

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowi zlecenie, zrealizowane dla Zamawiającego: Goleniowskie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o., z siedzibą 72-100 Goleniów, ul. Wincentego Witosa 7 (UMOWA NR GTBS.DTI 40.2024 z dnia 29.09.24), dotyczące określenia geotechnicznych warunków posadowienia dla zadania: Budowa zespołu budynków wielorodzinnych z garażem podziemnym, z niezbędną infrastrukturą techniczną oraz zagospodarowaniem terenu przy ul. Wytwórczej w Goleniowie. Działka ewidencyjna nr 8/8, obręb Goleniów-11, gmina Miasto Goleniów.

Niniejsze opracowanie stanowi pierwszy etap dokumentowania warunków gruntowo-wodnych w badanym podłożu, na potrzeby koncepcji zagospodarowania terenu działki nr 8/8.

Prace terenowe prowadzone były na przestrzeni października 2024 roku. Otwory geotechniczne (mało średnicowe Ø 80 mm; nie rurowane) wykonano samojezdnym urządzeniem wiertniczym WH4 przez firmę Usługi Wiertnicze Marek Szumiński. Profile uzupełniono wynikami badań gruntu, uzyskanych za pomocą oceny makroskopowej, badań sondami SLVT i CPTU, badań laboratoryjnych oraz na podstawie analizy porównawczego. Syntetyczne zestawienie zakresu prac polowych zamieszczono w poniższej tabeli:

lp.	rodzaj prac	ilość (sztuk)	głębokość (m) / ilość ścięć	łączy metraż / suma ścięć
1	wiercenie mechaniczne metodą obrotową, przy pomocy żerdzi ślimakowych, nierurowane;	22	12,0 - 10,0	222,0
2	badanie sondą statyczną CPTU	4	16,3 – 10,0	56,5
3	badanie sondą udarowo-obrotową SLVT	2	5,0/9 ÷ 4,2/6	9,2/15
4	badanie sondą dynamiczną DPL	1	3,3	3,3

Pomiaru zrealizowanych punktów geotechnicznych zrealizowała powykonawczo firma GEO-EXPERT, która na tle mapy ewidencyjnej działki sporządziła mapę dokumentacyjną w skali 1:1 000 (Załącz. Graf. 2). Wysokości podano w obowiązującym układzie EVRF 2007NH.

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; cz. 1: Zasady ogólne; PKN, Warszawa 2008 r.
3. PN-EN 1997-2: E 7 Projektowanie geotechniczne; cz. 2: Rozpoznawanie i badanie podłoża gruntowego; PKN, Warszawa 2009 r.
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 **Goleniów** (N 33 - 90 B). Instytut Geologiczny, Warszawa, 1957 r.
6. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz **Goleniów** (191). 6a. Objasnienia do SmgP ark. Goleniów - reambulacja. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2021 r.
7. Mapa geosrodowiskowa Polski w skali 1:50 000. Arkusz **Goleniów** (191). 7a. Objasnienia do MgśP ark. Goleniów. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2009 r.
8. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz **Goleniów** (191). 8a. Objasnienia do MhP ark. Goleniów. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2000 r.
9. https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html
10. 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

Planowana inwestycja powstanie na terenie działki nr 8/8 z obrębu Goleniów 11, znajdującej się u zbiegu ulic Boczna i Wytwórcza na terenie os. Helenów. Ta część miasta Goleniowa, położona jest ok. 2 km na południe od centrum miasta, przy drodze powiatowej prowadzącej do Stargardu.

Obszar w zakresie opracowania położony jest przy odnodze od ul. Stargardzkiej, gdzie stanowi enklawę niezagospodarowanego terenu. Teren ten posiada kształt zbliżony do trójkąta. Ku północy, poprzez ul. Boczną, teren opada w kierunku obniżenia strugi Wiśniówki. Od strony północnego-wschodu przylega opłotowana posesja na której prowadzona jest działalność gospodarcza, dalej ku wschodowi teren otwiera się na jeszcze niezagospodarowane nieużytki, a od południowego-zachodu, poprzez ul. Wytwórczą, obszar graniczy z powstającym wcześniejszym etapem osiedla Goleniowskiego Towarzystwa Budownictwa Społecznego.

