

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowi zlecenie zrealizowane dla Zamawiającego: **Pracownia Projektowa i Realizacji Inwestycji mgr inż. arch. Jan Drzazga**, z siedzibą ul. Różana 9, 75-220 Koszalin, dotyczące określenia geotechnicznych warunków posadowienia dla zadania pn.: **Hangar Aeroklubu Szczecińskiego. Szczecin, ul. Przestrzenna 10, działka nr 9/35, obręb nr Dąbie 404, gm. Miasto Szczecin.**

Zgodnie z §8 Rozporządzenia [1] **Opinia geotechniczna** powinna ustalać przydatność gruntów na potrzeby budownictwa oraz wskazywać kategorię geotechniczną obiektu budowlanego.

Prace terenowe prowadzone były na przestrzeni maja 2024 r. Otwory geologiczne (mało średnicowe Ø 80 mm; nie rurowane) wykonano samojednym urządzeniem wiertniczym WH4 przez firmę Usługi Wiertnicze Marek Szumiński. Profile uzupełniono wynikami badań gruntu, uzyskanych za pomocą badań makroskopowych, badań sondami DPH, SLVT i CPTU, badań laboratoryjnych oraz na podstawie doświadczenia porównawczego.

Syntetyczne zestawienie zakresu prac polowych zamieszczono w poniższej tabeli:

lp.	rodzaj prac	ilość (sztuk)	głębokość (m) /przeloty (m)	łączy metraż
1	wiercenie mechaniczne metodą obrotową, przy pomocy żerdzi ślimakowych	3	10,0 – 18,0	40,0
2	sonda udarowo-obrotowa SLVT	1	7,9	7,9
3	sonda dynamiczna DPH	2	10,0 – 11,9	21,9
4	badanie sondą statyczną CPTU	1	18,0	18,0

Miejsca punktów badawczych wytyczono metodą domiarów prostokątnych (ortogonalnych) do istniejących sieci, charakterystycznych obiektów i granic działki. Ich lokalizacje przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:500 (**Zał. Graf. 2**). Rzędne wylotów otworów wiertniczych zaniwelowano w dowiązaniu się do reperów roboczych – np. pokryw studzienek kanalizacyjnych i innych zaznaczonych na ww. mapie.

Do sporządzenia niniejszej **Opinii** przeanalizowano również dostępne opracowania geologiczne i geotechniczne, mapy oraz inne materiały i informacje otrzymane od Zleceniodawcy, w oparciu o ustawy, rozporządzenia, wytyczne i normy, związane z geologią, budownictwem i geotechniką, w tym, nie wyłączając innych, wyszczególnionych poniżej:

1. Rozporządzenie MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463).
2. PN-EN 1997-1: E 7 Projektowanie geotechniczne; Część 1: *Zasady ogólne*; PKN, Warszawa 2008 rok.
3. PN-EN 1997-2: E 7 Projektowanie geotechniczne; Część 2: *Rozpoznawanie i badanie podłoża gruntowego*; PKN, Warszawa 2009 rok.
4. PN-EN ISO 14688. Badania geotechniczne – oznaczania i klasyfikowanie gruntu. Cz. 1: Oznaczania i opis.
5. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz **Szczecin** (228). 5a. Objasnienia do SmgP ark. Szczecin. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1980 r.
6. Mapa geosrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 arkusz **Szczecin** (228). 6a. Objasnienia do MgSP ark. Szczecin. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2009 r.
7. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz **Szczecin** (228). 7a. Objasnienia do MhP ark. Szczecin. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1998 r.
8. Mapa glebowo-geologicznej w skali 1: 25 000 arkusz Szczecin. Erlauterungen zur Geologischen Karte von Preussen Und benachbarten Bundesstaaten. Blatt **Stettin**, Linstow O., Berlin 1921b.
9. Zarys geotechniki, Z. Wiłun, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, wyd. 7., Warszawa 2005 r.

