

Przedsięwzięcie	NOWA SIEDZIBA POLSKIEJ OPERY KRÓLEWSKIEJ (działka o nr. ewid. 14, obręb 5-06-12)		
Inwestor/ Zamawiający	Polska Opera Królewska 00-695 Warszawa, ul. Nowogrodzka 49		
Faza przedsięwzięcia	KONKURS ARCHITEKTONICZNY		
Tytuł opracowania	Opinia hydrogeologiczna dot. oceny wpływu przedsięwzięcia na stany wód podziemnych i powierzchniowych na etapie eksploatacji		
Rewizja opracowania	00	Nr egzemplarza	...

Opracował zespół:

mgr Konrad Opęchowski
 upr. MŚ V-1684, VII-1504, MWM XI-032, XII-178

Cezary Salański

Warszawa, 08.11.2021 r.

GEOSYSTEM OPW Sp. z o.o.

01-588 Warszawa, ul. Hanki Czaki 2/92, tel. 22 832 28 39, 505 927 929, <http://www.geop.pl>
 NIP: 5252660081, REGON: 364488287, KRS: 0000619016

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie.....	3
2. Podstawa opracowania	4
3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne.....	5
4. Zakres ingerencji przedsięwzięcia w środowisko gruntowo-wodne	9
5. Obliczenia hydrogeologiczne	10
6. Ocena oddziaływania przedsięwzięcia na etapie eksploatacji	13
7. Wnioski i zalecenia.....	14

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1 Szkic sytuacyjny	3
Rys. 2 Poglądowy przekrój geostrukturalny na podkładzie wg poz. [11].....	5
Rys. 3 Mapa dokumentacyjna pomierzonych stanów wód podziemnych i powierzchniowych	6
Rys. 4 Miesięczne sumy opadów atmosferycznych [mm] wg stacji meteorologicznej IMGW-PIB Warszawa- Okęcie (stan na 31.10.2021 r.)	7
Rys. 5 Wahania stanów wód podziemnych i powierzchniowych	7
Rys. 6 Schemat warunków hydrogeologicznych fundamentowania	9
Rys. 7 Schemat ideowy modelu obliczeniowego	10
Rys. 8 Mapa deformacji zw. wód podziemnych na etapie eksploatacji – odprowadzenie wód opadowych do kanalizacji	12
Rys. 9 Mapa deformacji zw. wód podziemnych na etapie eksploatacji – odprowadzenie wód opadowych do gruntu na terenie przedsięwzięcia	12

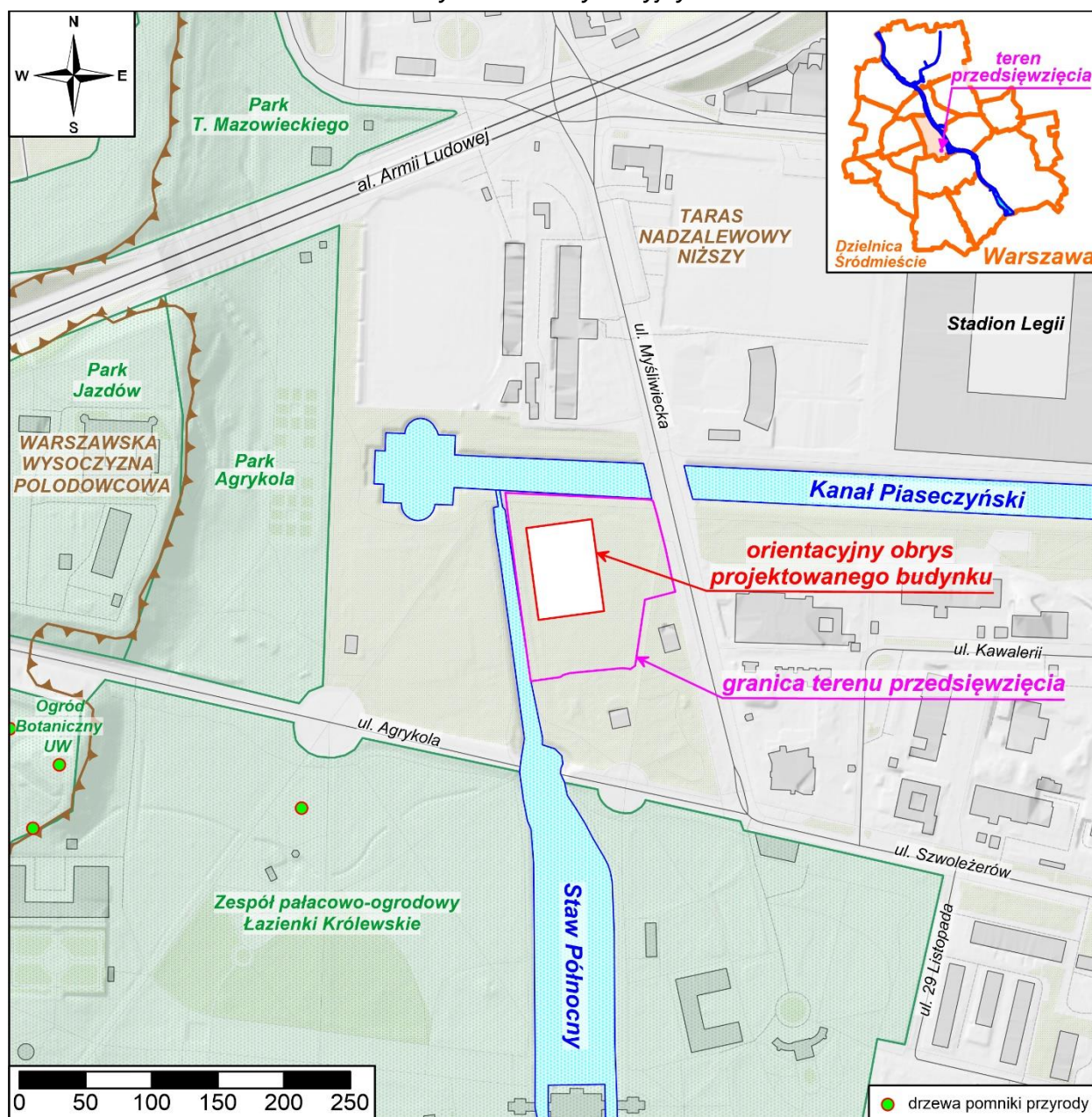
ZAŁĄCZNIKI

- Zał. 1.0. Mapa rejonowego rozpoznania geologicznego, skala 1 : 7 500
- Zał. 2.0. Rejonowy przekrój hydrogeologiczny W – E, skala 1 : 250 / 2000

1. Wprowadzenie

Opracowanie sporządzono w Pracowni GEOSYSTEM OPW Sp. z o.o. na zlecenie państwowej instytucji kultury *Polskiej Opery Królewskiej (POK)*. Planowana jest budowa budynku mającego stanowić nową siedzibę POK przy ul. Myśliwieckiej na terenie dzielnicy Śródmieście m. st. Warszawy – por. Rys. 1.