Geomorfologicznie cały ten rejon położony jest na skraju Równiny Goleniowskiej i Równiny Nowogardzkiej, która w tej części osiedla przyjmuje formę dolinki zawieszanej i ponownie rozciętej w strefie długich stoków krawędziowych rozczłonkowanych obrzeży wysoczyzny. Dolinka ta stanowi relikty rynny subglacialnej (pomiędzy Danowem a Goleniowem) wykorzystanej przez rzekę Wiśniówkę, która odprowadza wody z licznych zagłębień w obrębie wysoczyzny. Lokalizację rozpatrywanego obszaru przedstawiono na fragmencie mapy topograficznej w skali 1:10 000 (Załącznik Graf. 1).

Działka nr 8/8 to niezagospodarowany i niezabudowany teren, przypadkowo i nierównomiernie zadrzewiony oraz licznie występującymi krzewami. Teren ten posiada bardzo zróżnicowaną hipsometrycznie powierzchnię, co obrazuje cieniowanie na podstawie pomiarów lidarowych [9], nałożone na mapę dokumentacyjną w skali 1:1 000 (Załącznik Graf. 2). Teren urozmaicają mniejsze skarpy i hałdy, które są prawdopodobnie pozostałościami wieloletniej eksploatacji kruszyw naturalnych w pobliżu Ciechna [5a]. Skrajne różnice rzędnych sięgają nawet 5 m. W miejscach wykonywania otworów teren wznosi się na wysokość 25,10 – 19,89 m n.p.m. Z analizy podczas wizji lokalnej wynika, że zróżnicowanie morfologii terenu jest większe niż wskazuje na to niwelacja techniczna.

2.2. Budowa geologiczna

Wg SmgP arkusz **Goleniów** [6], powierzchnię w rejonie os. Helenów budują gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły ($g_{zw}^g Q_{p4}^{B3}$). Są one brązowe, a w stropie często jasnobrązowe na skutek odwapnienia. Miąższość ich jest zmienna i wynosi średnio 12,0 m, a lokalnie od 25,0 do 30,0 m. Miejscami w pobliżu dolin gliny zwałowe zostały zredukowane bądź całkowicie usunięte w procesie erozji subglacialnej. Na glinach zwałowych zalegają piaski i żwiry wodnolodowcowe ($p_z^{fg} Q_{p4}^{B3}$) z recesji subfazy szczecińskiej (Karczewski, 1968), które występują na powierzchni wysoczyzny. Mają zróżnicowaną miąższość. Są to piaski średnioziarniste żółte i piaski różnoziarniste ze żwirami, dobrze obtoczone.

Taką budowę podłoża potwierdzono w profilach wykonanych otworów. W rejonie badań osady te stanowią piaski średnie, podrzędnie drobne oraz gliny zwałowe wykształcone jako gliny piaszczyste z domieszką żwiru, podrzędnie przewarstwione piaskiem drobnym.

Przeważają różne **silnie piaszczyste** gliny z tzw. „brukiem morenowym”, granulometrycznie (patrz [Tabela nr 3 ÷ 4](#)) wykształcone jako piaski gliniaste na pograniczu piasków, miejscami gliny piaszczyste na pograniczu piasków gliniastych barwy brązowej, często ze żwirami czy kamieniami, w głębszych partiach podłoża przechodzące w szare gliny piaszczyste (Pg (Pg/Pd, Pg +ż, Gp/Pg) *clSa*, Gp, Gp +ż *saCl*).