2. POŁOŻENIE I ZAGOSPODAROWANIE TERENU ORAZ CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA I HYDROLOGICZNA PODŁOŻA

2.1. Położenie administracyjne i zagospodarowanie dokumentowanego terenu

Badania wykonano na działce nr 9/35 przy ulicy Przestrzenna 10 (obwód Dąbie 404) w Szczecinie, znajdującej się w granicach osiedla Dąbie na prawobrzeżnej części miasta. Obszar opracowania znajduje się na terenie zagospodarowanym od XX w. na cele komunikacji lotniczej (do budowy lotniska w Dąbiu przystąpiono w 1924 r.), i do dzisiaj pozostaje w zarządzie Aeroklub Polski za pośrednictwem aeroklubu regionalnego - Aeroklubu Szczecińskiego (charakter wyłącznie rekreacyjno-sportowy). Teren lotniska położony jest na pld. Od jez. Dąbie, pomiędzy ulicami Przestrzenna, Eskadrowa, Hangarowa, Gryfińska i rz. Płonia. Ponieważ lotnisko położone jest na terenie podmokłym, utworzono zaawansowany system odwadniający złożony z drenów oraz pomp elektrycznych do usuwania wody z płyty lotniska. W skład infrastruktury lotniska wchodzi także trzy hangary żelbetowe z przesuwanymi drzwiami (obecnie w remoncie). Do centralnie położonego hangaru przylegają budynki administracyjno-szkoleniowe oraz wieża obserwacyjna (za https://pl.wikipedia.org/wiki/Lotnisko_Szczecin-D%C4%85bie). Cała ta część miasta położona jest w Dolinie Dolnej Odry [6, 6a]. Lokalizację rozpatrywanego obszaru przedstawiono na fragmencie mapy topograficznej w skali 1:10 000 (Załącznik Graf. 1).

Miejsca wykonywania badań geologicznych przypadły w obrębie nawierzchni płyty postojowej przed hangarem jak i posadzki wewnętrznej w hangarze lotniskowym. Teren przed hangarem posiada 3-kierunkowy spad i jest wyłożony płytami chodnikowymi 50x50 cm. Na części płyty tworzy się w czasie opadów znacznych rozmiarów zastoina wodna. Wewnątrz hangaru posadzka wyłożona jest płytami 50x50, **zapadnięta** i wg informacji od pracowników lotniska, w części była w minionych latach naprawiana. W tym celu podniesiono część posadzki w celu jej wypoziomowania i ułożono nawierzchnię z kostki betonowej. Obecnie na skutek braku stabilnej podbudowy posadzka ta w przeciągu okresu 2-3 lat również częściowo się zapadła. Przejście z hangaru na płytę odbywa się poprzez **próg wrót hangarowych** w obecnej sytuacji wypiętrzonym w stosunku do obu powierzchni. **Różnica poziomów pomiędzy szyną jezdnią wrót a najniższym punktem placu szacowana jest na poziomie 70 cm.** W chwili obecnej trwają prace związane z wymianą i remontem konstrukcji wrót hangarowych docelowo zmianie ulegnie również sposób otwierania wrót w chwili obecnej konstrukcja dolna przesuwu wrót odbywa się po jednej szynie natomiast po ich wymianie przesuw wrót będzie odbywała się po dwóch szynach. Zmienia się szerokość progu przesuwu wrót.

W miejscach wykonywania poszczególnych odwiertów powierzchnia wznosi się na wysokość 1,53 – 0,83 m n.p.m. Teren ten pozostaje uzbrojony (np. sieć teletechniczna, kanalizacja). Szczegółowe położenie terenu objętego opracowaniem oraz stan zagospodarowania wraz aktualnym rozkładem uzbrojenia przedstawia załączona mapa dokumentacyjna w skali 1:500 (Załącznik Graf. 2).

2.2. Opis budowy geologicznej

Wg objaśnień do SmgP arkusz **Szczecin** [5a], teren objęty zamierzeniem inwestycyjnym obejmuje fragment dawnej aluwialnej, bagiennie-torfowej niziny, którą pokryły nasypy i refulatory w celu uzdatnienia równin torfowych dla działalności gospodarczej.

W głębokim podłożu zalegają osady piaszczyste związane z etapem postglacjalnej akumulacji rzecznej (${}^fQ_{p4}{}^{2Pm}$), gdy zostały złożone po zasypaniu sięgającego ok. 17 m p.p.m. głębokiego rozcięcia pra-Odry, zalegając na starszych utworach wodnolodowcowych. W wykonanych otworach, ww. serie rzeczna reprezentują piaski drobnoziarniste (Pd, Pd +H FSa), barwy szarej i ciemno szarej, w spągu najgłębiej sięgającego otworu 2 przechodzące w piaski średnioziarniste (Ps MSa). Strop piasków

rzecznych układa się na głębokości 6,1 – 8,2 m p.p.t., co odpowiada rzędnym 5,3 – 6,8 m p.p.m. i których tam do głębokości 18,0 m p.p.t. nie przewiercono.

