

Model hydrogeologiczny dla zlewni rzeki Warwas i terenów przyległych (gmina Bukowno) jako narzędzie do prognozowania zmian położenia wód gruntowych

Autor / autorzy prezentacji: mgr Marcin Pasternak, mgr inż. Michał Wojtarowicz, mgr inż. Zbigniew Kaczorowski, mgr inż. Małgorzata Hołowińska, mgr Piotr Liszka, mgr Jarosław Szulik, mgr Marcin Zembal



Cel i zakres badań i analiz



- Analiza warunków hydrogeologicznych w celu odtworzenia aktualnych warunków krążenia wód podziemnych w obszarze badań.
- Wykonania prognoz skutków wypełniania się leja depresji po działalności górniczej.
- Zaproponowania rozwiązania problemu podtapiania wskazanych obszarów gminy Bukowno.
- Zebranie wymaganych danych wejściowych.
- Budowa modelu hydrogeologicznego numerycznego
- Kalibracja modelu.
- Wykonanie i analiza szeregu wariantów prognostycznych.



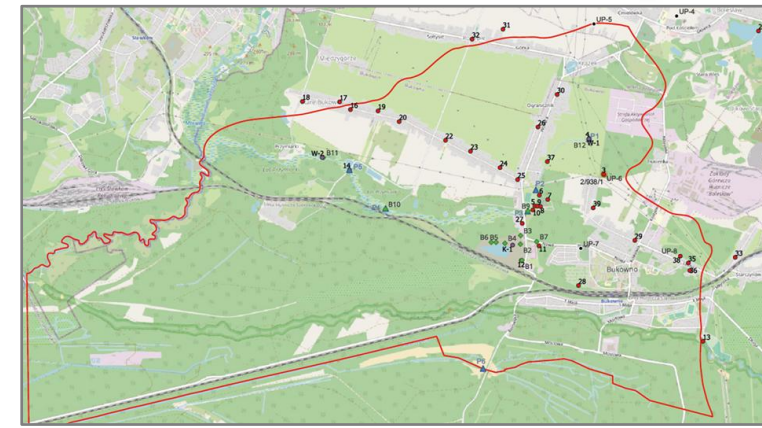
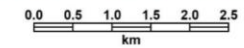
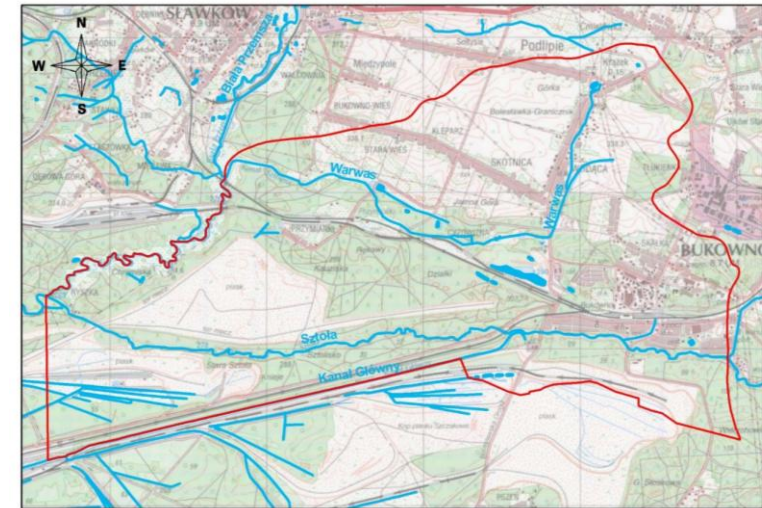
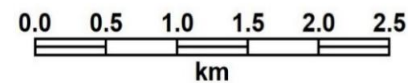
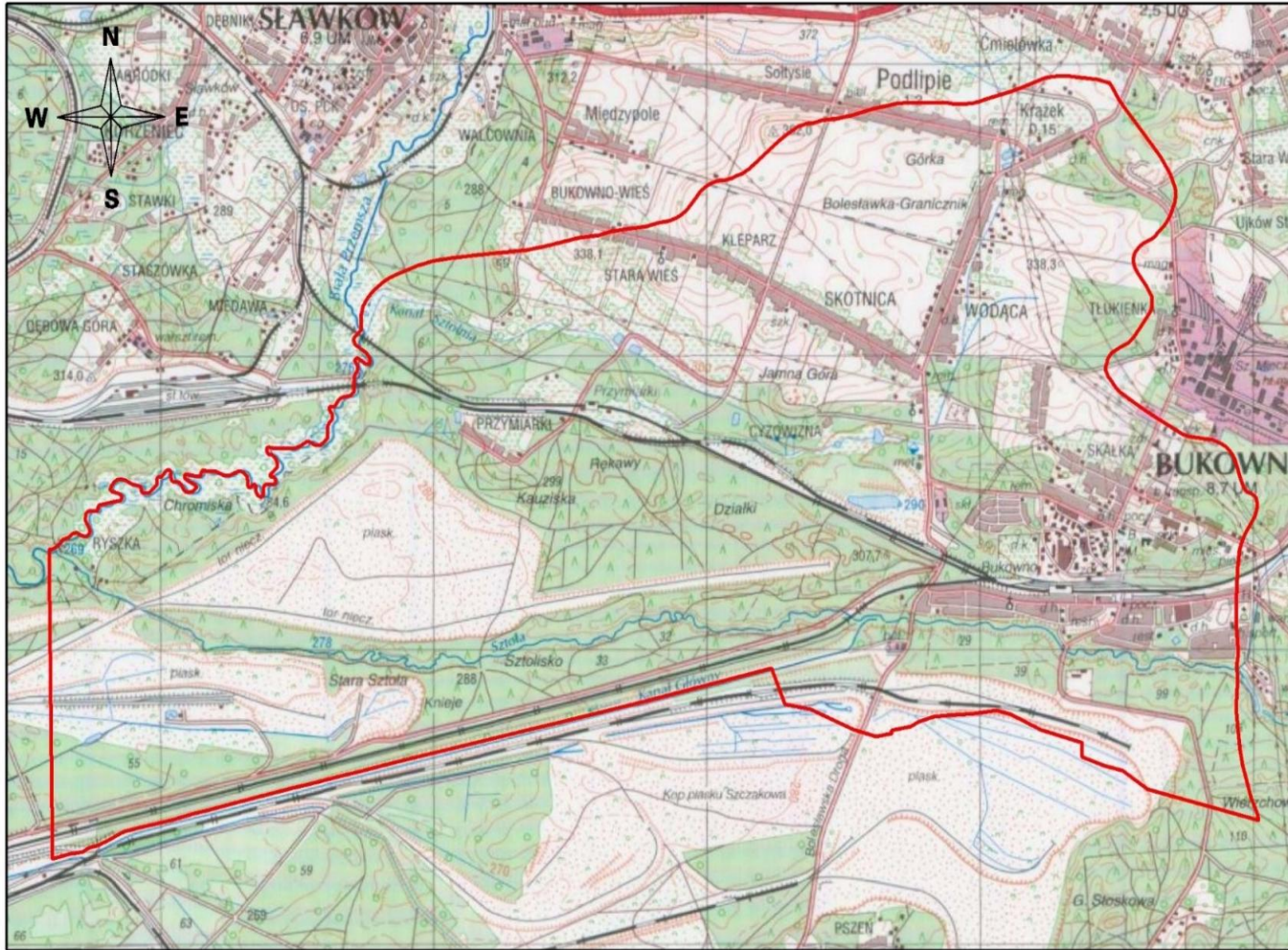
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Obszar objęty modelowaniem



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

Obszar badań zajmuje powierzchnię 28,67 km²

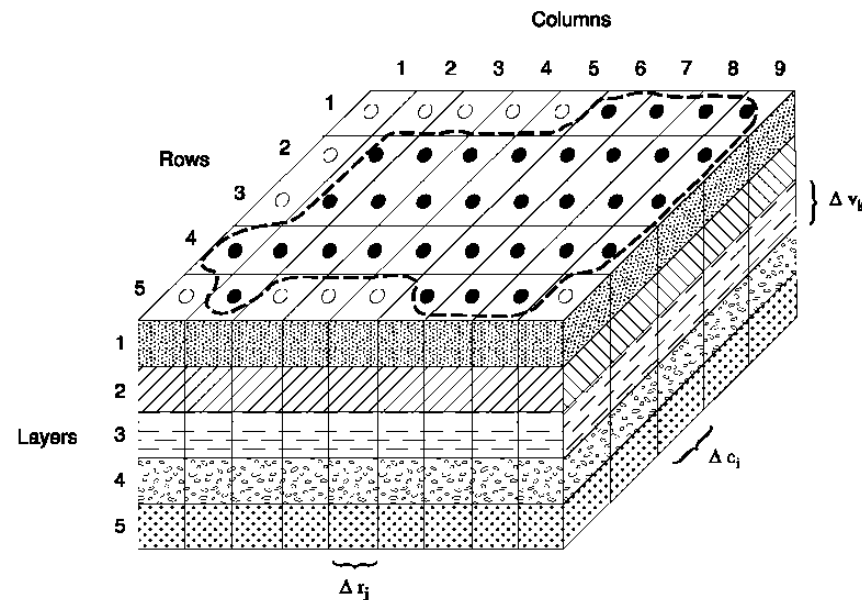


SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Metodyka badań i program obliczeniowy

Modelowanie procesów filtracji wymaga opracowania modelu hydrogeologicznego poprzez uproszczenie naturalnie skomplikowanej struktury systemu wodonośnego.

