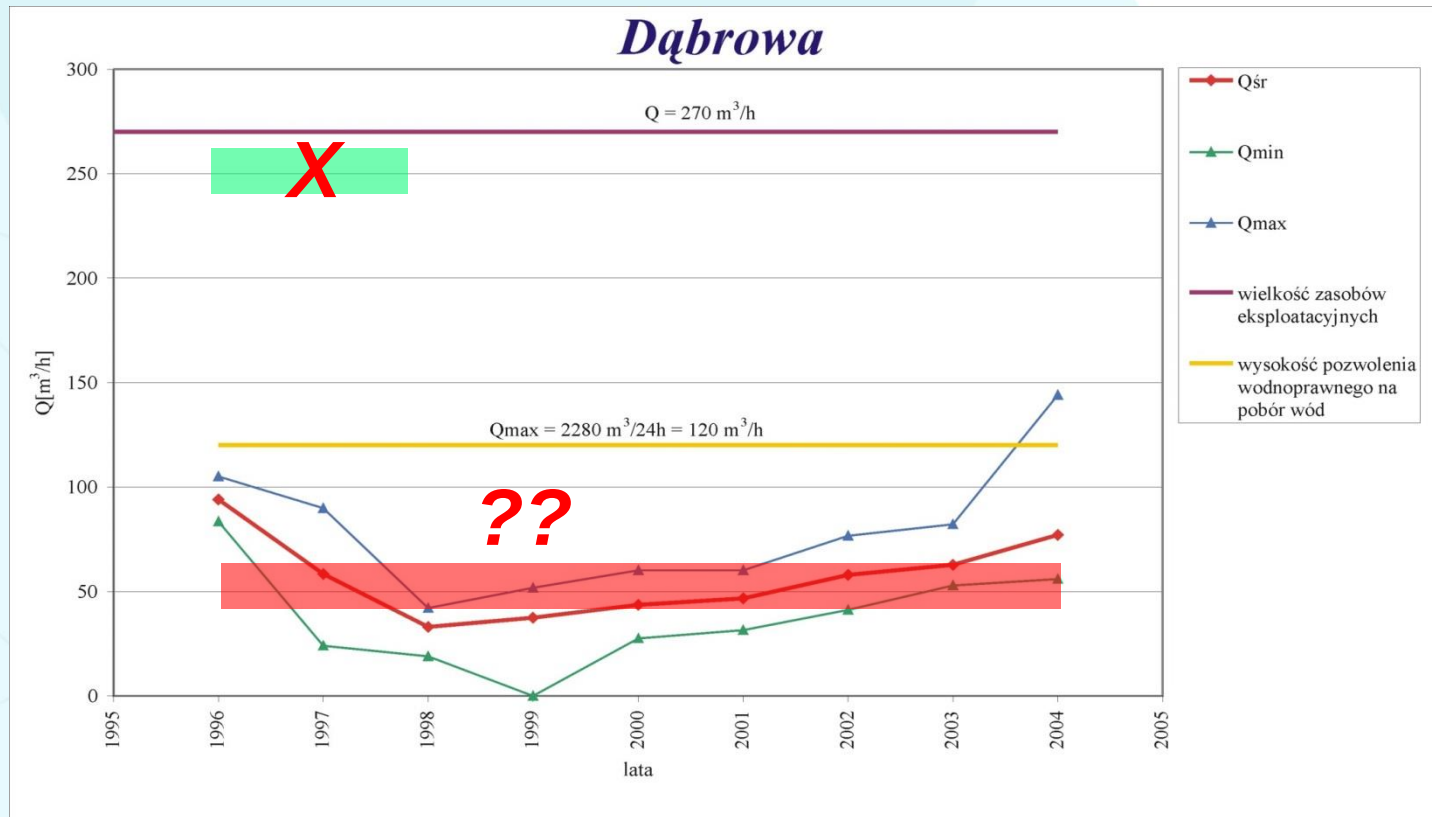
Przebieg eksploatacji wód



Przebieg eksploatacji wód



Przebieg eksploatacji wód



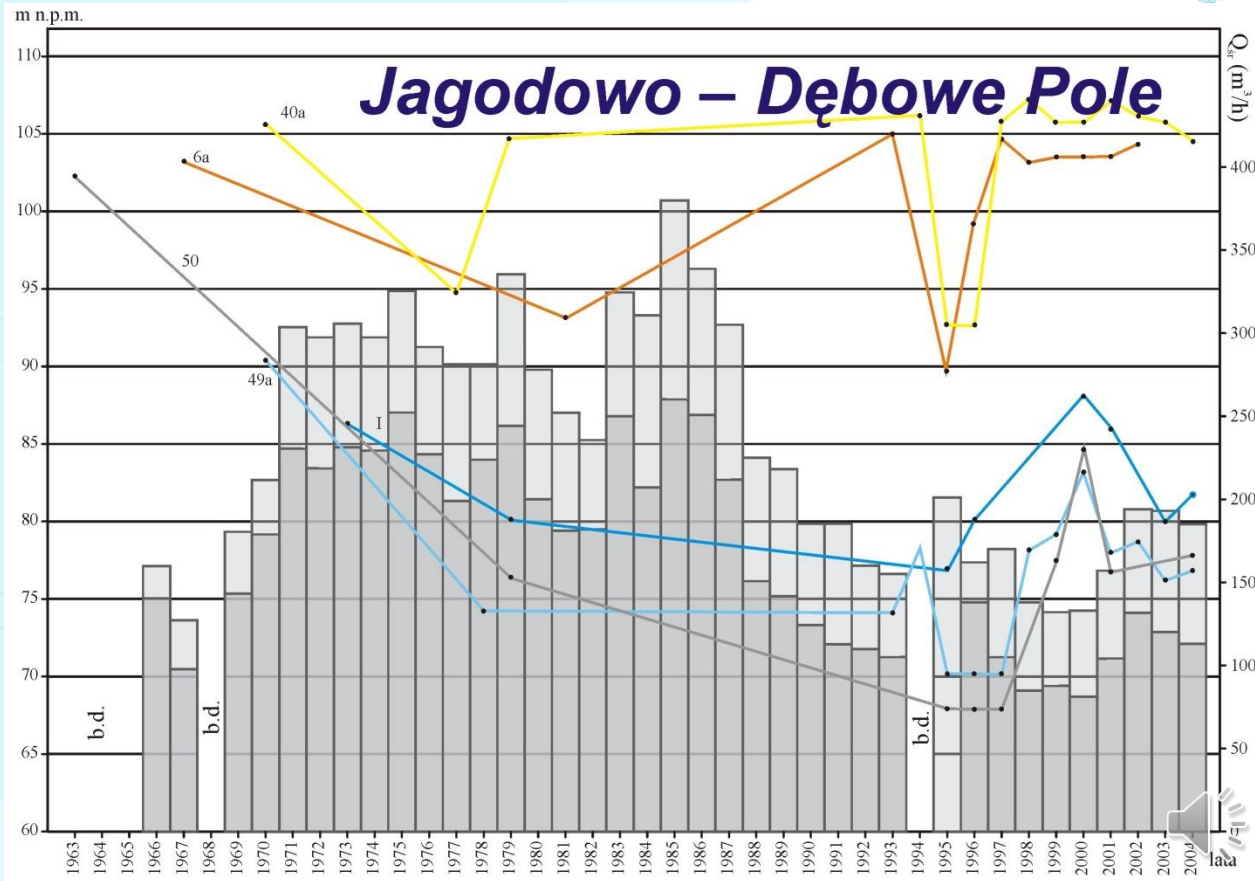
Zmiany hydrodynamiczne



W wyniku długotrwałej eksploatacji wód podziemnych powstały leje depresji, które