W obrębie pakietu gruntów spoistych występują ławice kamieni (np. otwory 6, 8, 12, 16 i 19), miejscami soczewki piasków (Pd *FSa*) o kilkudziesięciocentymetrowej grubości (np. otwory 17 i 18). Bardziej miększe warstwy piasków udokumentowano w spągu kilku profili (np. otwory 12, 16 i 17, CPTU17), gdzie poniżej glin udokumentowano większe „ciała” piaszczysto-żwirowe, w postaci piasków drobnych ze średnimi i żwirami oraz piasków grubych ze żwirami (Pd +Ps, Pd *FSa*, Ps+Pd, ż//Pg, Pr+ż//Pg *grSa clsa*).

Ponad stropem glin występują często piaski grube bądź piaski drobne ze średnimi (Pr (Pr +ż, Ps +Pr) *CSa*, Ps (Pd +Ps) *MSa*), przy czym o ile w większości wypadków należą do pokrywy piasków wodnolodowcowych na powierzchni wysoczyzny morenowej, to w niższych partiach dokumentowanego terenu znaczą zasięg utworów rzecznych (np. otwory 1, 2 i 3), zazwyczaj przemawiają domieszki humusu oraz ciemnobrązowa barwa.

Bagiennie-podmokły (Q_h) charakter przylegającego obniżenia Wiśniówki akcentują wkładki gleby torfowej w obrębie nasypów udokumentowane np. otworze 2, gdzie sięgają do głębokości 0,7 m. W innych przyległych otworach są to piaski próchnicze (PdH *orSa*), które włączono do gruntów uznanych za nasypy. W wielu otworach piaski, miejscami bardziej spoiste z humusem, zawierające dodatkowo gruz i np. żużel w różnych proporcjach (Pd +H, +C, żł xMg). Miejscami jak w rejonie otworu 16, gruz zalegał w większym skupisku wymuszając przestawki. Wykonane otwory wykazały, że grubość gruntów uznanych za nasypy jest zróżnicowana: od 0,7 – 0,2 m w otworach 1, 2, 7, 8, 10, 15 i 19, przez 1,4 – 1,0 m w otworach 5, 9, 13, 14 i 22 czy 23, po 2,2 – 1,7 m w otworach 3, 4 i 16, 17. W otworach 12, 18, 20 i 21 nasypów nie stwierdzono.

2.3. Pierwsza warstwa wodonośna – charakterystyka zastanych warunków wodnych.

Całość omawianego terenu odwadniana jest przez strugę Wiśniówka, będącą prawobrzeżnym dopływem rzeki Iny.

Warunki wodne wiążą się ściśle z dość złożoną budową geologiczną omawianego terenu. Pierwsza warstwa wodonośna występuje w piaszczystych utworach wodnolodowcowych plejstocenu jako główny użytkowy poziom wodonośny. Znajduje się on na głębokości od kilku metrów. Spotykane do tych głębokości warstwy wodonośne charakteryzuje nieregularność występowania oraz zmienność miąższości i brak ciągłości, co znacznie utrudnia określenie ich rozprzestrzenienia. W obrębie słabo przepuszczalnych glin zwałowych obserwowano sączenia związane z drobnymi przewarstwieniami piaszczystymi, a także soczewki piasków śródglinowych prowadzących wodę o zwierciadle napiętym (pod znacznym ciśnieniem). Reżim wód podziemnych na tym obszarze ulega ciągłym zmianom wskutek eksploatacji ujęć wód komunalnych, zakładowych, odwodnieniu poprzez drenaż budowlany, przeobrażeniu układu sieci rzecznej a przy tym utrudnionej infiltracji wód zasilających główny poziom wodonośny.