Rys. 1 Szkic sytuacyjny



Przedmiotem opracowania jest ocena ryzyka wystąpienia zaburzeń przepływu wód podziemnych wskutek przegrodzenia warstwy wodonośnej konstrukcją podziemną planowanego budynku oraz ocena wpływu ewentualnych deformacji zw. wód podziemnych na środowisko gruntowo-wodne (w szczególności na zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie przedsięwzięcia zbiorniki wód powierzchniowych).

2. Podstawa opracowania

Na potrzeby niniejszego opracowania zestawiono i przeanalizowano dostępne rozpoznanie geologiczne i hydrogeologiczne rejonu przedsięwzięcia oparte na:

- a) rozpoznaniu obiektowym – dokumentacje geologiczno-inżynierskie sporządzone na potrzeby projektowania innych obiektów budowlanych;
- b) rozpoznaniu punktowym – rozproszone otwory geotechniczne oraz studnie ujęciowe;
- c) wyniki wieloletniego monitoringu hydrogeologicznego Warszawy prowadzonego przez GEOSYSTEM oraz doświadczenia z projektowania i realizacji innych przedsięwzięć w sąsiedztwie zespołu pałacowo-ogrodowego Łazienki Królewskie.

Całość wykorzystanego rozpoznania przedstawiono na mapie rejonowego rozpoznania geologicznego por. Zał. 1.0.

Do sporządzenia opracowania wykorzystano następujące dokumenty:

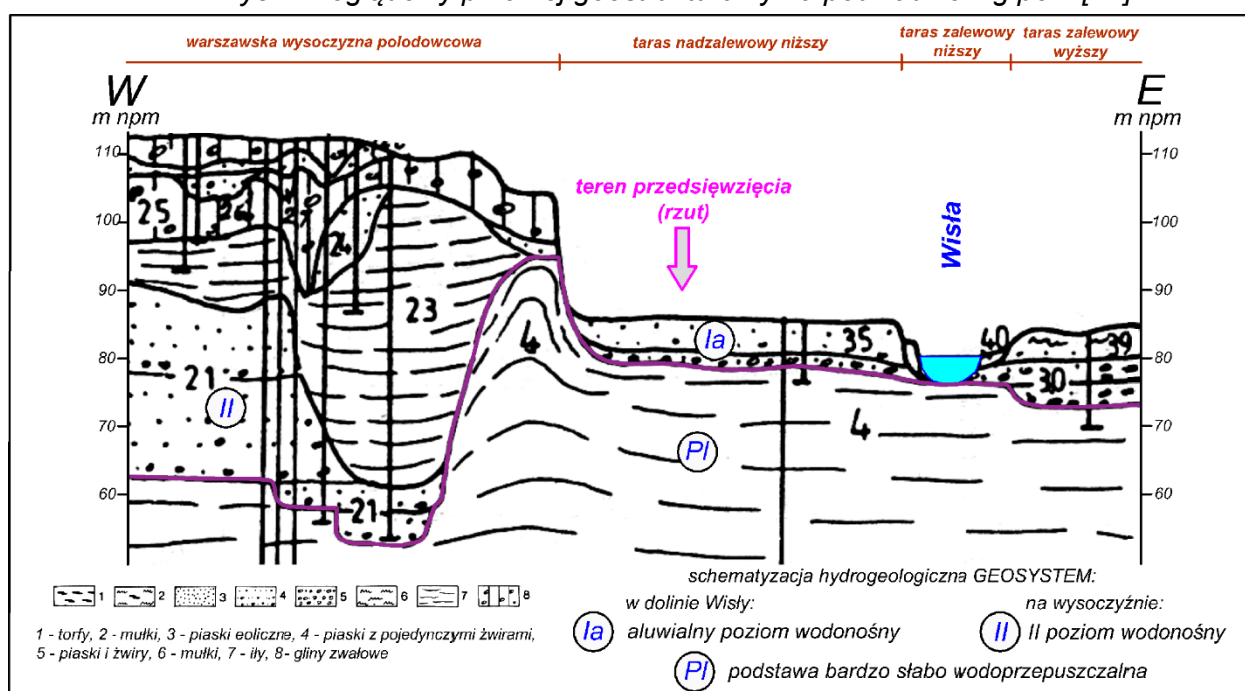
- [1]. *Materiały udostępnione przez Zamawiającego:*
 - a) Korespondencja z dnia 21.10.2021 r.: Wstępne założenia planowanego budynku
- [2]. *Doświadczenia własne z projektowania i nadzoru odwodnień budowlanych innych przedsięwzięć w zbliżonych warunkach hydrogeologicznych*
- [3]. *Zasoby archiwów Państwowego Instytutu Geologicznego*
- [4]. */BDG/ Bank Danych Geologicznych, GEOSYSTEM, 1993 ÷ 2021 r.*
- [5]. */NMH/ Numeryczny Model Hydrogeologiczny Warszawy, GEOSYSTEM, 1999 ÷ 2021 r.*
- [6]. */MHW/ Monitoring hydrogeologiczny Warszawy, GEOSYSTEM, 2000 ÷ 2021 r.*
- [7]. */CBDH/ Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych*
- [8]. */BDGI-PIG/ Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich Państwowego Instytutu Geologicznego*
- [9]. */NMT/ Numeryczny Model Rzeźby Terenu, GUGIK*
- [10]. *Normy:*
 - a) PN-EN 1997-1:2008 – Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne, Część 1: Zasady ogólne
 - b) PN-EN 1997-2:2009 – Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne, Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
 - c) PN-B-03020:1981 – Grunty budowlane - Posadowienie bezpośrednie budowli - Obliczenia statyczne i projektowanie
 - d) PN-B-02480:1986 - Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział i opis gruntów
- [11]. *Stratygrafia osadów czwartorzędowych Warszawy i okolic. PIG Z. Sarnacka, 1992 r.*

3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Przedsięwzięcie zlokalizowane będzie na tarasie nadzalewowym niższym Wisły (tzw. taras praski) w odległości ~250m od skarpy warszawskiej wysoczyzny polodowcowej i 1km od Wisły. W bezpośrednim sąsiedztwie przedsięwzięcia zlokalizowane są sztuczne zbiorniki wodne: *Kanał Piaseczyński* i *Staw Północny* oraz kanał łączący te zbiorniki (por. Rys. 1).

Schemat budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych w ujęciu rejonowym przedstawiono na pogładowym przekroju geostrukturalnym wg Z. Sarnackiej (por. Rys. 2).