po połączeniu się wytworzyły depresję rejonową sięgającą 40 m głębokości.

Największe zmiany dotknęły I warstwę wodonośną, która w niektórych miejscach została całkowicie osuszona i straciła znaczenie użytkowe.

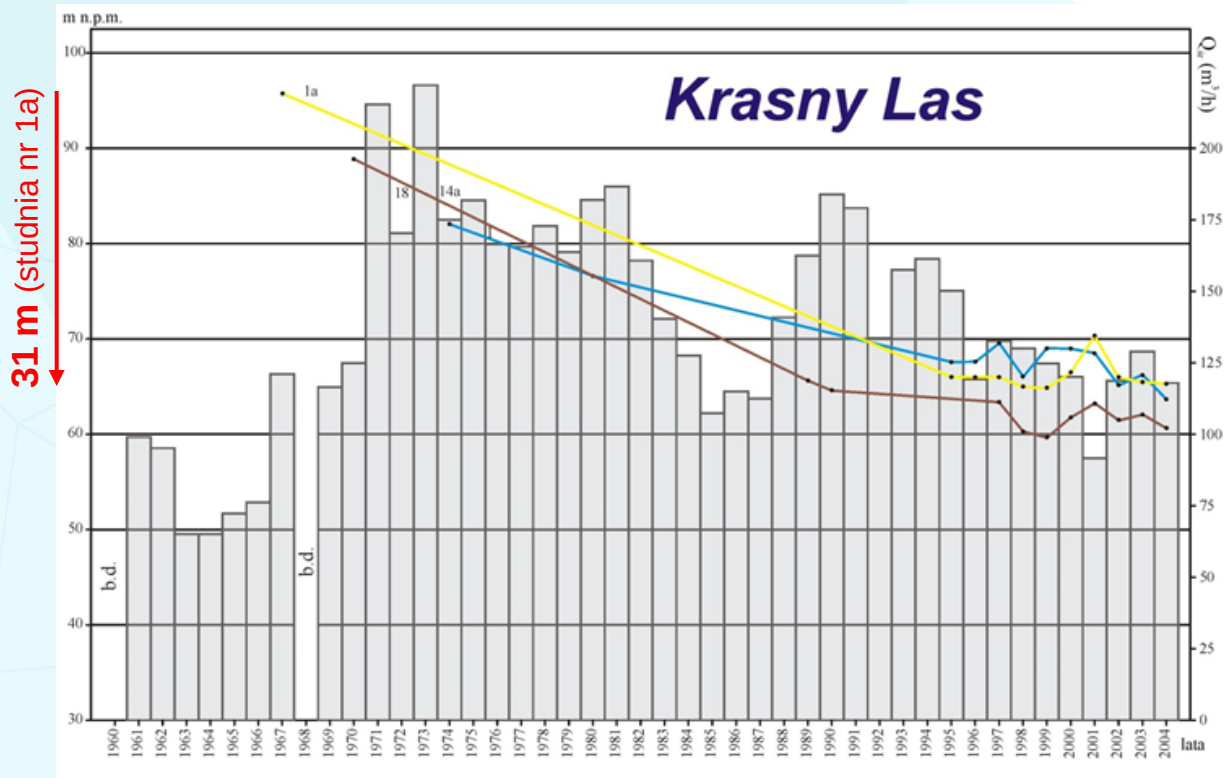
34 m (studnia nr 50)