Podczas wykonywania badań geotechnicznych na przestrzeni października 2024 roku, wodę gruntową stwierdzono w większości wkładek piasków śródglinowych. Woda gruntowa obecna jest również w postaci sączeń w glinach zwałowych. Najważniejsze dane o stwierdzonych w otworach przejawach wody gruntowej i infiltracyjnej zestawiono syntetycznie w poniższej tabeli (*kursywą* dane przybliżeniu):

Nr otworu	głębokość występującego ZWG			przelot głębokości występowania sączeń		Uwagi
	najpłycej		głębiej	m p.p.t.	m n.p.m.	
	m p.p.t.	m n.p.m.	m p.p.t.			
1	▽▼1,9	17,99				
2	▽▼1,0	18,92		1,1 - 5,7	od 18,8	Wody zawieszone
3	▼2,5	19,6		2,5 - 10,0		Wody porowe*, o zwierciadle przyrastającym, z sączeń przesycających pakiet silnie piaszczystych glin (piaski gliniaste mają ok 75% frakcji piaszczystej, Seul 2023).
4	▼1,9	19,27		1,7 – 6,0	od 19,5	
5	▼2,7	19,82		2,5 – 4,7	od 20,0	
6	▽▼1,3	19,81				

Budowa zespołu budynków wielorodzinnych z garażem podziemnym, z niezbędną infrastrukturą techniczną oraz zagospodarowaniem terenu przy ul. Wytwórczej w Goleniowie. Działka ewidencyjna nr 8/8, obręb Goleniów-11, gmina Miasto Goleniów.

				3,6 – 10,0	od 17,5	
7	▽▼1,2	19,32				
8	▼2,4	18,65		1,9 – 3,5	od 19,1	Obfite sączenia *
9	▼2,7	18,35		2,5 – 3,5	od 18,5	Niewielkie sączenia *
10	▼2,7	18,34		1,4 – 3,2	od 19,6	Obfite sączenia a *
12	▼5,3	17,29		5,0 – 8,2	od 17,0	Niewielkie sączenia *
			▽8,2			Wody głębszego poziomu pod ciśnieniem
13	▼2,1	21,59		2,0 – 5,5	od 21,7	Niewielkie sączenia *
14	▼2,5	20,79		2,0 – 2,9	od 21,3	
15	▼1,7	21,66		1,3 – 6,0	od 22,1	Obfite sączenia *
16	▽▼3,2	21,87				
17	▼3,5	21,6				
			▽4,0			
18	▽▼1,6	20,25				
			▽8,5			Wody głębszego poziomu pod ciśnieniem
19	▽▼1,0	20,5		6,9 – 7,9	od 14,1	Niewielkie sączenia *
20	▽▼1,7	19,95		2,4 – 6,3	od 19,3	Obfite sączenia *
21	▼2,1	20,86		2,0 – 7,6	od 21,0	Wody porowe*
22	▼2,0	19,71		4,7 – 6,2	od 17,0	Obfite sączenia *
23	▼2,8	20,73		2,0 – 3,7	od 21,5	Obfite sączenia *
objaśnienia:		▽▼ zwierciadło swobodne	▽ zwierciadło nawiercone	▼ zwierciadło ustabilizowane		

Wykonane obserwacje i pomiary w trakcie wierceń wykazały, że o ile miejscami zastane przejawy wód gruntowych to wody o zwierciadle swobodnym (np. otw. 1, 2, 6, 7, 16, 18, 19 czy 20) lub napiętym leżącymi wyżej gruntami spoistymi (np. otw. 12, 13, 17 czy 23), to w sporej części otworów przesycają ogół silnie piaszczystych glin o bardzo słabej filtracji poziomej (bez wyraźnych warstewek piasków), o zwierciadle przyrastającym na przestrzeni kilku dni. Dokumentowane były jako strefy obfitych sączeń wód porowych. W niektórych punktach badawczych mamy do czynienia z dwoma wystąpieniami wody gruntowej, łącznie jednak zaliczonymi do górnego poziomu, podobnie w przypadku obserwacji sączeń.

Zróznicowanie warunków hydrogeologicznych i morfologii terenu powoduje, że głębokości stabilizacji pierwszego zwierciadła wody gruntowej, bądź spotykanych w glinach sączeń obserwowano w szerokim przedziale: 1,0 – 3,5 m p.p.t., tym płycej w stosunku do powierzchni terenu nim niżej położonej części działki dokonano jego pomiarów. Na większej jej części, woda gruntowa występowała **plytko** ($\leq 2,0$ m p.p.t.), układając się na rzędnych 21,87 – 17,99 m n.p.m. Generalnie zwierciadło wód gruntowych opada podobnie jak teren badań, z SE na NE, w kierunku rzeki Wiśniówka, która odprowadza wody z licznych zagłębień wznoszącej się na wschodzie wysoczyzny (patrz Zał. Graf. 1).