Ponad stropem piasków rzecznych zalega kompleks gruntów organiczno-mineralnych, znajdującej się tu pierwotnie bagienno-torfowej niziny (należącej do form utworzonych przez roślinność), która po znacznym podniesieniu się wód w subatlantyku uległa zatopieniu. Są to przede wszystkim organiczne (t_{Qh}) torfy barwy brunatnej (T, T/Nm Or) o wielometrowej grubości i o zróżnicowanej konsystencji (słabi i średnio rozłożone).

O ile w otworze 3, wykonanym poza hangarem w obrębie płyty postojowej, torfy występują już od ok. 1 m głębokości, to w obu otworach w obrysie hangaru strop torfów zapada się do 3,5 m p.p.t., pozostając pod nakład piasków związanych z prowadzeniem prac refulacyjnych /urobek składowany z bagrowanego przekopu Regalicy/. W otworach 1 i 2, są to piaski drobne (Pd FSa) barwy szarej. Charakterystyczne dla szczecińskiego Międzyodrza nasypy i refulaty są konsekwencją gospodarczych oddziaływań człowieka na środowisko przyrodnicze – usytuowane są na torfach w celu uzdatnienia równin torfowych dla działalności gospodarczej.

Zalegające od samej powierzchni piaski i żwiry bez większych domieszek, tylko w otworze 3 wymieszane z gruzem i żużlem w różnych proporcjach (Pd, Ps +ż, B, C, żl), to nasyp budowlany (nN Mg), stanowiący podbudowę nawierzchni z płyt betonowych (ok. 0,1 – 0,2 m). Tego typu nasypy zalegają pokrywą o grubości 1,2 - 1 m.

3.2. Warunki hydrogeologiczne

Wg objaśnień do MHP [7a], głównym elementem sieci hydrograficznej (i bazą drenażu) na obszarze lotniska w Dąbiu jest Regalica oraz samo jezioro Dąbie, której jest jej naturalnym ujściem.

W trakcie wykonywanych w maju 2024 r. otworów geologicznych, udokumentowano i zmierzono ZWG, przesycające podłoże w dwóch poziomach. Najważniejsze dane o stwierdzonych w otworach przejawach wody gruntowej i infiltracyjnej zestawiono syntetycznie w poniższej tabeli (*kursywą* dane przybliżeniu):

Nr otworu	głębokość występującego ZWG			przełot głębokości występowania sączeń	Uwagi
	najpłycej		głębiej		
	m p.p.t.	m n.p.m.	m p.p.t.	m p.p.t.	
1	▽▼1,25	0,2			
			▽8,2	7,5 – 8,2	
2	▽▼1,3	0,2			
			▽7,2		
3	▽▼0,7	0,1		1,1 – 1,4	
			▽6,1		
objaśnienia:		▽▼ zwierciadło swobodne	▽ zwierciadło nawiercone		▼ zwierciadło ustabilizowane

Wykonane obserwacje i pomiary w trakcie wierceń potwierdziły, że na obszarze objętym opracowaniem mamy do czynienia z regularnym poziomem wody gruntowej o zwierciadle swobodnym, utrzymującym się w występujących od powierzchni nasypach i refulatach, po części zaburzonym przez osłabione właściwości filtracyjne nasypów oraz piasków refulatach piaszczystych.

Piaszczyste połączenie podłoża tworzą strefy utworów o średniej przepuszczalności poziomej, o bardzo dobrej przepuszczalności pionowej, nie izolujące.