Zmiany hydrodynamiczne

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



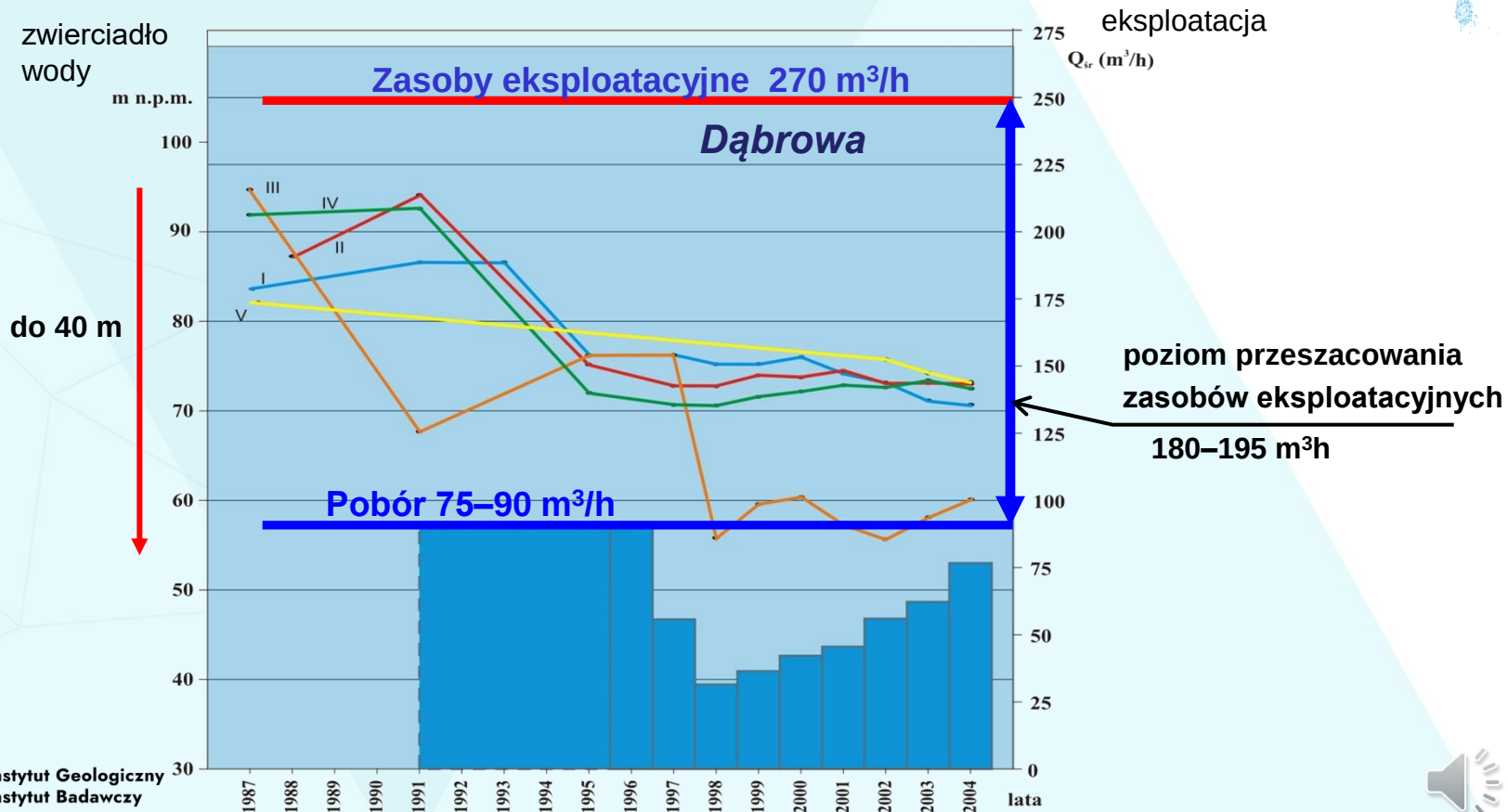
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Przeszacowanie zasobów

3FORUMPSH

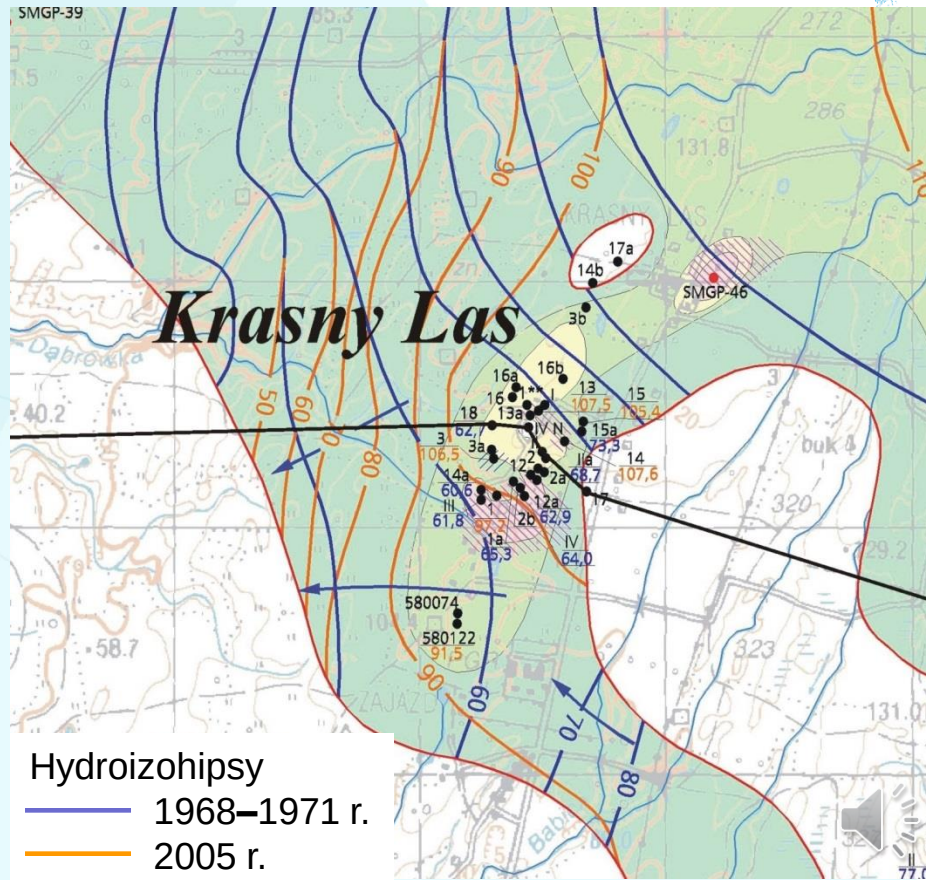
08 MARCA 2022; ON-LINE



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



08 MARCA 2022: ON-LINE



— 1968–1971 r.
— 2005 r.