Rys. 2 Poglądowy przekrój geostrukturalny na podkładzie wg poz. [11]



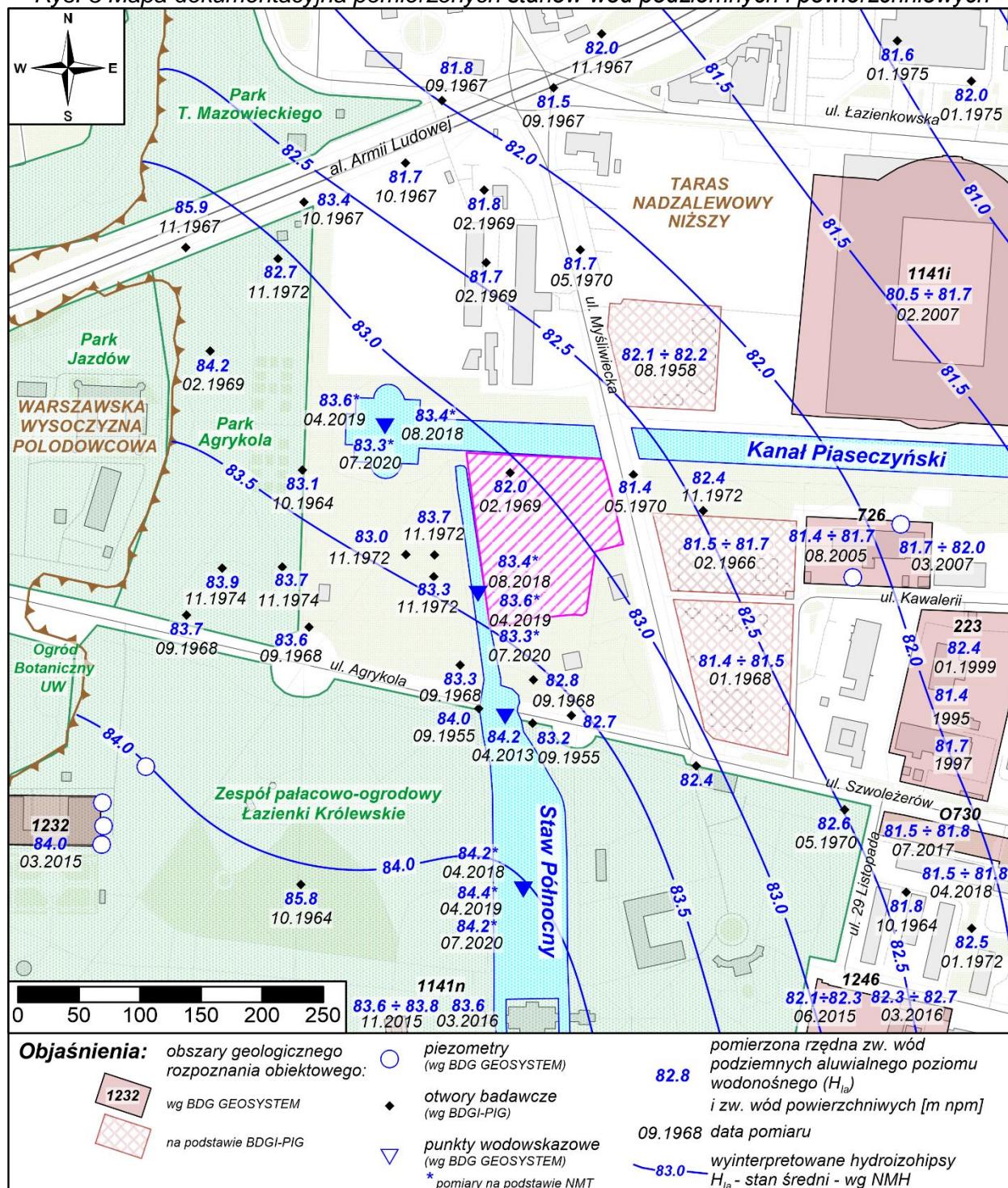
Podłożem osadów czwartorzędowych są zaburzone glaciektogenicznie „ropy pstry plicenu” /4/ wykształcone jako ropy, ropy pylaste, gliny pylaste i pyły z nawodnionymi przewarstwieniami piasków pylastych i drobnych stanowiące *podstawę bardzo słabo wodoprzepuszczalną (PI)*. Osady te w rejonie przedsięwzięcia występują na głębokości kilku/kilkunastu m i osiągają miąższość powyżej 100 m. Na osadach plicenu zalegają kolejno:

- 1) żwiry i piaski ze żwirami interglacjału emskiego /30/;
- 2) piaski i mady rzeczne tarasu nadzalewowego niższego /35/.

Pod względem hydrogeologicznym kompleks osadów czwartorzędowych tworzy jeden *aluwialny poziom wodonośny (Ia)* o znacznej zasobności wodnej, zasilany dopływem lateralnym z wysoczyzny oraz infiltrującymi opadami atmosferycznymi, drenowany przez Wisłę.

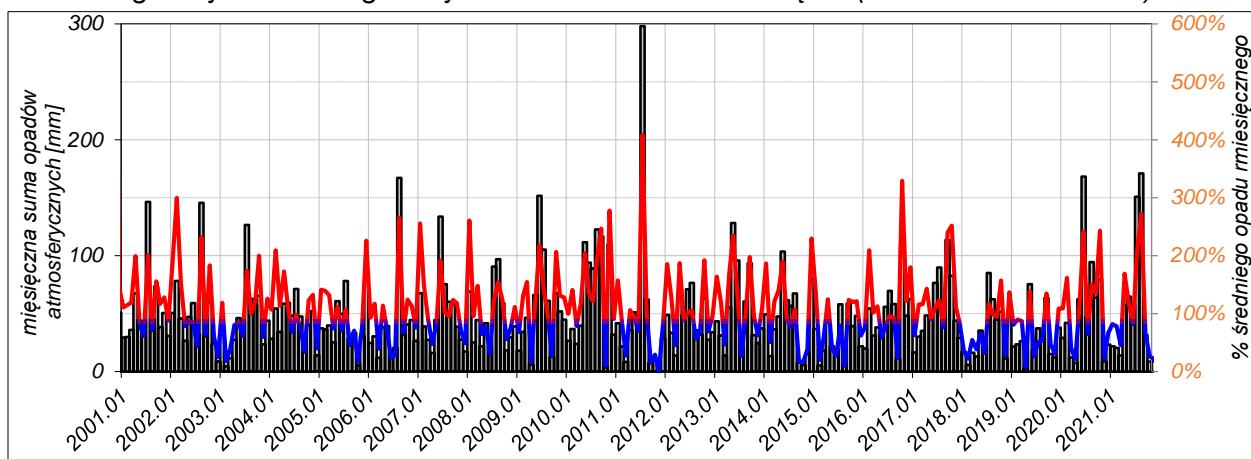
Stany wód podziemnych aluwialnego poziomu wodonośnego (dalej **H_{la}**) podlegają wahaniom sezonowym wynikającym ze zmian zasilania infiltracyjnego i dopływu lateralnego z wysoczyzny oraz mogą być zaburzone czynnikami antropogenicznymi (odwodnienia budowlane wykopów, odprowadzenie wód opadowych i roztopowych do gruntu, eksploatacja ujęć wód podziemnych). Pomierzone historyczne stany wód podziemnych i powierzchniowych w sąsiedztwie przedsięwzięcia przedstawiono na Rys. 3.