Modelowanie matematyczne zostało przeprowadzone przy użyciu programu Visual Modflow. Jest to program opracowany przez Waterloo Hydrogeologic Inc. bazujący na obliczeniowej metodzie różnic skończonych (FDM).



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Koncepcja modelu

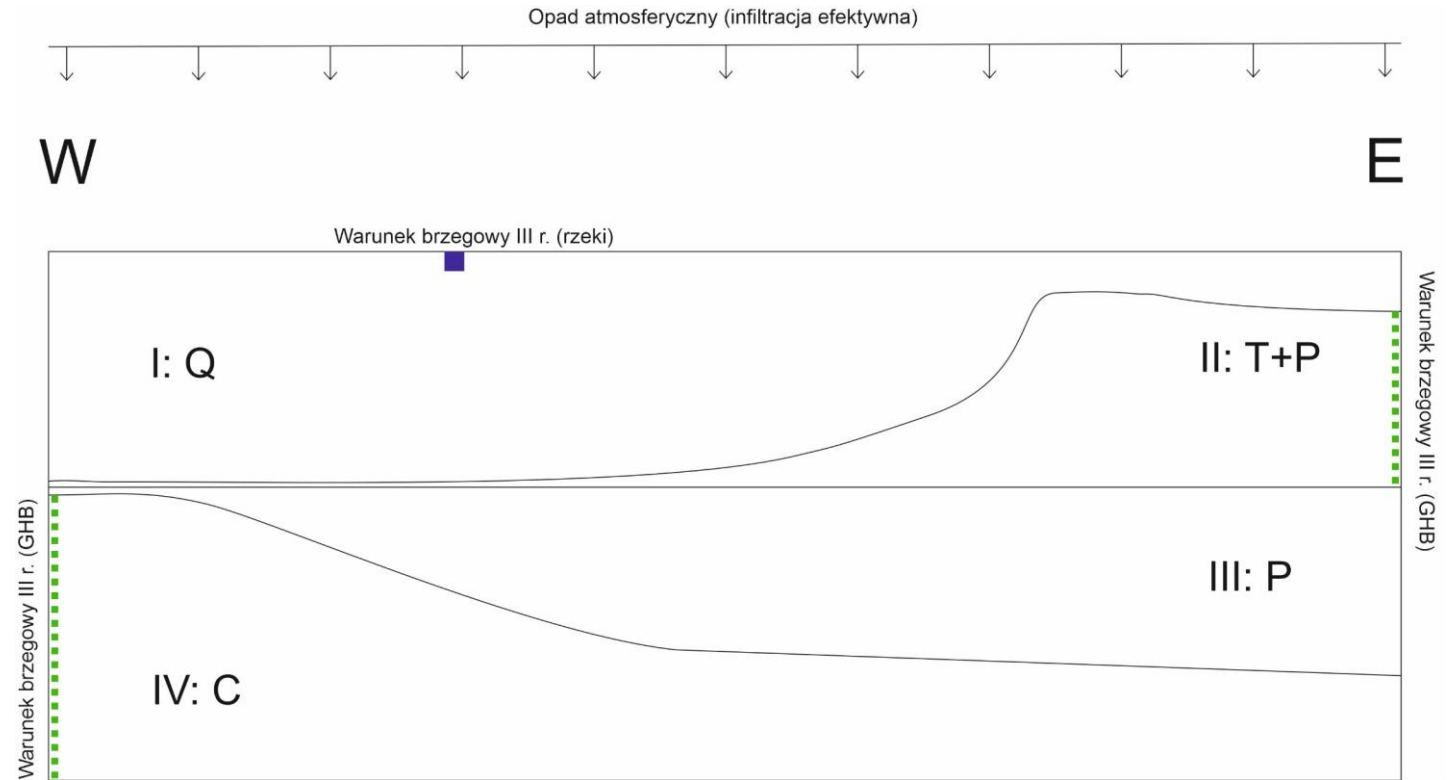
Cztery warstwy o wzajemnej łączności hydraulicznej.

Zasilanie z infiltracji opadów atmosferycznych.

Przepływ lateralny na brzegach modelu.
Warunki graniczne III rodzaju (GHB) na wschodzie w 2. warstwie i na zachodzie w 4. warstwie.

Rzeki odwzorowane warunkami brzegowymi III rodzaju.

Model koncepcyjny



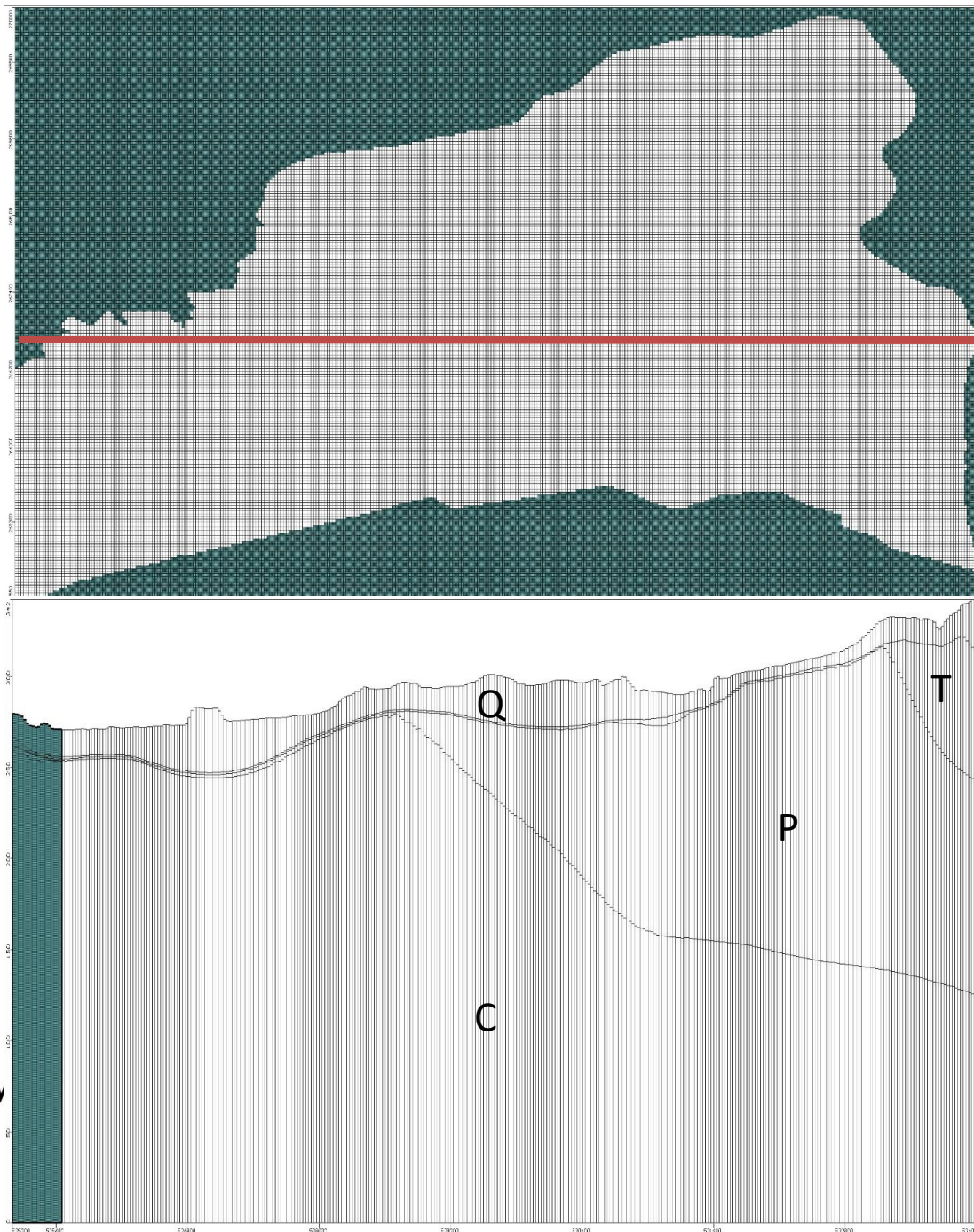
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Dyskretyzacja modelu



Model został podzielony siatką dyskretyzacyjną o kroku 25 m na 218 wierszy i 354 kolumny.