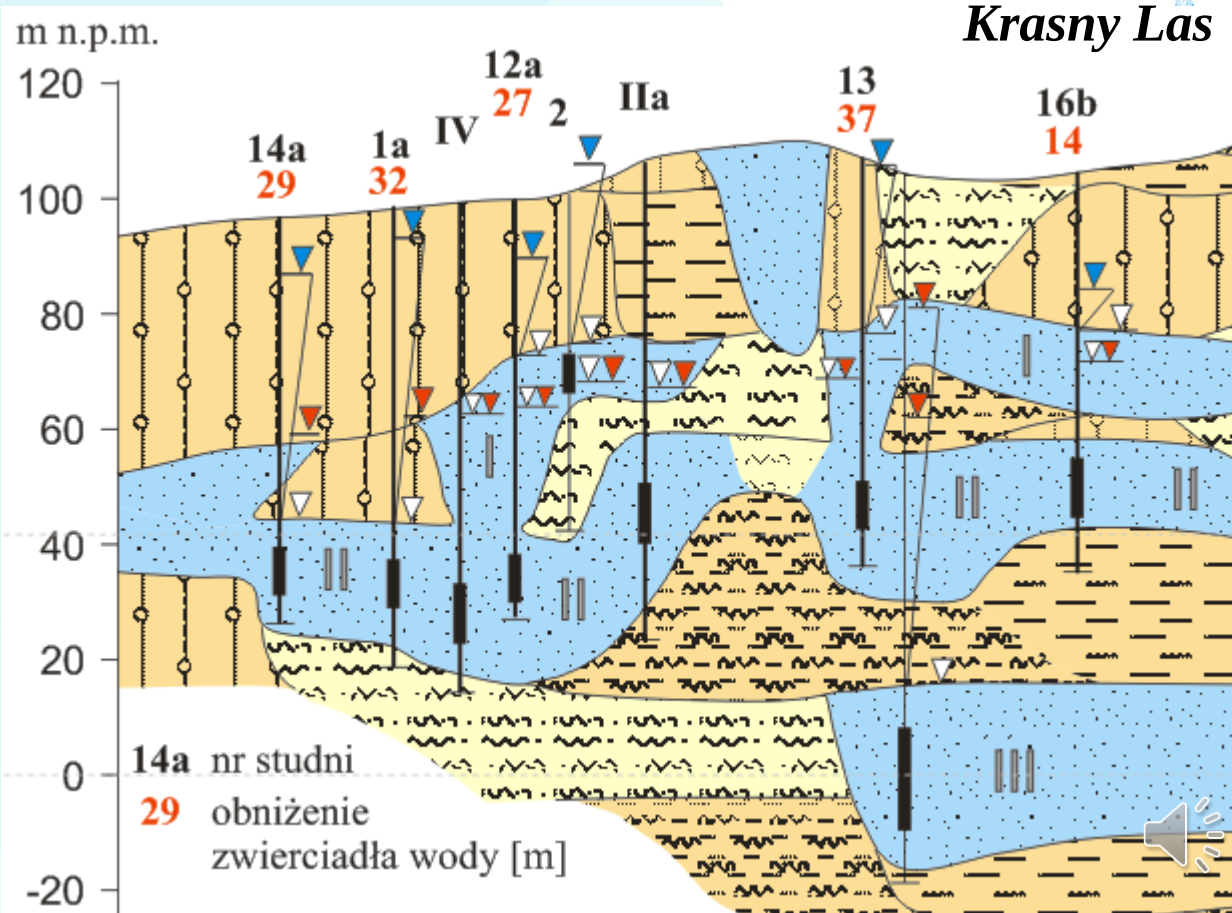
**Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy**

Zmiany hydrodynamiczne



Krasny Las

W trakcie eksploatacji wód podziemnych na ujęciu „Krasny Las” nastąpiło obniżenie się zwierciadła wody o 14–40 m. Niekorzystne zmiany utrwały się po uruchomieniu ujęcia „Dąbrowa”. Strefa zawodniona w I warstwie wodonośnej została zredukowana do kilku metrów, a miejscami prawie całkowicie osuszona.





1. Dlaczego po długim okresie eksploatacji ujęć wód podziemnych w wysokości ustalonych zasobów nastąpił spadek ich wydajność?
2. Dlaczego w trakcie eksploatacji ujęć następowało systematyczne obniżanie zwierciadła wód podziemnych, sięgające kilkudziesięciu metrów?
3. Co było przyczyną sczerpania zasobów statycznych w I warstwie wodonośnej na ujęciu „Krasny Las”?
4. Dlaczego zasoby ujęcia „Dąbrowa” aż trzykrotnie przekraczały rzeczywiste możliwości eksploatacyjne? A czemu na pozostałych ujęciach pobór wód w drugim okresie eksploatacji nie przekraczał połowy wartości zasobów eksploatacyjnych?
5. Jakie są rzeczywiste zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć?



Problemy badawcze – zakres prac i metody

Długi czas eksploatacji ujęć oraz prowadzony monitoring umożliwiły ocenę zasobów eksploatacyjnych metodami analitycznymi.

Ostateczna weryfikacja zasobów odnawialnych i eksploatacyjnych została dokonana na podstawie badań modelowych.

Całość prac badawczych i dokumentacyjnych została opracowana w formie dokumentacji hydrogeologicznej.



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
ODDZIAŁ GEOLOGII MORZA

JEDNOSTKA BADAWCZA: KRS 000102299, REGON 00030153 00072, NIP 525 000 50 40
80-528 Gdańsk, ul. Kościelna 5, tel. (58) 334 25 09, 334 31 35, fax (58) 334 25 15, www.pgi.gov.pl



DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych z utworów czwartorzędowych ujęć komunalnych Elbląga: *Krasny Las, Jagodowo-Dębowe Pole, Małe Bielany, Dąbrowa*

Zleciodawca:

Elbląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Elblągu Spółka z o.o.

Opracowali:

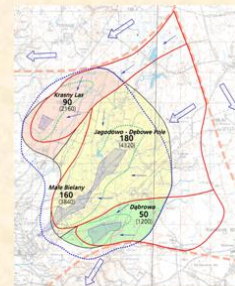
mgr Ewa Prussak
upr. geol. Nr 051124
Państwowy Instytut Geologiczny