Rys. 3 Mapa dokumentacyjna pomierzonych stanów wód podziemnych i powierzchniowych

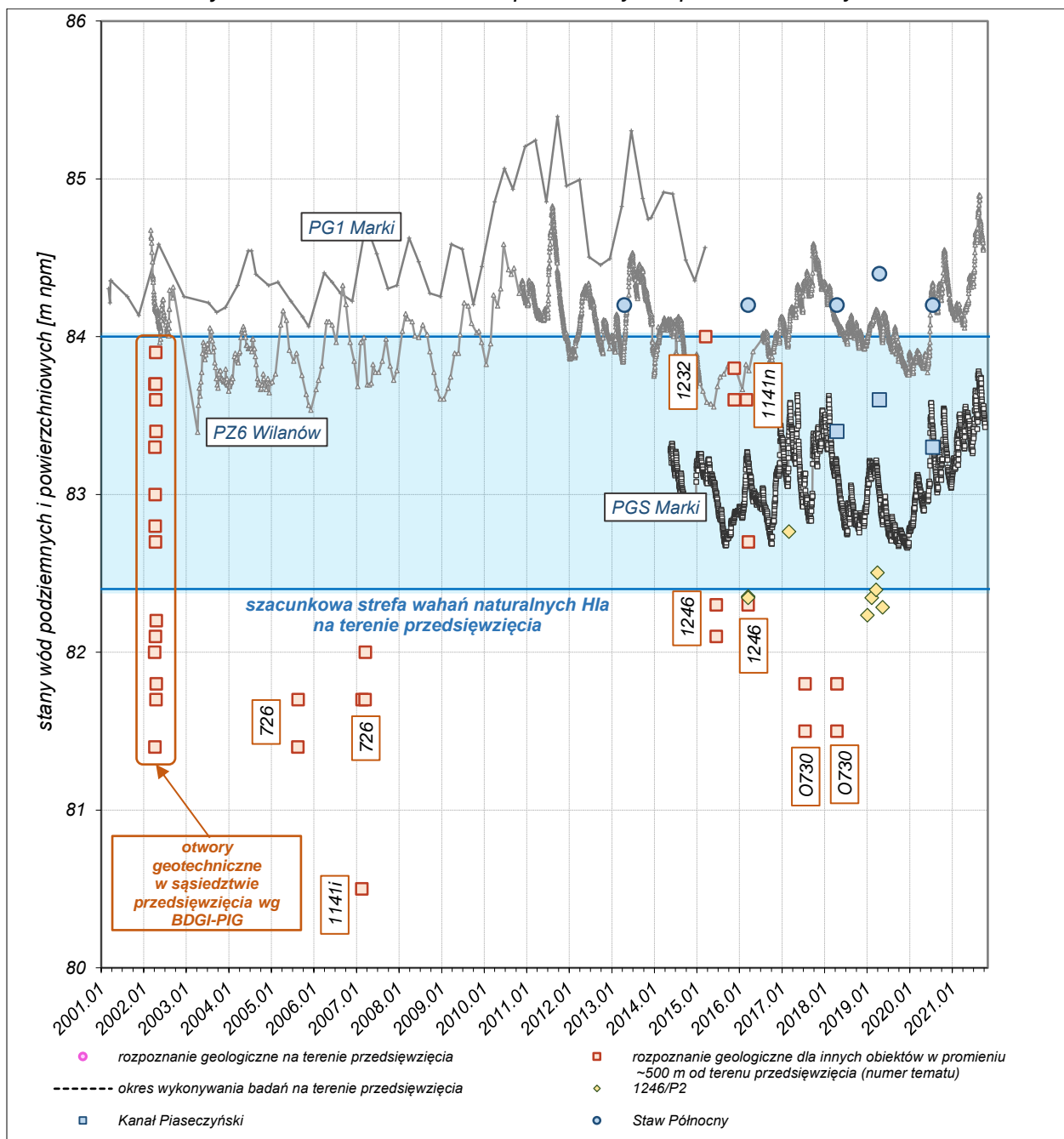


Powyższe pomiary przedstawiono na tle wysokości opadów atmosferycznych i stanów wód na obiektach porównawczych na Rys. 4 i Rys. 5

Rys. 4 Miesięczne sumy opadów atmosferycznych [mm]
wg stacji meteorologicznej IMGW-PIB Warszawa-Okęcie (stan na 31.10.2021 r.)



Rys. 5 Wahania stanów wód podziemnych i powierzchniowych



Stany wód w zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie przedsięwzięcia zbiornikach wód powierzchniowych (*Kanał Piaseczyński, Staw Północny oraz łączący je kanał*) utrzymywane są na względnie stałym poziomie (powyżej zw. wód podziemnych) poprzez system stopni wodnych i sztuczne zasilanie. Zbiorniki te wg dostępnego rozpoznania hydrogeologicznego posiadają kontakt hydrauliczny z wodami podziemnymi i zasilają warstwę wodonośną poprzez bezpośrednią infiltrację wód.

Na podstawie dostępnych danych archiwalnych dla obiektów sąsiednich w toku badań modelowych wyinterpretowano spodziewany stan średni H_{la} – por. Rys. 3.

Wstępnie stany charakterystyczne H_{la} dla terenu przedsięwzięcia szacuje się na:

		H_{la}
<i>stan wysoki /SW/</i>	<i>[m npm]</i>	84.0
<i>stan średni /SS/</i>		83.0
<i>stan niski /SN/</i>		82.4