Syntetyczne zestawienie orientacyjnej wartości współczynnika filtracji udokumentowanych grup gruntów zamieszczono w poniższej tabeli:

Nr serii	rodzaj gruntu	symbol gruntu wg PN-86/b-02480	symbol gruntu wg PN-EN ISO 14688-2-2006)	współczynnik filtracji wg literatury $k(n)$ [m/s]				
				przyjęty	wg Dec T. 1975; Mielcarzewicz E. 1971		wg Pleczyński, 1981, 1988	
					od	do	od	do
I	torfy	T	<i>Or</i>			$4,6 \cdot 10^{-8}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	

II	piaski drobne	Pd	FSa		$0,12 \cdot 10^{-3}$	$0,023 \cdot 10^{-3}$		
----	---------------	----	-----	--	----------------------	-----------------------	--	--

Jak już wyżej wspomniano, problematyka hydrograficzna i hydrologiczna na omawianym obszarze wiąże się z wodami w dolinie Dolnej Odry, znajdując się w zasięgu zmiennej cofki z Zalewu Szczecińskiego, przejawiającej się płynięciem wód w górę rzeki, przynajmniej w warstwie powierzchniowej.

Średnia amplituda wahań wód Regalicy i jez. Dąbie wynosi około 1 m w skali rocznej.

Występujący głębiej wody o napiętym zwierciadle to **dolinny poziom wodonośny** występuje w utworach holoceno-plejstoceno-plejstoceno pod nakładem utworów organicznych, które wpływają w sposób istotny na jakość tego poziomu. Miąższość poziomu wynosi od kilkunastu metrów do ponad 40 m. Warstwę wodonośną budują piaski drobnoziarniste w stropie, przechodzące w średnioziarniste ze żwirem i otoczkami w spągu. Kompleks wodonośny leży na glinie zwałowej bądź mułku, lub bezpośrednio na utworach podłoża podczwartorzędowego - łożach oligoceno-plejstoceno, bądź wapieniach kredy górnej.

Poziom wodonośny przykrywa warstwa utworów organicznych o miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Kompleks utworów bagiennych może napinać zwierciadło wody. **Stabilizuje się ono na rzędnych wód powierzchniowych, a w niektórych otworach poniżej poziomu morza.** Powierzchnia piezometryczna jest płaska w wyniku bliskości Regalicy (Odry Wschodniej) oraz jez. Dąbie.

Podsumowując, prognozuje się, że w okresach podniesionych stanów Odry poziom wody gruntowej w podłożu badanego terenu może podnosić się maksymalnie o ok. 0,7 – 0,8 m w stosunku do stanu stwierdzonego w otworach, tj. do rzędnej ok. 1 m n.p.m., przez większą część roku utrzymując się na $\pm 0,2$ m n.p.m. Warunki wodne należy określić jako **mało korzystne**.

3. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA PODŁOŻA ORAZ DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Zgodnie z zasadami sporządzania MGŚP na obszarze arkusza Szczecin [6a], szczecińskie Międzyodrze to obszary o warunkach **niekorzystnych**, utrudniających budownictwo:

...do obszarów o **warunkach niekorzystnych**, utrudniających budownictwo, zaliczono tereny, na których występują grunty słabonośne. Są to przede wszystkim **grunty organiczne** oraz grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym i plastycznym. Są to jednocześnie obszary płytkiego zalegania wód gruntowych (0 – 2 m). Obszary te występują w dolinie Odry i aluwialnej nizinie jeziora Dąbie.

Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych stwierdza się, że dokumentowane podłoże jest zróżnicowane litologicznie i geotechnicznie, ale o wyrównanym układzie zalegania wymienionych niżej pakietów gruntowych wobec siebie.

Kierując się genezą gruntów i jednolitością ich parametrów geotechnicznych wydzielone wyżej zespoły rozdzielono/przydzielono w sumie na **3 warstwy geotechniczne**. Dla większości typów gruntów podano uogólnione (ze względu na małą ilość danych) wartości parametru stanu i wytrzymałości na ścinanie normową metodą **A**, ustalone na podstawie przeprowadzonych prac polowych (sondowania SLVT*, DPH* i CPTU*) oraz doświadczenia porównawczego.

Zespół danych ilościowych oparto na wynikach badań stanu i wytrzymałości gruntu uzyskanymi sondą statyczną CPTU. stratygraficznym, określenie cech wskaźnikowych ID i IL, oraz takich parametrów fizyko-mechanicznych jak: kąt tarcia wewnętrznego, spójności, niedrenowanej wytrzymałości na ścinanie – Su (wg Eurokodu: Cu), oraz edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej Mo. Parametry geotechniczne gruntów z testu statycznego sondowania **wyznaczone są metodą bezpośrednią** – normową metodą **A**, w aktualnym stanie naprężenia w podłożu, w kontrolowanych warunkach drenażu, z uwzględnieniem makrostruktury gruntu i historii obciążenia podłoża. Dopiero tak szczegółowe badania mogły być podstawą do rzetelnych obliczeń statycznych i określenia technologii i warunków posadowienia obiektów inżynierskich.