mgr Mirosław Lidzbarski
upr. geol. Nr 051075
Państwowy Instytut Geologiczny

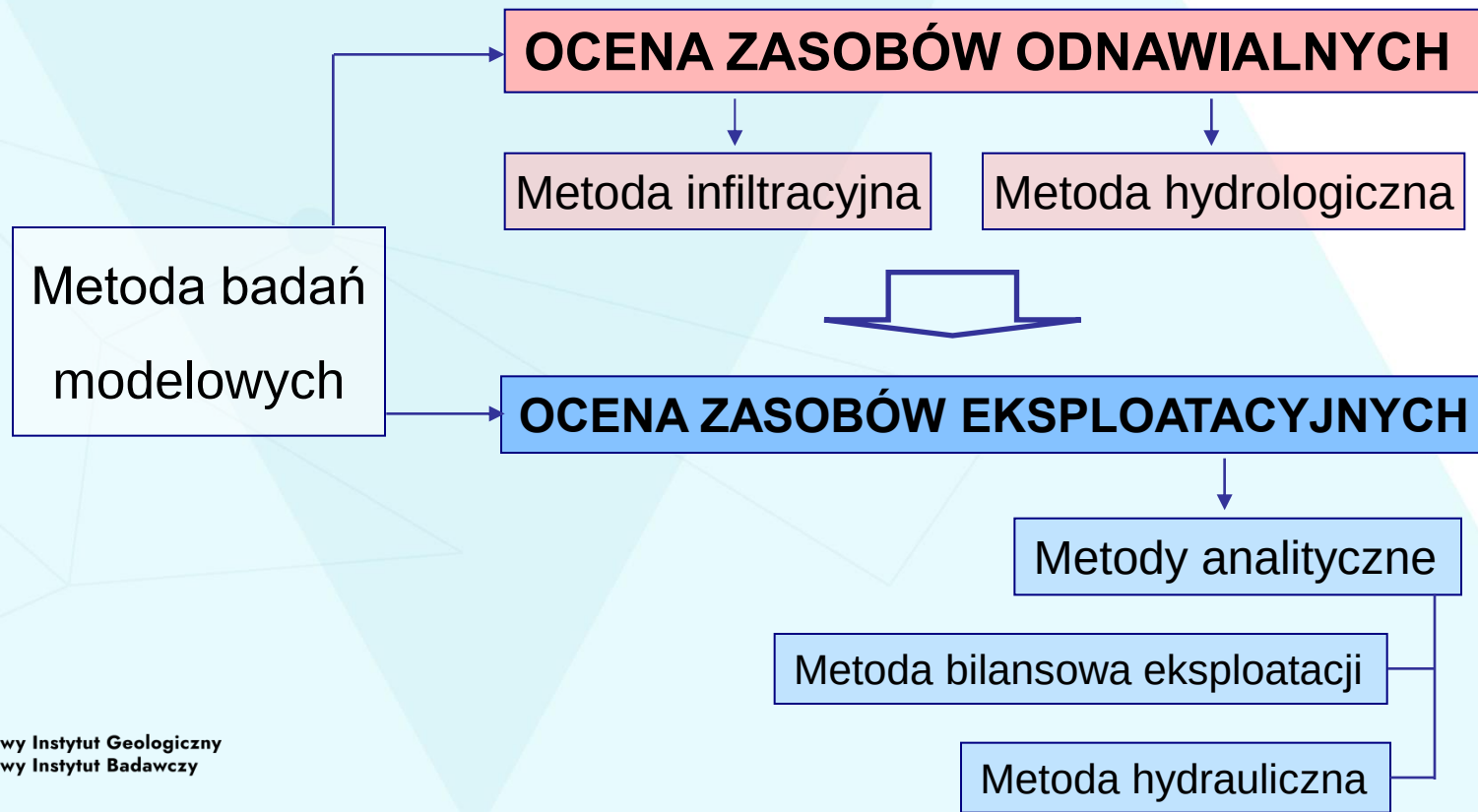
mgr inż. Zbigniew Kordalski
upr. geol. Nr V-1512
Państwowy Instytut Geologiczny

Konsultacje:

mgr inż. Andrzej Zaleski
upr. geol. Nr 030860



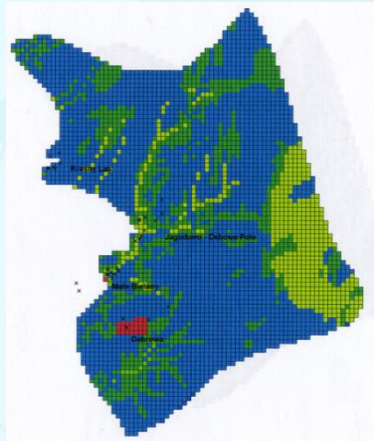
Procedura weryfikacji zasobów eksploatacyjnych



Badania modelowe

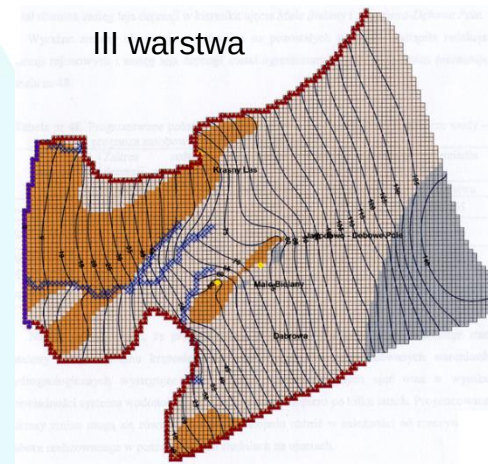
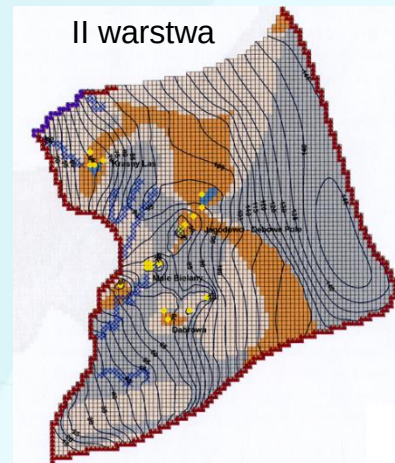


Zasilanie infiltracyjne



Wspólny obszar
zasobowy – 13 km²

Bilans wodny dla
obszaru zasobowego
ujęć: „Jagodowo-
Dębowe Pole”,
„Małe Bielany”