Wydzielono cztery warstwy modelu.
Warstwa I – Czwartorzęd
Warstwa II – Trias + Perm
Warstwa III – Perm
Warstwa IV – Karbon

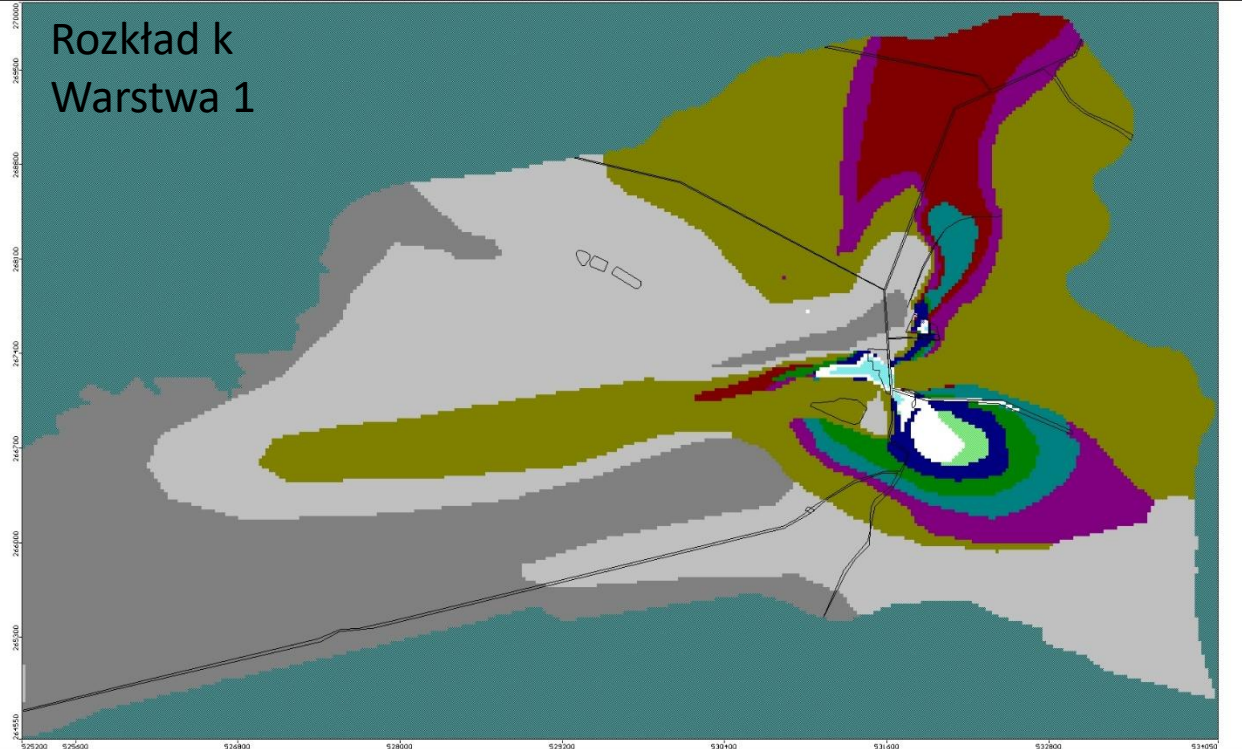


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

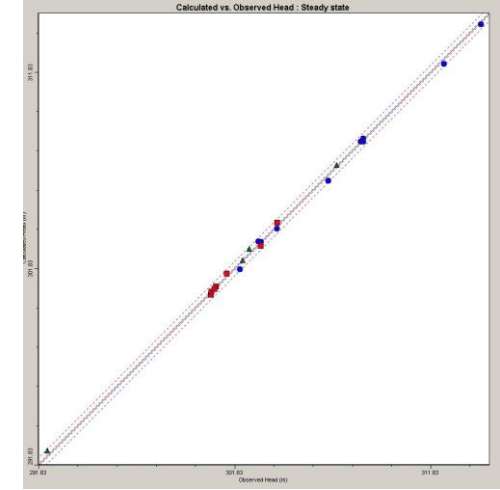
Rozkład k Warstwa 1



Conductivity

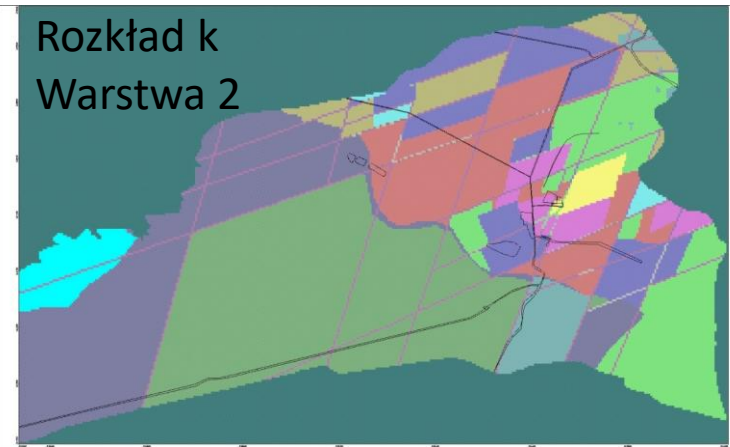
Zone	Kx [m/d]	Ky [m/d]	Kz [m/d]	Active
1	0.01	0.01	0.001	☐
2	0.05	0.05	0.005	☐
3	0.1	0.1	0.01	☐
4	0.2	0.2	0.02	☐
5	0.5	0.5	0.05	☐
6	1	1	0.1	☐
7	2	2	0.2	☐
8	5	5	0.5	☐
9	10	10	1	☐
10	15	15	1.5	☐
11	20	20	2	☐
12	0.01	0.01	0.001	☐
13	0.02	0.02	0.002	☐
14	0.05	0.05	0.005	☐
15	0.1	0.1	0.01	☐
16	0.2	0.2	0.02	☐
17	0.5	0.5	0.05	☐
18	1	1	0.1	☐
19	2	2	0.2	☐
20	4	4	0.4	☐
21	6	6	0.6	☐
22	8	8	0.8	☐
23	10	10	1	☐
24	0.5	0.5	0.05	☐
25	1	1	0.1	☐
26	2	2	0.2	☐
27	4	4	0.4	☐
28	8	8	0.8	☐
29	10	10	1	☐
30	15	15	1.5	☐
31	20	20	2	☐
32	30	30	3	☐
33	0.1	0.1	0.01	☐
34	0.01	0.01	0.001	☐
35	0.2	0.2	0.02	☐
36	0.001	0.001	0.0001	☐
37	0.03	0.03	0.003	☐
38	0.001	0.001	0.0001	☐
39	0.02	0.02	0.002	☐
40	0.005	0.005	0.0005	☐

} **q**
 } **P/C**
 } **T**
 } **uskoki**



Max. Residual: -0.304 (m) at OT-3/A
 Min. Residual: 0.003 (m) at OT-5/A
 Residual Mean : -0.007 (m)
 Abs. Residual Mean : 0.139 (m)