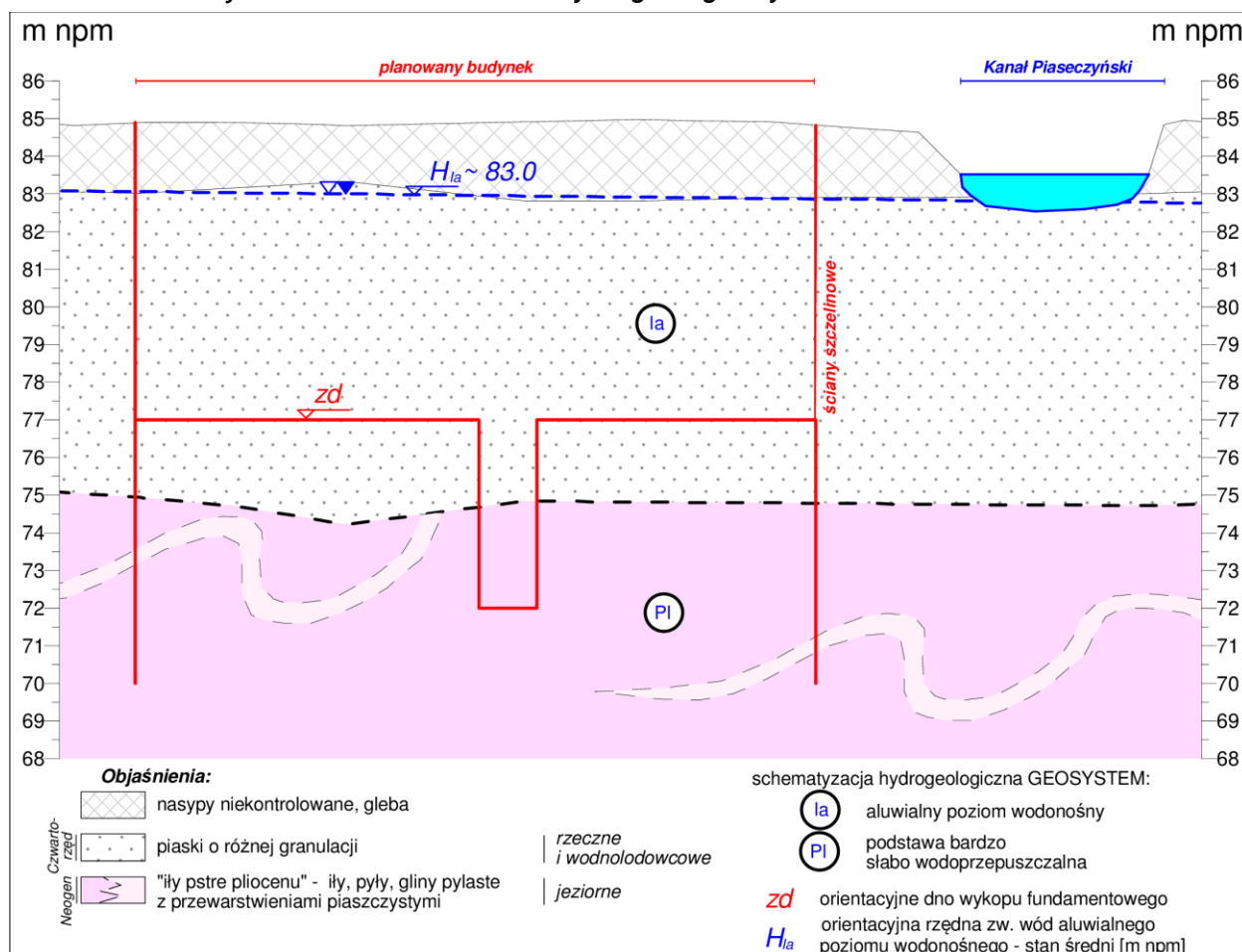
Na terenie ani w rejonie przedsięwzięcia nie wykonywano badań hydrogeodynamicznych ukierunkowanych na rozpoznanie parametrów filtracyjnych aluwialnego poziomu wodonośnego. Okoliczne studnie (por. Zał. 1.0) ujmują w większości oligoceński poziom wodonośny.

Uwzględniając powyższe zastrzeżenia, warunki sedymentacji i wykształcenie litologiczne (piaski średnie i drobne, podrzędnie piaski grube, pospółki i żwiry), a także kierując się doświadczeniem z projektowania i realizacji odwodnień budowlanych innych obiektów na tarasach rzecznych, na potrzeby obliczeń numerycznych przyjmuje się spodziewaną hipotezę parametrów filtracyjnych dla rejonu przedsięwzięcia: $k_{la} = 1.4 \text{ m/h}$.

4. Zakres ingerencji przedsięwzięcia w środowisko gruntowo-wodne

Na terenie planowanego przedsięwzięcia nie wykonywano dotychczas żadnych badań geotechnicznych, geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych. W oparciu o dostępne rozpoznanie archiwalne dla obiektów sąsiednich oszacowano spodziewany schemat warunków hydrogeologicznych fundamentowania przedsięwzięcia por. Rys. 6.

Rys. 6 Schemat warunków hydrogeologicznych fundamentowania



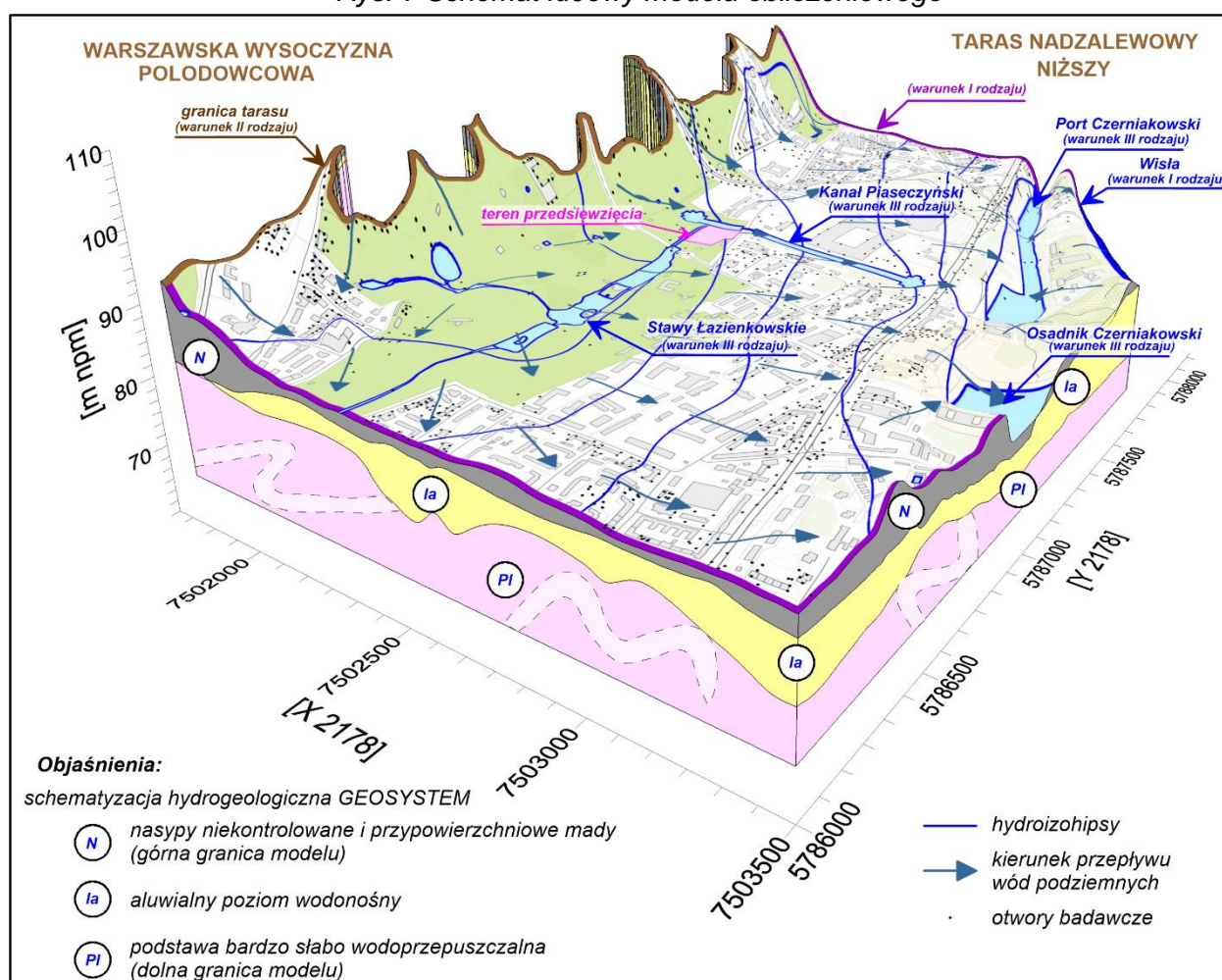
Na obecnym etapie planowania przedsięwzięcia nie są znane szczegółowe założenia posadowienia planowanego budynku. Na potrzeby dalszej analizy przyjmuje się konserwatywne założenie, że konstrukcja planowanego budynku (np. ściany szczelinowe) całkowicie przegrodzi aluwialny poziom wodonośny na całości planowanej powierzchni zabudowy (50x70m) (=największe potencjalne oddziaływania).