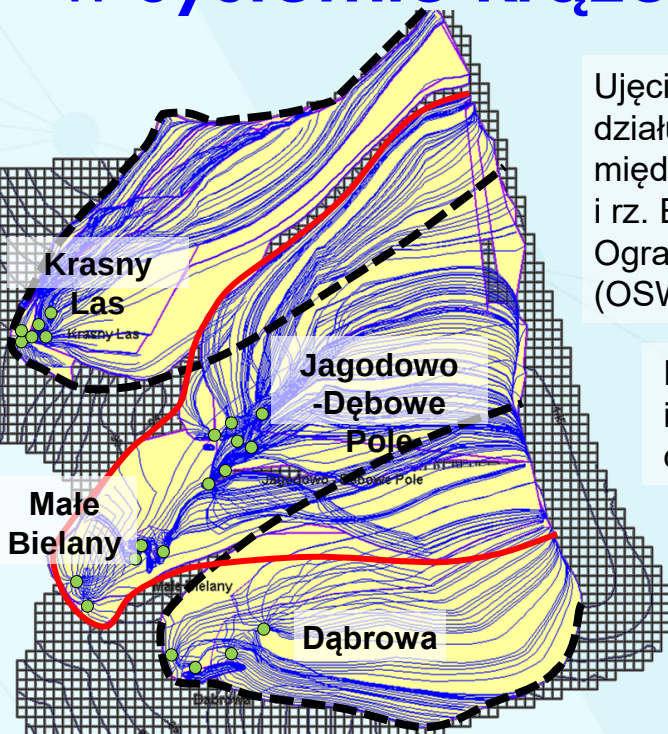


$$\begin{aligned}
 I + DB + R_z &= OB + R_d + Q \\
 254 + 112 + 73 &= 94 + 5 + 340 \quad \text{m}^3/\text{h} \\
 439 &= 439 \\
 58 + 25 + 17 &= 21 + 1 + 78 \quad \%
 \end{aligned}$$

I – infiltracja
DB – dopływ boczny
 R_z – zasilanie z rzek

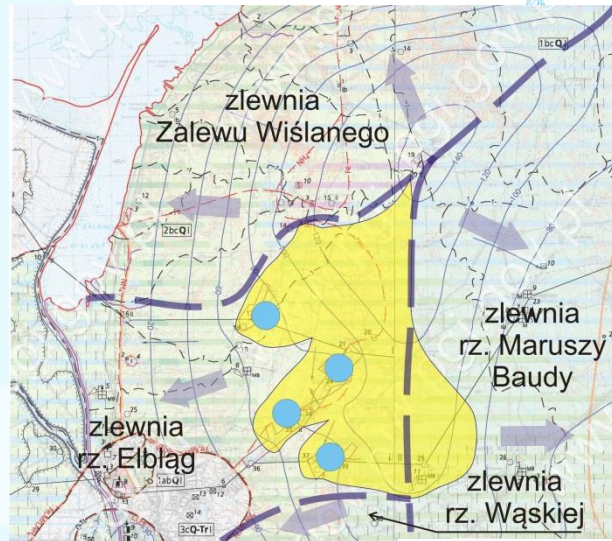
OB – odpływ boczny
 R_d – drenaż rzek
Q – pobór wód na ujęciu

Niekorzystne położenie ujęć w systemie krążenia wód



Ujęcia są zlokalizowane w pobliżu głównego działu wód podziemnych i powierzchniowych między zlewnią Zalewu Wiślanego i rz. Elbląg a zlewnią rz. Maruszy i rz. Baudy. Ogranicza on zasięg obszaru spływu wód (OSW) do wszystkich ujęć w kierunku E.

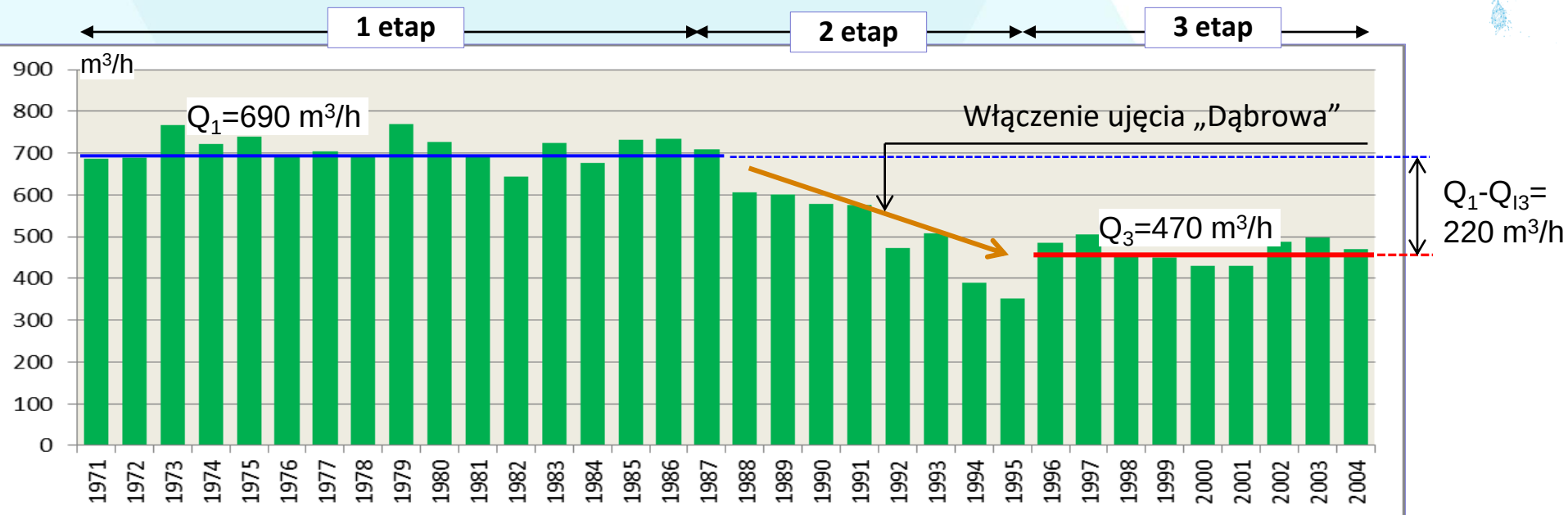
Rozwój OSW do ujęcia „Krasny Las” i „Dąbrowa” w kierunku N i S ogranicza dział Zalewu Wiślanego oraz rz. Wąskiej.