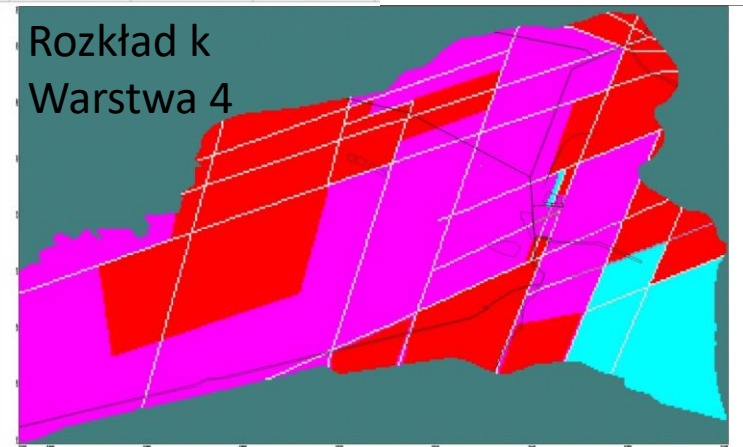
Rozkład k Warstwa 2



Rozkład k Warstwa 3



Rozkład k Warstwa 4



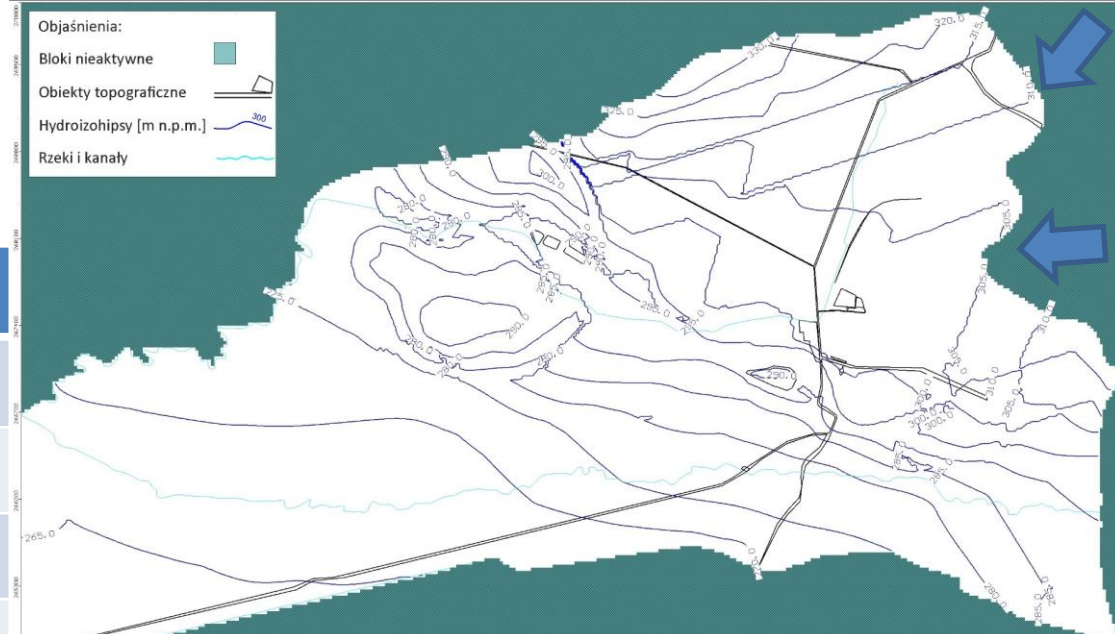
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
 państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SEKJA
 BEZPIECZEŃSTWO
 WÓD PODZIEMNYCH.
 MONITORING, ZAGROŻENIA,
 OCHRONA. 23.03.2026
 WARSZAWA

Stan 0



Składowe bilansu	Dopływ	Odływ
	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Infiltracja z opadów	7651.21	-
Rzeki (infiltracja, drenaż)	2489.48	12961.21
GHB	3132.73	313.15
Suma	13273.42	13274.36
Różnica	-0.01%	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SEKJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

SYMULACJE WZROSTU CIŚNIENIA Prognozy



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

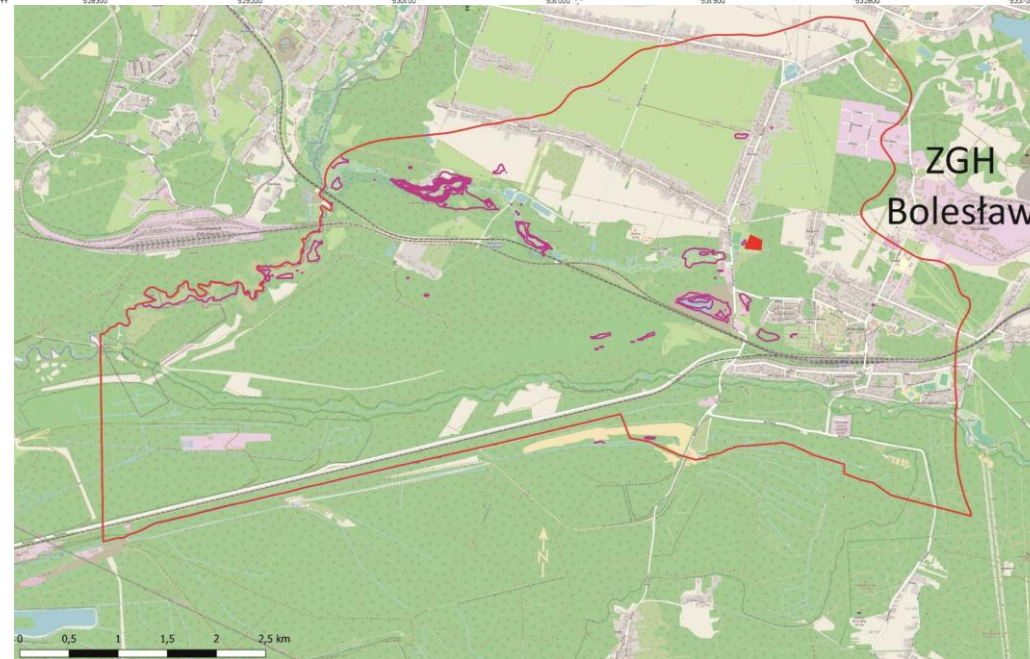
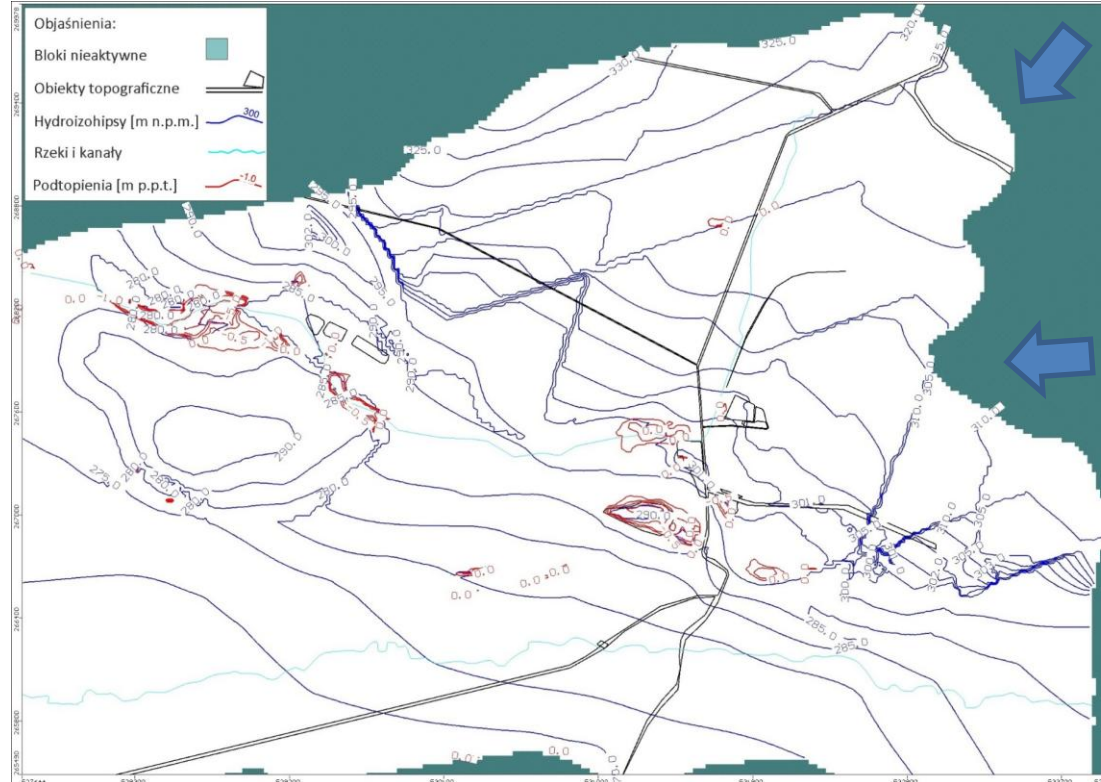
pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Prognoza 1

Składowe bilansu	Dopływ	Odływ
	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Infiltracja z opadów	7651.21	-
Rzeki (infiltracja, drenaż)	2484.73	13098.14
GHB	3202.48	244.10
Zatłaczanie/Pobory ze studni	0.00	0.00
Suma	13338.42	13342.24
Błąd	-0.03%	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