5. Obliczenia hydrogeologiczne

W celu oszacowania wielkości potencjalnych deformacji H_{la} na etapie eksploatacji przeprowadza się pogładowe numeryczne obliczenia hydrogeologiczne wykorzystując pakiet programowy SWS Visual Modflow Flex licencjonowany dla GEOSYSTEM.

Zgodnie z rozdz. 3 na hydrogeologicznym modelu numerycznym Warszawy (NMH – poz. [5]) odwzorowano aluwialny poziom wodonośny (Ia) zasilany opadami atmosferycznymi i dopływem lateralnym, drenowany przez Wisłę. Schemat ideowy modelu obliczeniowego podano na Rys. 7

Rys. 7 Schemat ideowy modelu obliczeniowego



charakterystyka modelu obliczeniowego				
1. obliczeniowe parametry filtracyjne:		2. wymiary modelu obliczeniowego:		
warstwa hydrogeologiczna	zmiennosc współczynnika filtracji k_{xy} [m/h]	2.1. wymiary modelu [m]:	X=1700	Y=2200
N	niewzględniana w obliczeniach	2.2. ilość bloków:	190 kolumn	205 wierszy
Ia	1.4	2.3 rozmiar bloków [m]:	zmienna, ~2x2 ÷ 25x25	
PI	0.00036			

Metodyka obliczeń filtracyjnych oparta jest na modelowej symulacji filtracji na numerycznym modelu obliczeniowym, rozwiązującym różniczkowe równanie przepływu wód w ośrodku porowatym. Podstawę matematyczną modelu przepływu stanowi trójwymiarowe równanie strumienia wód podziemnych:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(T_z \frac{\partial H}{\partial z} \right) + R + Q = S \frac{\partial H}{\partial t}, \text{ gdzie:}$$

H - ciśnienie piezometryczne	[L]
T_x - przewodnictwo wodne wzdłuż osi x	[L ² /T]
T_y - przewodnictwo wodne wzdłuż osi y	[L ² /T]
T_z - przewodnictwo wodne wzdłuż osi z	[L ² /T]
R - natężenie infiltracji	[L ³ /T]
Q - wydatek pompowania lub zatłaczania	[L ³ /T]
S - współczynnik zasobności sprężystej	[1]
t - czas	[T]

Przedstawione równanie rozwiązywane jest metodą różnic skończonych przy zastosowaniu prostokątnej sieci dyskretyzacyjnej o zmiennym kroku.

Każdy blok posiada przypisane parametry:

zs - spąg w-wy wodonośnej	k - współczynnik filtracji	H - zwierciadło wody
zt - strop w-wy wodonośnej	qi - zasilanie infiltracyjne	Q - symulowany pobór

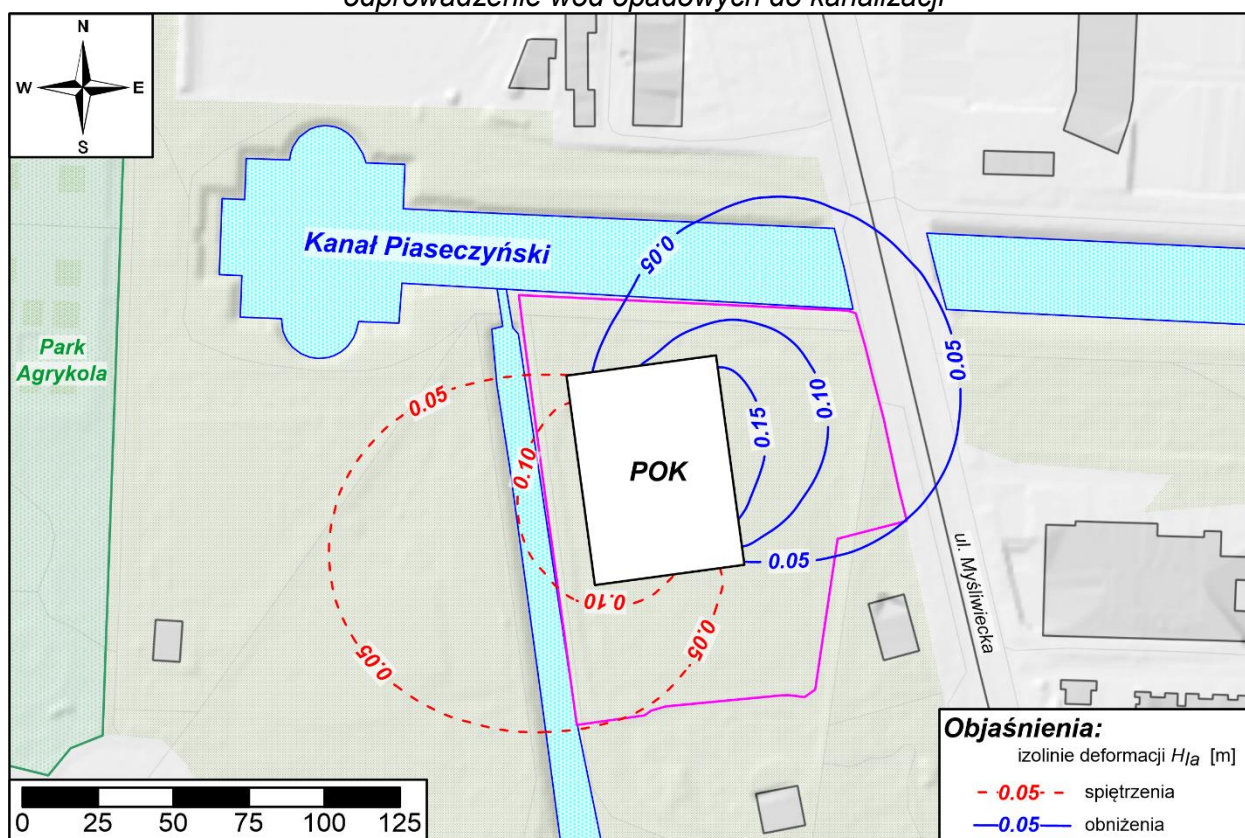
Po dyskretyzacji model wytarowano zadając stacjonarne zasilanie infiltracyjne qi w wysokości ~10 % średniego rocznego opadu (55 mm/rok). Wisłę modelowano warunkiem I-ego rodzaju, Stawy Łazienkowskie, Kanał Piaseczyński, Osadnik Czerniakowski i Port Czerniakowski warunkiem III-ego rodzaju.