Największy OSW jest związany z ujęciami zlokalizowanymi w głęboko wciętej dolinie Kumieli: „Małe Bielany” oraz „Jagodowo-Dębowe Pole”. Przejmując część wód z sąsiednich OSW ujęcia „Krasny Las” i „Dąbrowa”. Ogranicza to znacząco zasoby odnawialne i eksploatacyjne tych ujęć.

Z powodu ww. czynników usytuowanie ujęć w systemie krążenia wód jest bardzo niekorzystne. Ogranicza ono zasoby wodne oraz negatywnie wpływa na system wodonośny ujęć „Krasny Las” i „Dąbrowa”.

Etapy zmian hydrodynamicznych



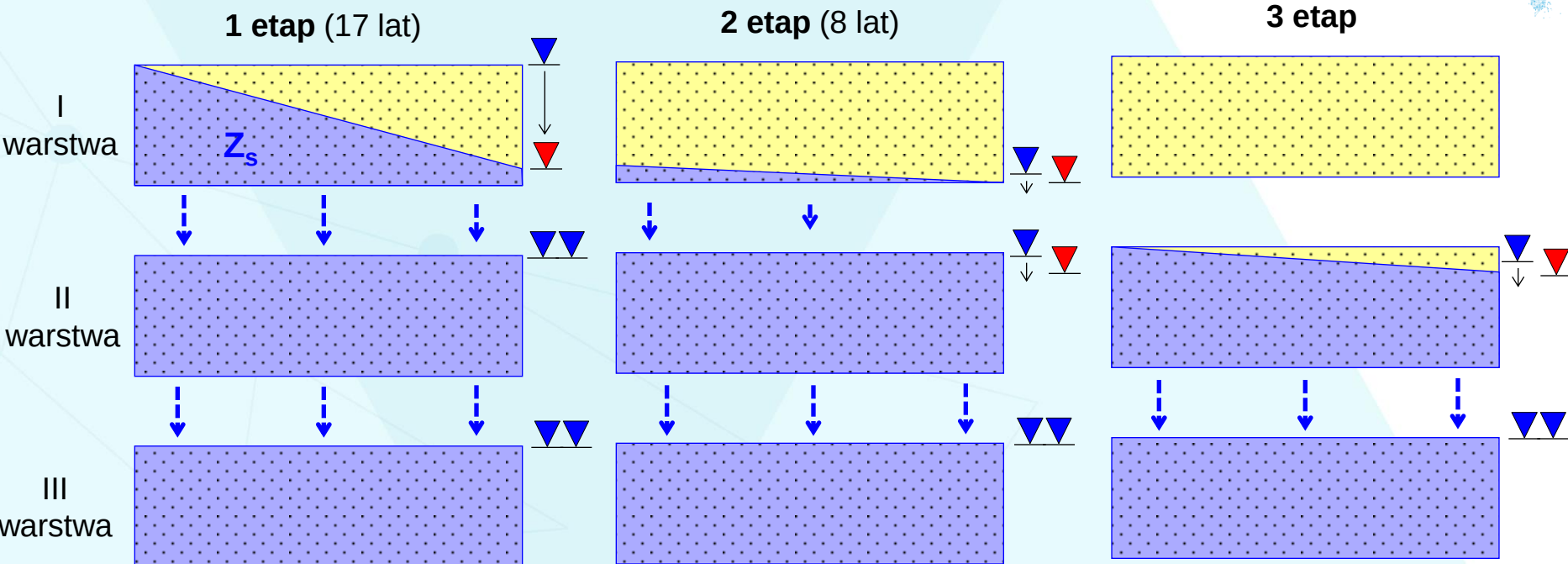
1 etap – pobór wód zbliżony do ustalonych zasobów eksploatacyjnych. Obniżanie się zwierciadła wody w I warstwie wodonośnej.

2 etap – malejące możliwości eksploatacyjne ujęć. Obniżanie się zwierciadła wody we wszystkich warstwach wodonośnych.

3 etap – ustabilizowanie się poboru wód i położenia zwierciadła wody na niższym poziomie.



Sczerpanie zasobów statycznych (Z_s)



$$Z_s = m \cdot A \cdot n_e$$

$$m=15 \text{ m}, \quad A=10,5 \text{ km}^2, \quad n_e=0,2$$

$$Z_s = 31\,500\,000 \text{ m}^3 = \mathbf{212 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Obniżenie wydajności
eksploatacyjnej ujęć
w 3 etapie – **220 m³/h**

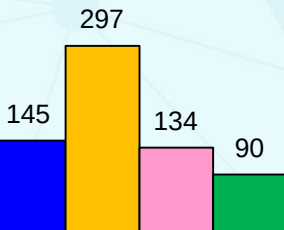


Wyniki obliczeń – zasoby wodne

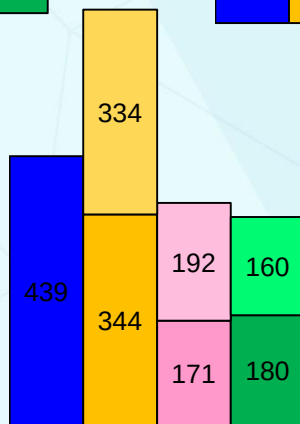
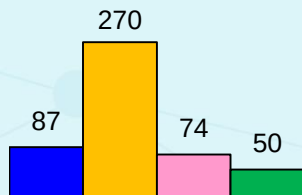