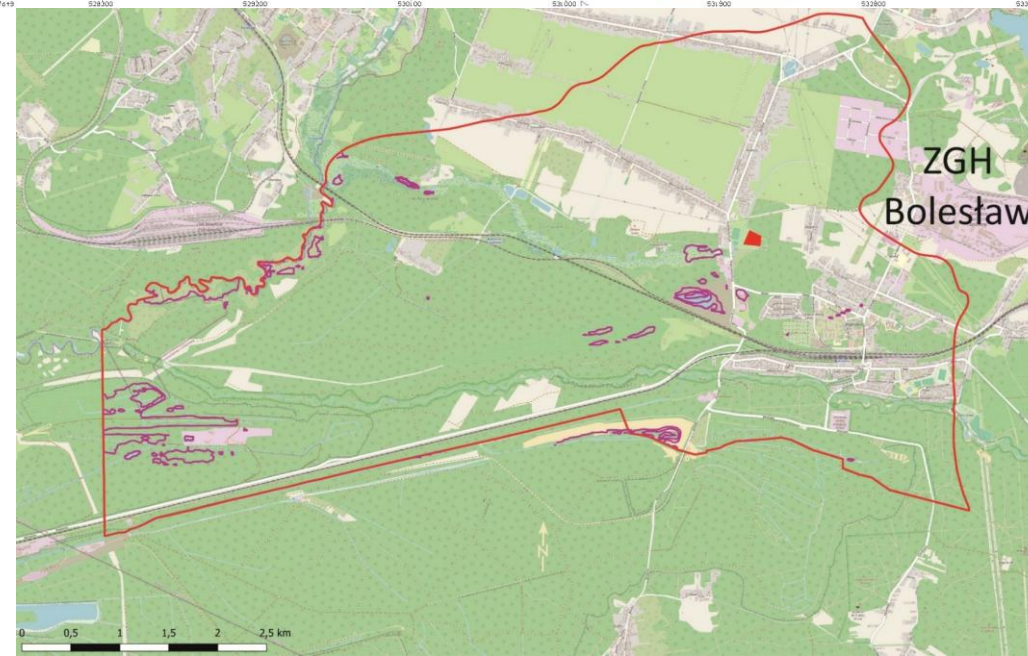
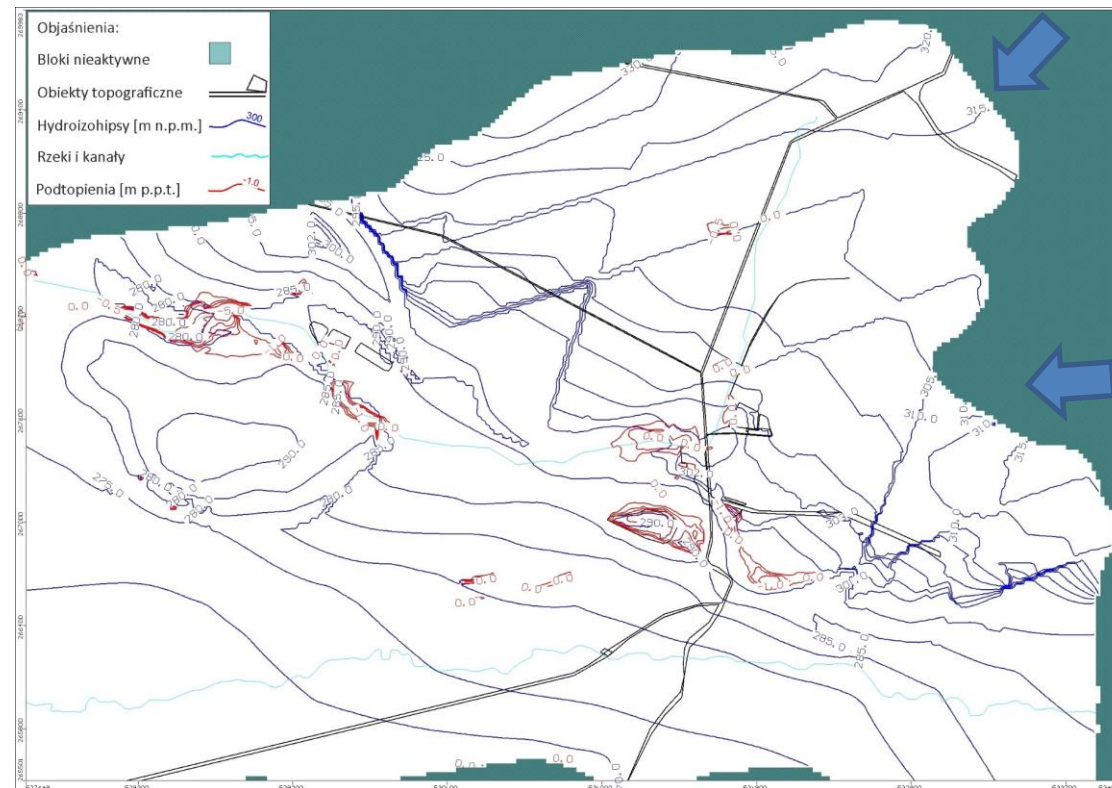
pgi.gov.pl



SESJĄ
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Prognoza 2

Składowe bilansu	Dopływ	Odływ
	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Infiltracja z opadów	7651.21	-
Rzeki (infiltracja, drenaż)	2476.50	13254.78
GHB	3357.08	230.28
Zatłaczanie/Pobory ze studni	0.00	0.00
Suma	13484.79	13485.06
Błąd	0.002%	



Państwowy Instytut Geologiczny
 Państwowy Instytut Badawczy
 państwowa służba geologiczna

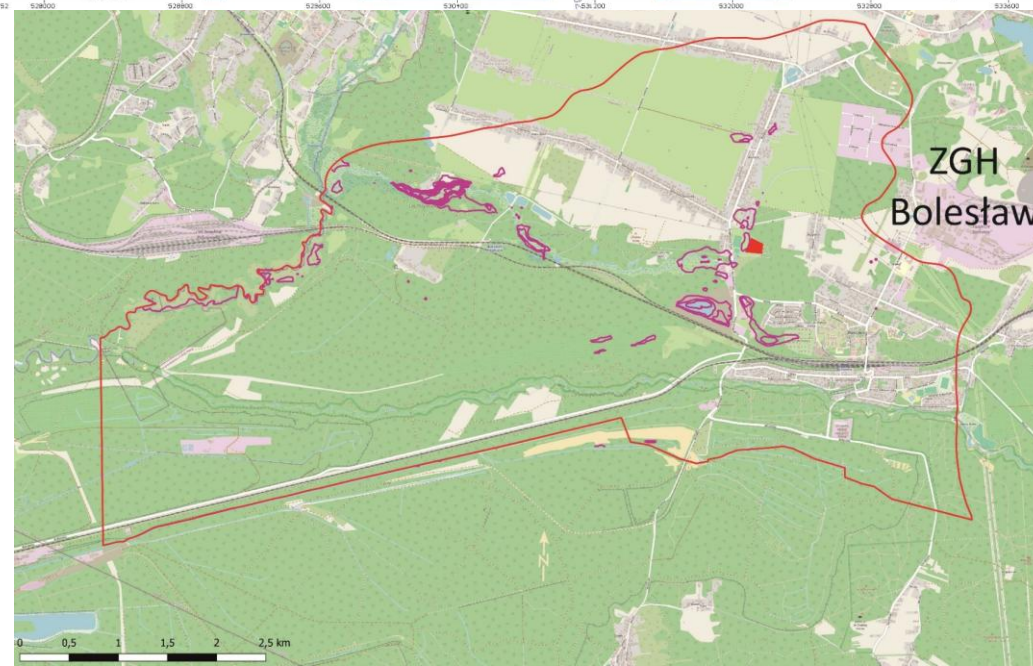
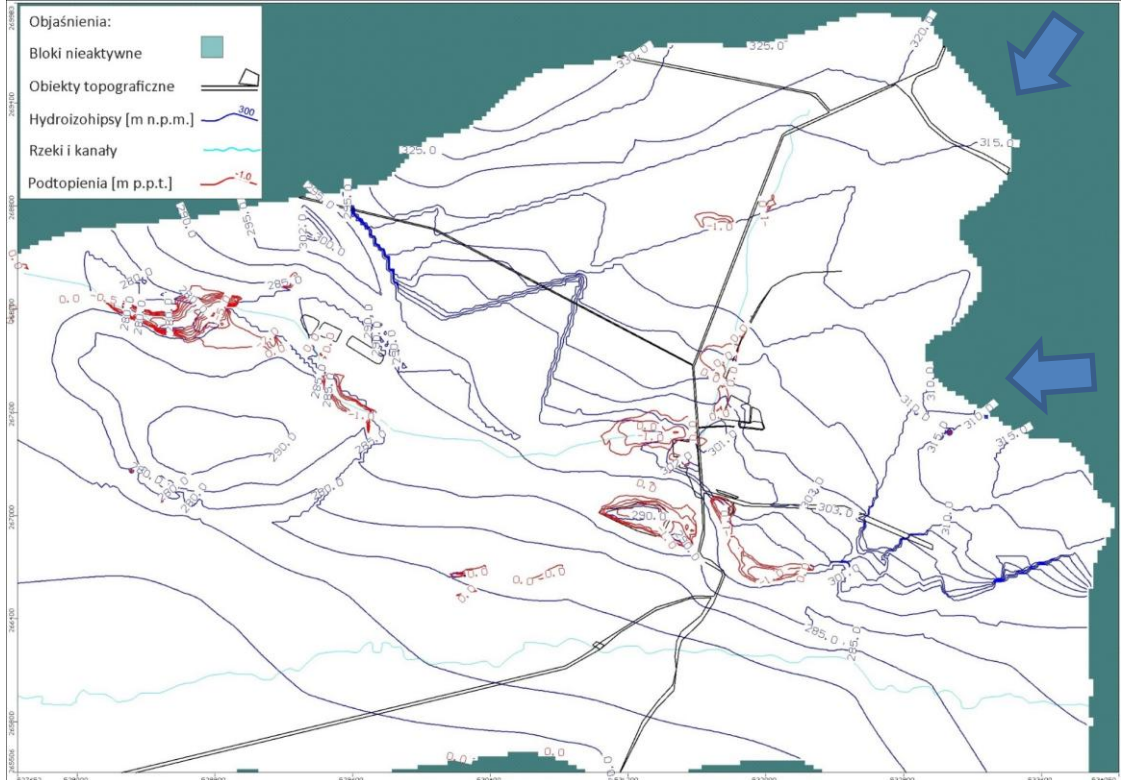
pgi.gov.pl