Przegrodzenie wodonośca przez konstrukcję podziemną budynku na etapie eksploatacji symulowano poprzez całkowity zanik przepływu wód i zasilania infiltracyjnego w obrysie konstrukcji obiektu.

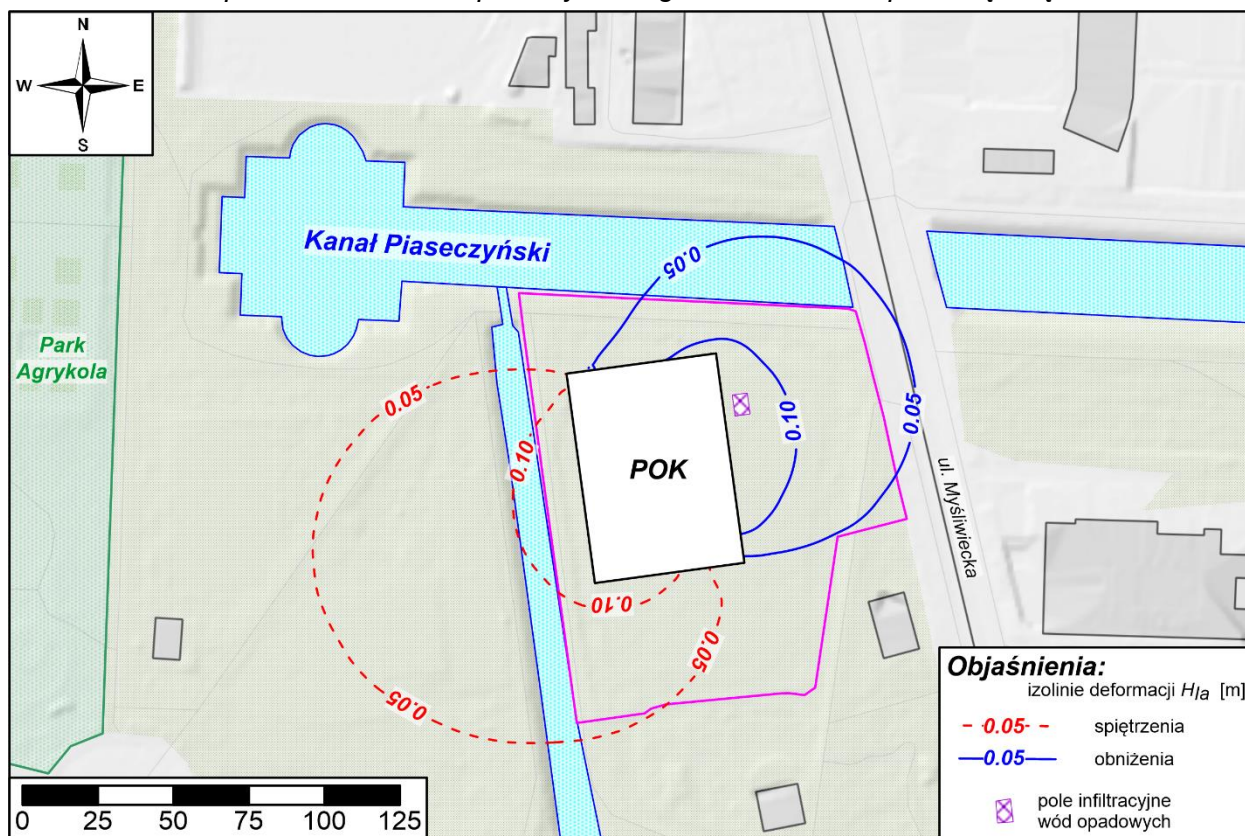
Obliczenia deformacji H_{la} na etapie eksploatacji wykonuje się dla dwóch możliwych wariantów zagospodarowania wód opadowych i roztopowych z dachu planowanego budynku:

- symulacja S1** – odprowadzenie wód opadowych do kanalizacji miejskiej;
- symulacja S2** – odprowadzenie wód opadowych do gruntu na terenie przedsięwzięcia.

Rys. 8 Mapa deformacji zw. wód podziemnych na etapie eksploatacji
– odprowadzenie wód opadowych do kanalizacji



Rys. 9 Mapa deformacji zw. wód podziemnych na etapie eksploatacji
– odprowadzenie wód opadowych do gruntu na terenie przedsięwzięcia



6. Ocena oddziaływania przedsięwzięcia na etapie eksploatacji

Przeprowadzone obliczenia numeryczne wskazują na ~ 0.10 m spiętrzenia H_{la} na napływie i $\sim 0.10 \div 0.15$ m obniżenia na odpływie w bezpośrednim sąsiedztwie przedsięwzięcia - są to wielkości niewielkie, wielokrotnie mniejsze od strefy wahań naturalnych. Planowana zabudowa nie zaburzy naturalnego kierunku przepływu wód podziemnych.

Zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie przedsięwzięcia *Kanał Piaseczyński*, *Staw Północny* oraz *łączy je kanał* to sztuczne zbiorniki, których reżim hydrologiczny kontrolowany jest poprzez system stopni wodnych i sztuczne zasilanie (por. rozdz. 3). W wyniku wbudowania konstrukcji planowanego budynku w strumień wód podziemnych nastąpi niewielkie podniesienie H_{la} pod kanałem łączącym oraz niewielkie obniżenie H_{la} pod *Kanałem Piaseczyńskim*. Zbiorniki te są połączone hydraulicznie, a więc obniżenie pod jednym ze zbiorników zostanie skompensowane przez spiętrzenie pod drugim. Nie przewiduje się zatem wpływu deformacji H_{la} na stany wód i warunki funkcjonowania ww. zbiorników.

W zasięgu spiętrzenia i obniżenia H_{la} nie występują ujęcia wód podziemnych ani inne obiekty budowlane.