Szczegółowy Raport z wykonanego testu CPTU dołączono do niniejszej Opinii (Załącznik Tekst. 1 ÷ 2).

Badanie sondą SLVT to połowa metoda badawcza, która poza określenie cech wskaźnikowych ID i IL, pozwala przy pomocy klucza dynamometrycznego uzyskanie parametrów fizyko-mechanicznych jak niedrenowana wytrzymałości na ścinanie (wg Eurokodu: Cu).

Sondowanie dynamiczne, w tym przypadku za pomocą sondy DPH (sonda ciężka) to połowa metoda badawcza określenia parametru wiodącego, dedykowana w gruntach niespoistych oraz dająca pogląd na stopień konsolidacji połączy gruntów organicznych czy spoistych.

Wykresy wykonanych sondowań przedstawiono na Przekrojach geotechnicznych (Zał. Graf. 3 ÷ 5).

W ramach badań laboratoryjnych (próbki kategorii B3), metodą A ustalono wartość wybranych cech fizycznych gruntów takich jak zawartość CaCO_3 , wilgotność naturalna (W_n), gęstość objętościowa (ρ) czy zawartość części organicznych, dla większości typów gruntów wydzielonych warstw (Tabela nr 2).

Pozostałe parametry gruntów określono metodą B na podstawie doświadczenia porównawczego, w rozumieniu PN-EN 1997-1: Eurokod 7 (oraz na bazie PN-81/B-03020). Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych (patrz Tabela 2) należy przyjąć stosując współczynniki częściowe przy sprawdzaniu stanów granicznych (GEO) wg PN-EN 1997-1: 2008/Ap2:2010. Syntetyczne zestawienie wydzielonych serii litologiczno-genetycznych i wydzielonych w ich obrębie warstw geotechnicznych zamieszczono w poniższej tabeli:

nr wydzielonej warstwy geotechnicznej	symbol gruntu wg PN-86/b-02480	symbol gruntu wg PN-EN ISO 14688-2-2006	Opis (oraz nr) wydzielonej warstwy geotechnicznej
I	n(Pd, Ps +ż) n(Pd +C, żl)	saMg? xMg	Nasypy i refulaty piaszczyste: piaski z domieszkami antropogenicznego pochodzenia oraz piaski drobne w przedziale średnio zagęszczonych o $I_D \approx 0,3 \div 0,5/30 \div 50\%$.
IIA, IIB	T, T/Nm, Nm/T	Or	Torfy słabo rozłożone (H_{2-4}) o konsystencji plastycznej, rozdzielone wg wytrzymałości na ścinanie* na torf średnio rozłożony (IIA) i słabo rozłożony (IIB).
IIIA, IIIB	Pd, Pd +H Ps	FSa MSa	Piaski drobne w przedziale średnio zagęszczonych o $I_D \approx 0,5 \div 0,6/50 \div 60\%$ (IIIA) oraz piaski średnie, w przedziale zagęszczonych, o $I_D \approx 0,7/70\%$ (IIIB).

Przebieg wydzielonych wyżej warstw ilustrują przekroje geotechniczne (Zał. Graf. 3 ÷ 5).

Na podstawie powyższego podziału geotechnicznego do gruntów nienośnych należy zaliczyć organiczne torfy i namuły warstw IIA i IIB, nie powinny stanowić podłoża budowlanego. Grunty pozostałych warstw są mniej lub bardziej nośne.