Powierzchnia obszaru zasobowego – 21,1 km²

Krasny Las

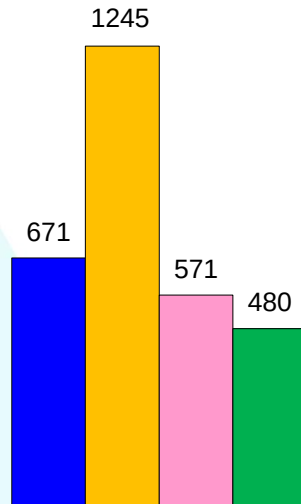
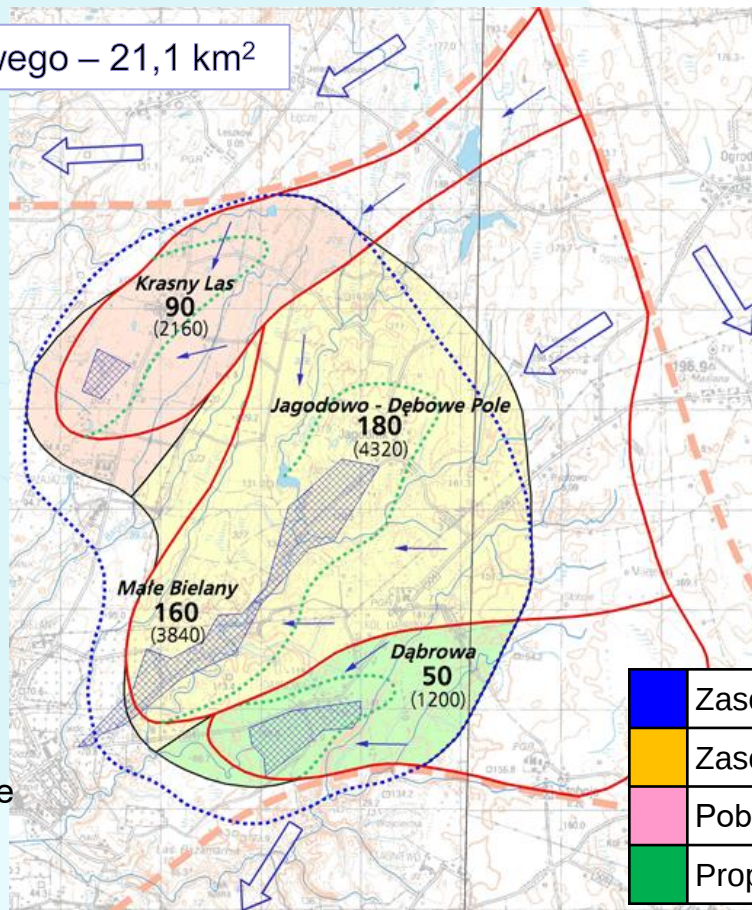
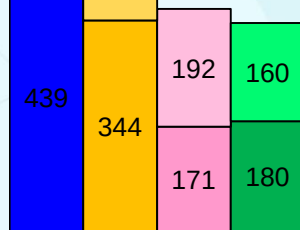


Dąbrowa



Małe Bielany

Jagodowo
-Dębów Pole



	Zasoby odnawialne
	Zasoby eksploatacyjne (Q _e)
	Pobór wód na ujęciach
	Proponowane (rzeczywiste) Q _e



1. Dlaczego po długim okresie eksploatacji ujęć wód podziemnych spadła ich wydajność?

W trakcie eksploatacji ujęć nastąpiło sczerpanie zasobów statycznych I warstwy. W pierwszym etapie pracy ujęć (1971–1987) II i III warstwa wodonośna była dodatkowo zasilana wodami I warstwy. Obniżające się w tym czasie możliwości eksploatacyjne studni bazujących na I warstwie były uzupełniane rozbudową ujęć w II i III warstwie wodonośnej.

2. Dlaczego w trakcie eksploatacji ujęć następowało systematyczne obniżanie zwierciadła wód podziemnych, sięgające kilkudziesięciu metrów?

Powodem było ograniczone zasilanie warstw wodonośnych, wynikające z małej powierzchni obszaru zasilania, nieciągłości warstw wodonośnych oraz wyczerpanie się zasobów statycznych I warstwy.





3. *Co było przyczyną szcerpania zasobów statycznych w I warstwie wodonośnej na ujęciu „Krasny Las”?*

Powodem były: niewielki obszar zasilania, nieciągłość warstwy wodonośnej, kaptaż wód do sąsiednich ujęć: „Małe Bielany”, „Jagodowo-Dębowe Pole”, niekorzystny kształt obszaru zasilania. Aby w pełni odbudować zasoby statyczne w I warstwie tego ujęcia trzeba byłoby wyłączyć je z eksploatacji na 26 lat.

4. *Dlaczego zasoby ujęcia „Dąbrowa” aż trzykrotnie przekraczały rzeczywiste możliwości eksploatacyjne?*

Zasoby ujęcia przekraczały rzeczywiste możliwości eksploatacyjne z uwagi na niewielki obszar zasilania, nieciągłość warstwy wodonośnej, kaptaż wód do sąsiednich ujęć „Małe Bielany” i „Jagodowo-Dębowe Pole”, niekorzystny kształt obszaru zasilania, a także: znikome zasilanie infiltracyjne na obszarze zasilania z uwagi na litologię nadkładu i głębokie zaleganie warstwy wodonośnej.





5. Dlaczego na ujęciach: „Małe Bielany”, „Jagodowo-Dębowe Pole” oraz „Krasny Las” nie udało się utrzymać poboru wód w wysokości ustalonych zasobów eksploatacyjnych?

Złożyły się na to następujące czynniki: niekorzystne położenie ujęć w systemie krążenia wód, bliskie położenie działów zasilania, wspólny obszar zasilania – kaptaż wód do ujęć zlokalizowanych w dolinie Kumieli („Małe Bielany”, „Jagodowo-Dębowe Pole”). Ponadto wpływ miały: zbyt intensywna eksploatacja wód w pierwszym etapie pracy ujęć, ograniczone zasilanie infiltracyjne oraz utrudniona wymiana wód między warstwami wodonośnymi (przepływy lateralne i pionowe).

6. Jakie są rzeczywiste zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć?

Ujęcie	„Krasny Las”	„Małe Bielany”	„Jagodowo-Dębowe Pole”	„Dąbrowa”	Razem
Pierwotne	297	334	344	270	1245
Zweryfikowane	90	160	180	50	480





1. Budowa geologiczna. Strefy nieciągłości, dyslokacji.
2. Położenie ujęcia w systemie krążenia wód podziemnych w planie i profilu pionowym. Odległość od granic zasilania oraz regionalnych i lokalnych baz drenażu.
3. Rozpoznanie systemu krążenia wód, przepływy między warstwami wodonośnymi w planie i profilu pionowym. Udział wód powierzchniowych w zasilaniu i drenażu warstw wodonośnych.
4. Zasoby odnawialne na obszarze zasilania.
5. Inne ujęcia istniejące i planowane w systemie krążenia wód na obszarze spływu wód.