SESJA
 BEZPIECZEŃSTWO
 WÓD PODZIEMNYCH.
 MONITORING, ZAGROŻENIA,
 OCHRONA. 23.03.2026
 WARSZAWA

Prognoza 3

Składowe bilansu	Dopływ	Odływ
	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Infiltracja z opadów	7651.21	-
Rzeki (infiltracja, drenaż)	2534.24	13431.47
GHB	3435.55	191.62
Zatłaczanie/Pobory ze studni	0.00	0.00
Suma	13621.00	13623.09
Błąd	-0.02%	



Państwowy Instytut Geologiczny
 Państwowy Instytut Badawczy
 państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



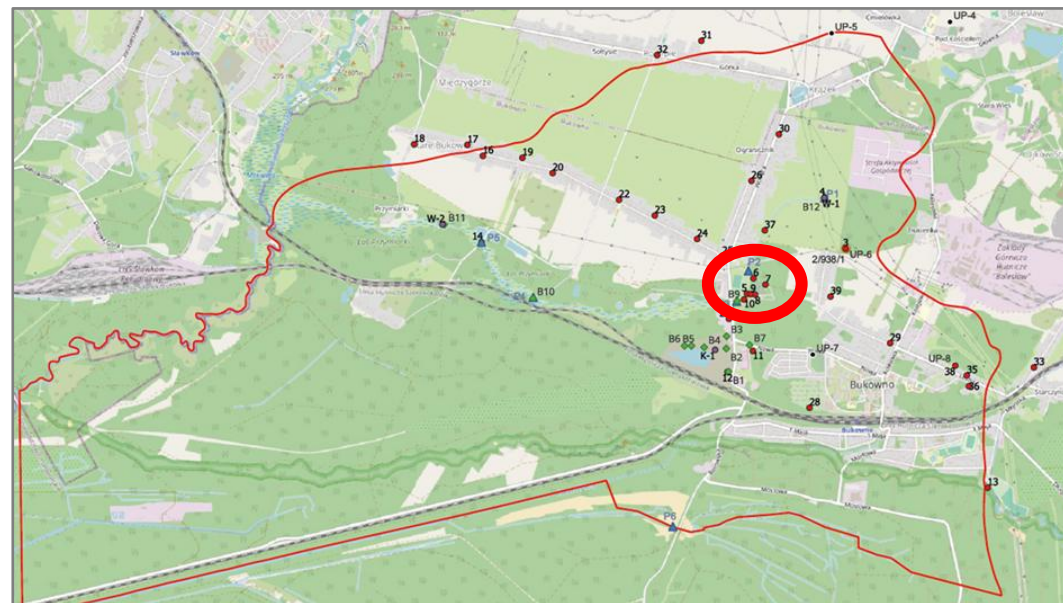
SESJA
 BEZPIECZEŃSTWO
 WÓD PODZIEMNYCH.
 MONITORING, ZAGROŻENIA,
 OCHRONA. 23.03.2026
 WARSZAWA



Galaxy A16



KONCEPCJE ROZWIĄZAŃ DLA CMENTARZA - SYMULACJE



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SEKJA
BEZPIECZENSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Rów drenażowy NE

Składowe bilansu	Dopływ	Odływ
	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Infiltracja z opadów	7651.21	-
Rzeki (infiltracja, drenaż)	2487.67	13317.51
Rów odwadniający	-	54.84
GHB	3419.22	185.89
Zatłaczanie/Pobory ze studni	0.00	0.00
Suma	13558.10	13558.24
Błąd	0.00%	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

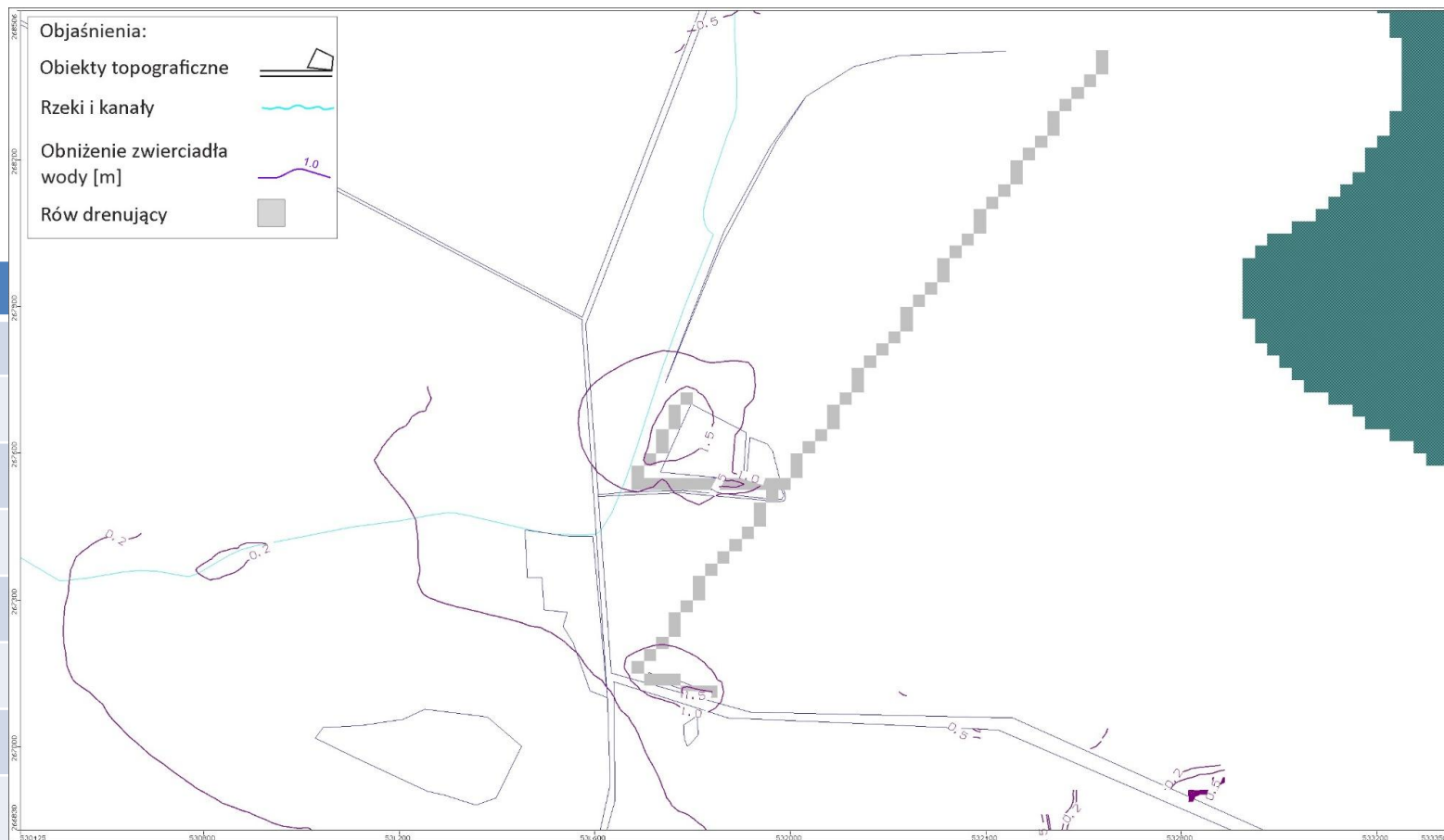
pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Rów drenażowy SW

Składowe bilansu	Dopytyw	Odptyw
	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Infiltracja z opadów	7651.21	-
Rzeki (infiltracja, drenaż)	2496.66	13027.24
Rów odwadniający	-	390.91
GHB	3454.06	183.13
Zatłaczanie/Pobory ze studni	0.00	0.00
Suma	13601.93	13601.28
Błąd	0.00%	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Studnie