4. WNIOSKI I ZALECENIA

- 4.1. Uzyskany w wyniku przeprowadzony wiercen i sondowań geotechnicznych obraz warunków gruntowo-wodnych, pozwala na stwierdzenie, że warunki budowlane podłoża działki nr 9/35 są niekorzystne, z utrudnieniami w postaci wielometrowego pokładu gruntów organicznych oraz płytkim występowaniem wód gruntowych. Grunty organiczne cechują się znikomą nośnością i znaczną ściśliwością oraz dużą wilgotnością. Obszary, na których występują nie nadają się do bezpośredniego posadowienia budowli, bez uprzednich zabiegów geotechnicznych.
- 4.2. Wody gruntowe występują na głębokości 1,3 – 0,7 m, okresowo zmienne - warunki wodne należy określić jako mało korzystne. Na obszarach podmokłych i zabagnionych oraz w dolinach rzecznych i na mierzei, z uwagi na płytkie występowanie wód, grunty charakteryzują się dużą wilgotnością. Woda zawiera rozpuszczone kwasy humusowe i jest silnie agresywna w stosunku do betonu i stali. Sąsiedztwo rzek sprawia, iż w przypadku intensywnych opadów może dochodzić do podtopień i powodzi. Szerzej o warunkach gruntowo-wodnych w tej strefie w p. 2.3.
- 4.3. Badana działka nr 40/8 przy ul. Przestrzennej jest terenem przydatnym dla zabudowy (wielko kubaturowe budownictwo lądowe) pod warunkiem pośredniego posadowienia planowanego, np. na palach lub równoważnych kolumnach, zagłębionych poniżej stropu nośnych piasków, tak aby uniknąć zróżnicowanych osiadań projektowanych większych

budowli. Zarówno w kontekście posadowienia obiektów budowlanych, jak i zagospodarowania terenu, należy wziąć pod uwagę również to, że jest to **obszar szczególnego zagrożenia powodziowego**.

- 4.4. Na tego typu podłożu można będzie ułożyć nawierzchnie np. dróg dojazdowych i parkingów czy posadzić niewielkie obiekty o lekkiej konstrukcji, **najlepiej wykonując dodatkowe wzmocnienie podłoża za pomocą materaca z geotkaniny, wypełnionego zagęszczanym piaskiem**.
- 4.5. W wyniku analizy uzyskanych informacji ustalono przydatność gruntów na potrzeby budownictwa. Według kryteriów określonych w rozporządzeniu MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463), warunki gruntowe w podłożu działki nr 791 są warunkami **złożonymi**. Wynika stąd konieczność wykonania do projektu budowlanego zabudowy działki dalszych badań opracowań, zgodnie z przepisami prawa geologicznego i górniczego opracowanych w formie **Dokumentacji geologiczno - inżynierskiej**.
- 4.6. Prace ziemne będą na przedmiotowym terenie kłopotliwe z uwagi na warunki wodne, jak i wrażliwość nasypów spoistych i znikomej nośności gruntów organicznych. Przy wykonywaniu robót ziemnych należy pamiętać, że:
- występować będzie lokalnie podłoże o zdecydowanie gorszych parametrach;
 - pozostawione w gruncie przeszkody stanowiące znaczne lokalne przeszywnienia;
 - zbyt wysoki poziom wód gruntowych;
 - niewłaściwe odseparowanie dna wykopu od podłoża słabonośnego, w tym brak materiałów geotekstylnych lub materiału grubo okrucowego umożliwiającego klinowanie dolnej warstwy;
 - nieodpowiednie dogęszczenie materiału podbudowy (nie osiągnięty wskaźnik zagęszczenia lub moduł odkształcenia wtórnego).
- 4.7. Konieczne będzie zaprojektowanie i wykonanie odwodnienia wykopów. Orientacyjne wartości współczynniki filtracji k podano w p. 2.3. Odwodnienie wykopu powinno być prowadzone z uwzględnieniem powstającego podczas tych prac ciśnienia spływowego, co może doprowadzić do naruszenia stateczności istniejącej wokół zabudowy i infrastruktury. Niezalecane jest pompowanie wody bezpośrednio z dna wykopu. Zwierciadło wody gruntowej powinno być obniżane za pomocą igłofiltrów.
- 4.8. Rozwiązaniem najprostszym i najpewniejszym, pomijającym słabonośne grunty warstwy IIA i IIB będzie posadowienie pośrednie, np. na palach lub równoważnych kolumnach, zagłębionych poniżej ich spągu (na obecnym etapie nie ustalonym), w występujących poniżej nośnych piaskach rzecznych warstw IIIA i IIIB.
- 4.9. Wyniki badania wody gruntowej (Sprawozdanie z badań nr 827/24/S; **Zał. Tekst. 3 ÷ 4**) znajdują się poniżej wartości granicznych dotyczących klas ekspozycji agresji chemicznej wody gruntowej, zatem środowisko chemiczne sklasyfikowano jako nieagresywne **XA1**.