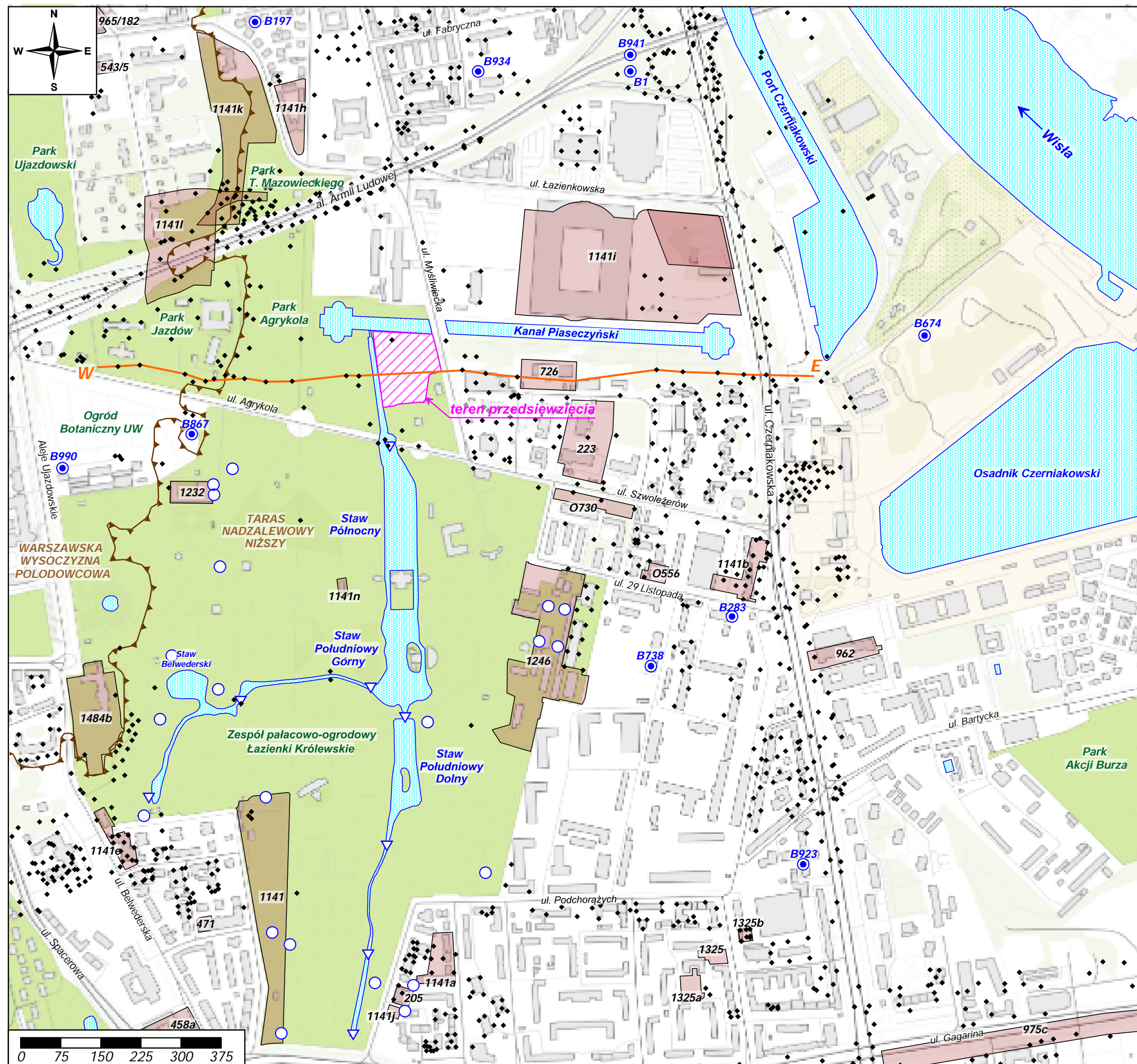
Nie przewiduje się oddziaływania deformacji H_{la} na warunki siedliskowe roślinności (w szczególności drzewostanu), której strefa korzeniowa dostosowana jest do naturalnej amplitudy wahań H_{la} .

W bezpośrednim sąsiedztwie przedsięwzięcia nie występują formy ochrony przyrody ustanowione na podstawie przepisów ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (t.j. Dz.U. 2021 poz. 1098 ze zm.).

Na podstawie powyższej analizy nie przewiduje się negatywnego oddziaływania wbudowania konstrukcji planowanego budynku na środowisko gruntowo-wodne.

7. Wnioski i zalecenia

1. Planowany budynek posadowiony będzie w obrębie czwartorzędowego aluwialnego poziomu wodonośnego i/lub łów pstrych pliocenu stanowiących podstawę bardzo słabo wodoprzepuszczalną.
2. Przeprowadzona w oparciu o numeryczne obliczenia hydrogeologiczne analiza wykazała, że z tytułu wbudowania konstrukcji planowanego budynku w strumień wód podziemnych nie przewiduje się negatywnego oddziaływania na środowisko gruntowo-wodne (w szczególność na zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie *Kanał Piaseczyński* i *Stawy Łazienkowskie*).
3. Analizę przeprowadzono dla konserwatywnego założenia o pełnym przegrodzeniu warstwy wodonośnej na całej planowanej powierzchni zabudowy (50x70m) (=największe potencjalne oddziaływania). Dopuszczalne jest zatem przyjęcie dowolnego poziomu posadowienia.
4. W celu dodatkowego ograniczenia obniżenia zw. wód podziemnych na odpływie oraz zachowania bilansu wodnego rozważyć można zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych do gruntu na terenie przedsięwzięcia.
5. Opracowanie sporządzono w oparciu o dostępne rejonowe rozpoznanie geologiczne. Na etapie sporządzania projektu budowlanego wymagane jest wykonanie pełnych badań geologicznych ukierunkowanych na:
 - a) rozpoznanie głębokości występowania „łów pstrych pliocenu”;
 - b) określenie stanów wód podziemnych i powierzchniowych (min. 3 piezometry na terenie przedsięwzięcia, punkty wodowskazowe na Kanale Piaseczyńskim i Stawie Północnym).



Objaśnienia:

- studnie ujęciowe (wg CBDH i BDG GEOSYSTEM)
- piezometry
- punkty wodowskazowe
- otwory badawcze (wg BDGI-PIG)
- obszary obiektowego rozpoznania geologicznego (wg BDG GEOSYSTEM)
- linia rejonowego przekroju hydrogeologicznego (por. Zał. 2.0)



 GEOSYSTEM OPW Sp. z o.o. 01-588 Warszawa ul. Hanka Czaki 2/92, tel. 22 832 28 39, 505 927 929, e-mail: biuro@geop.pl			
Obiekt	NOWA SIEDZIBA POLSKIEJ OPERY KRÓLEWSKIEJ (działka o nr. ewid. 14, obręb 5-06-12)		
Inwestor	Polska Opera Królewska 00-695 Warszawa, ul. Nowogrodzka 49		
Zamawiający	Polska Opera Królewska 00-695 Warszawa, ul. Nowogrodzka 49		
Rodzaj opracowania	Opinia hydrogeologiczna	Rewizja	00
Mapa rejonowego rozpoznania geologicznego skala 1 : 7 500			Zał. 1.0
Opracował	Cezary Szański		11.2021 r.
Sprawdził	mgr Konrad Opechowski upr. MŚ V-1684, VII-1504, MWM XI-032, XII-178		
Plik: 1600_01_POK_OH_R00_MRRG			