Składowe bilansu	Dopływ	Odływ
	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Infiltracja z opadów	7651.21	-
Rzeki (infiltracja, drenaż)	2511.16	12950.97
GHB	3457.42	183.79
Zatłaczanie/Pobory ze studni	0.00	480.00
Suma	13619.79	13619.76
Błąd	0.00%	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

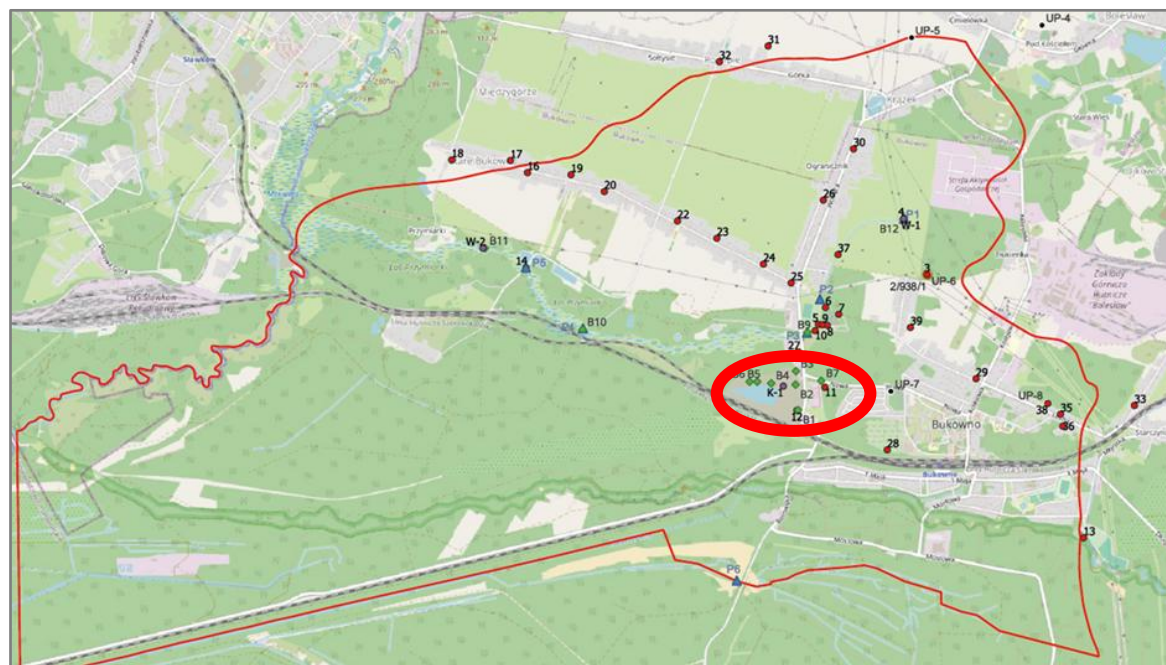
pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA



KONCEPCJE ROZWIĄZAŃ DLA DZIAŁEK I ZALEWISKA „KARIER” - SYMULACJE



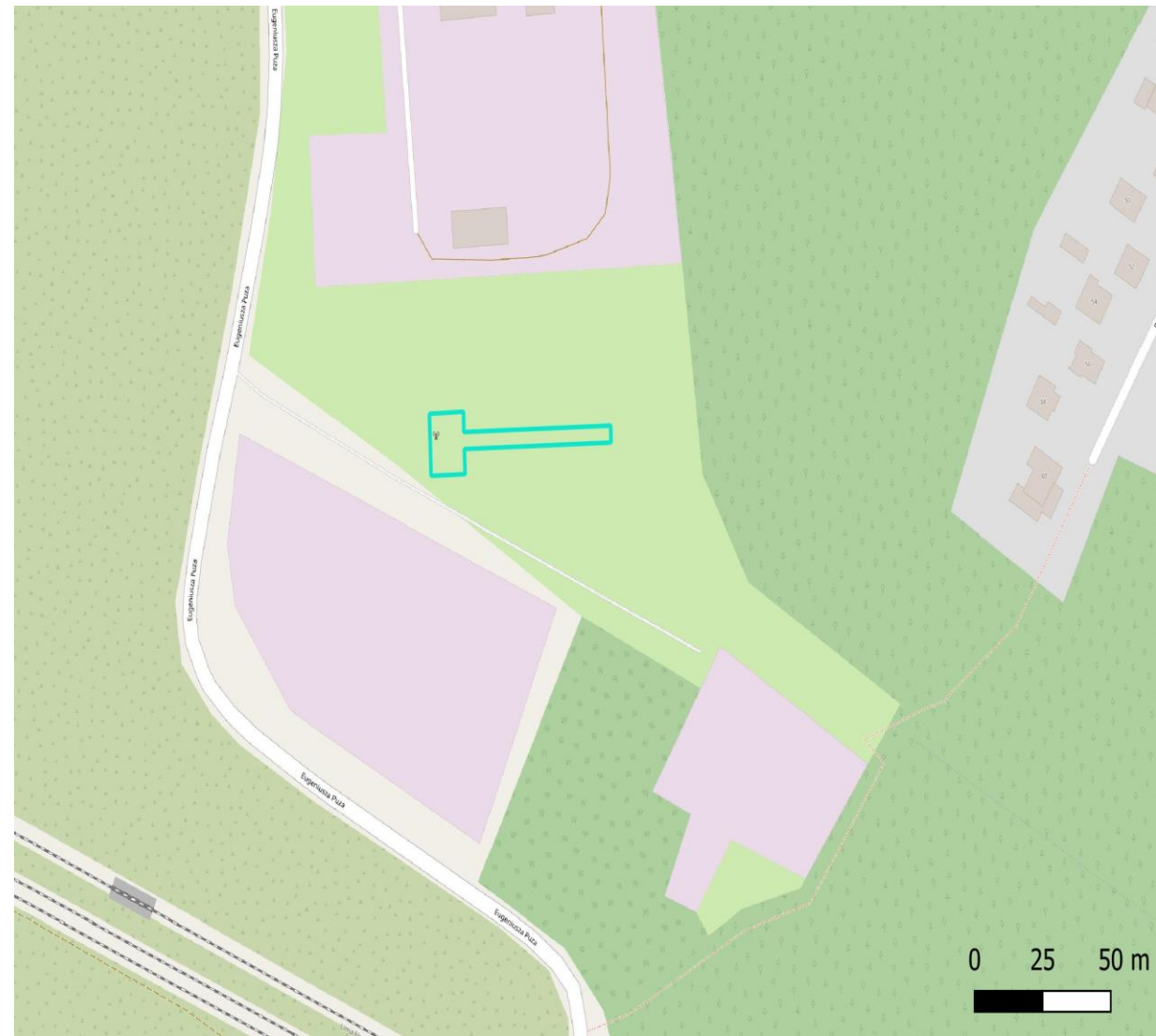
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

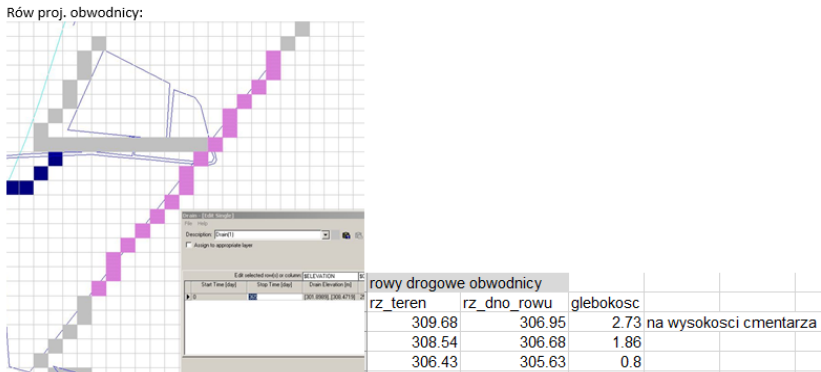
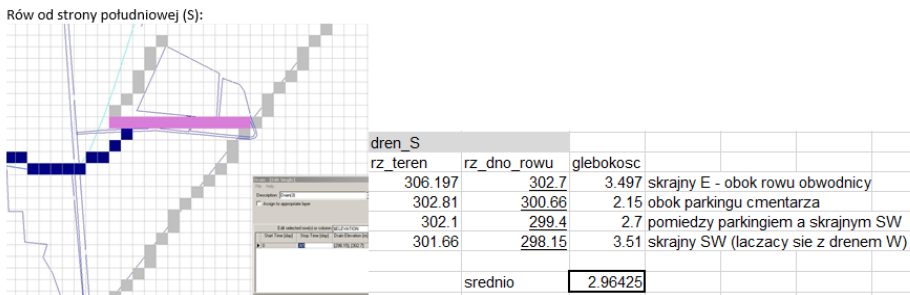
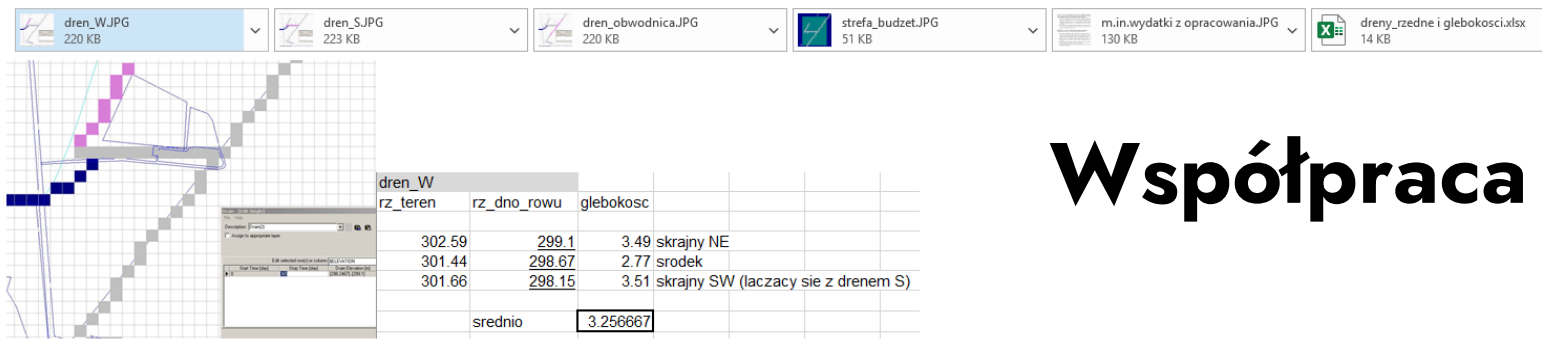
pgi.gov.pl



SESA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

Rejon zalewiska „Karier”





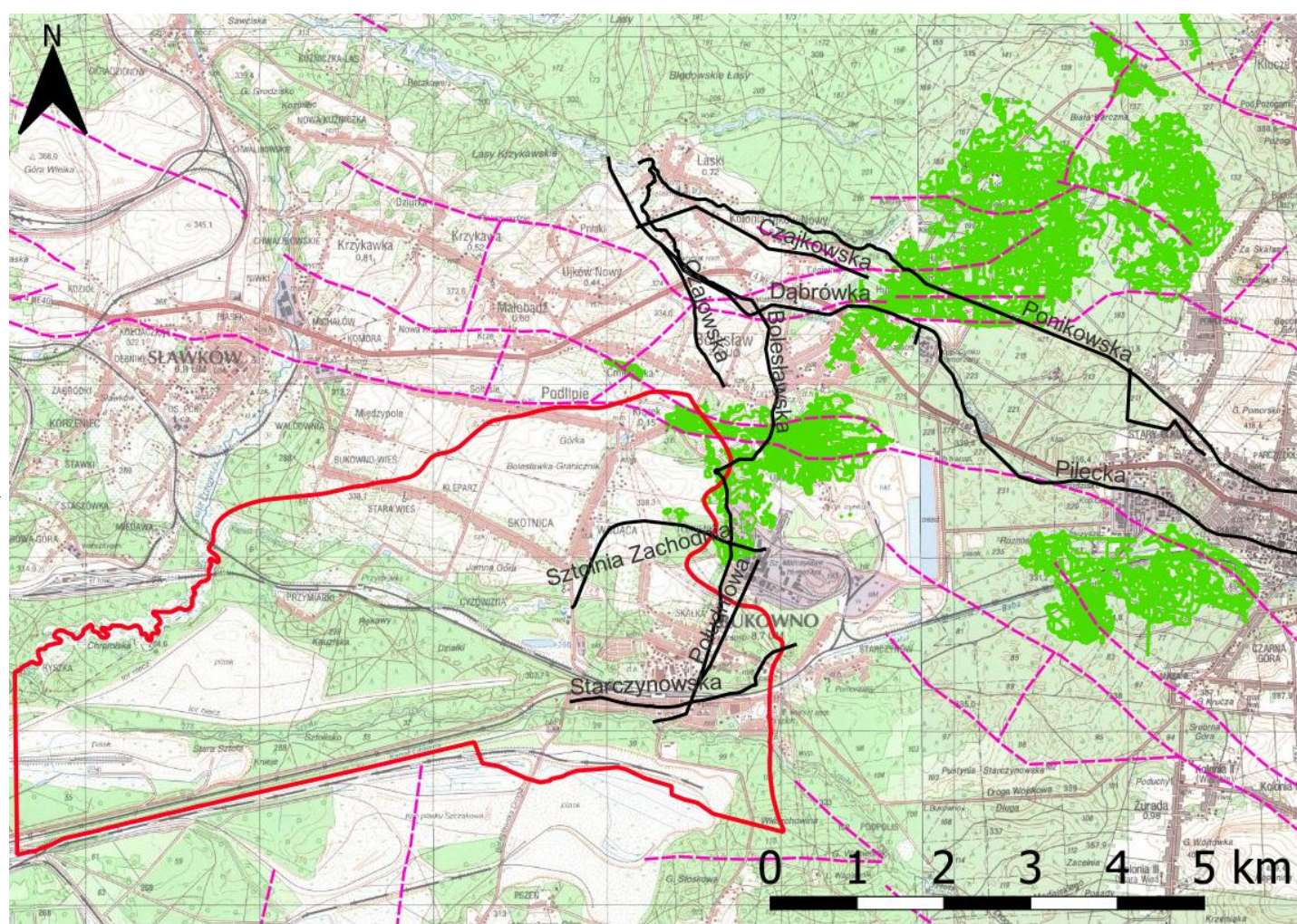
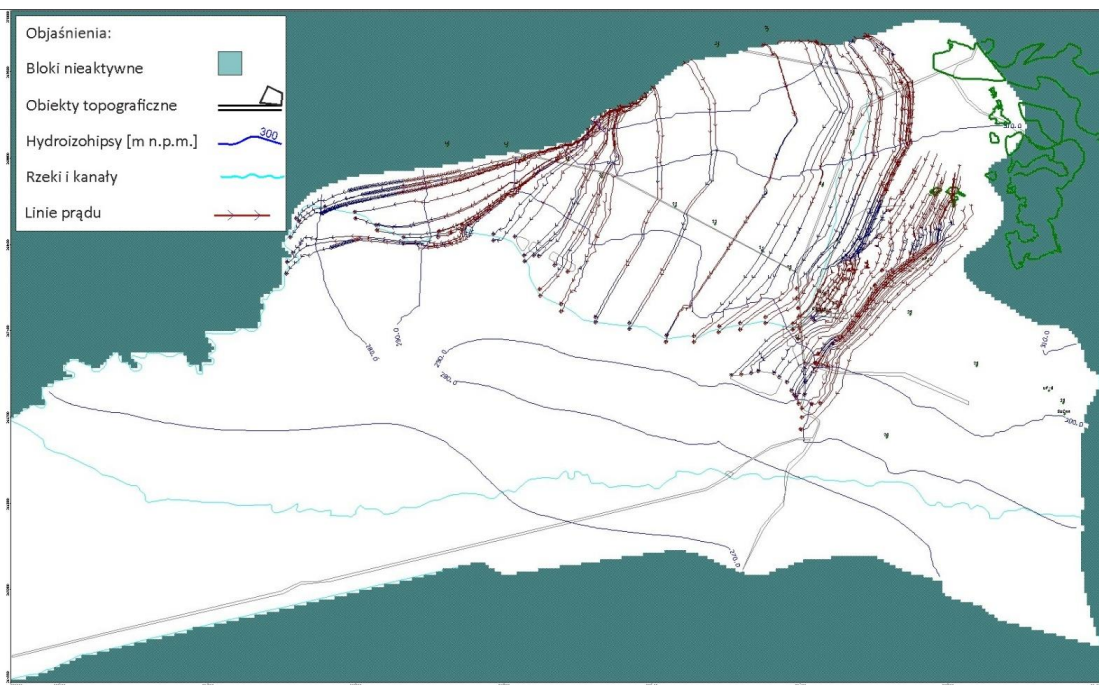
Zabudżetowane drewny/rowy rejonu cmentarza wg wcześniejszych symulacji po prostu tak:



Współpraca z:

- samorządami
- firmami projektowymi
- firmami budowlanymi
- mieszkańcami

Jedna z przyczyn



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SEKJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA

DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ!

© PGI-PIB, Warszawa 2026



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



SESJA
BEZPIECZEŃSTWO
WÓD PODZIEMNYCH.
MONITORING, ZAGROŻENIA,
OCHRONA. 23.03.2026
WARSZAWA