Z układu hydroizohips wynika (wg MHP [8a]), że wody podziemne drenowane są przez przepływającą przez Goleniów rzekę Inę. Rzeka Wiśniówka jest jej prawobrzeżnym dopływem.

Ze względu na podatność nisko położonych obszarów pośród wysoczyzn morenowych na zmiany w skali przejawów wód gruntowych w stosunku do bieżącej ilości opadów oraz stanów wód okolicznych ciekach, do celów projektowych koniecznym będzie uwzględnienie sezonowych zmian położenia najpłytszego zwierciadła wody (± 1 m) w rocznym cyklu hydrologicznym, z eskalacją w trakcie długotrwałych opadów lub roztopów.

Zasilanie tych wód odbywa się poprzez infiltrację (i przesączanie) wód z powierzchni terenu wobec czego, po okresach intensywnych opadów atmosferycznych. Średnia roczna suma opadów wynosi od 500 do 600 mm, a w okresie wegetacyjnym od 350 do 400 mm [7a]. Analizując powyższe dane można stwierdzić, że mimo dominacji w podłożu gruntów

Budowa zespołu budynków wielorodzinnych z garażem podziemnym, z niezbędną infrastrukturą techniczną oraz zagospodarowaniem terenu przy ul. Wytwórczej w Goleniowie. Działka ewidencyjna nr 8/8, obręb Goleniów-11, gmina Miasto Goleniów.

spoistych, wodonośne przewarstwienia piasków posiadają pewną łączność hydrauliczną. Dla przesiąkających się wód opadowych występujące bliżej powierzchni pokrywy piasków średnich i grubych to utwory to grunty o bardzo dobrej przesiąkliwości (filtracja pionowa; Gawicz 1983), o dobrej przepuszczalności (filtracja pozioma; Pozdro 1977), nie izolujące (Witczak, Adamczyk 1994). Przeważające głębiej silnie piaszczyste gliny ze żwirami, mimo bardzo słabej przepuszczalności (wg Słownika Hydrogeologicznego), to utwory o dobrej przesiąkliwości (filtracja pionowa; Gawicz 1983) i słabo izolujące (Witczak, Adamczyk 1994). Gliny tworzą bariery hydrologiczne oraz stanowią ośrodek tranzytu (przepływu) zgodnie z ukształtowaniem ich stropu. W tabeli poniżej zestawiono wartości współczynnika filtracji dla dokumentowanych gruntów wg literatury:

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 Z. Pazdry	wg Dec T. 1975; Mielcarzewicz E. 1971		wg Pleczyński, 1981, 1988	
					od	do	od	do
N	nasyp		xMg	$10^{-6}-10^{-5}$				
II	piaski grube	Pr +ż	$gr\ CSA$	$>10^{-3}$	$0,87 \cdot 10^{-3}$	$0,29 \cdot 10^{-3}$		
	piaski średnie	Ps +ż	MSa	$10^{-4}-10^{-3}$	$0,29 \cdot 10^{-3}$	$0,12 \cdot 10^{-3}$		
I	piaski drobne	Pd	FSa	$10^{-5}-10^{-4}$	$0,12 \cdot 10^{-3}$	$0,023 \cdot 10^{-3}$		
	piaski zaglinione	Pd/Pg	$FSa\ cIsa$	$3 \cdot 10^{-6}$				
III	piaski gliniaste	Pg	$clSa$	$5 \cdot 10^{-7}$			$5,8 \cdot 10^{-8}$	$2,3 \cdot 10^{-6}$
	gliny piaszczyste	Gp	$saCl$	$10^{-8}-10^{-6}$			$1 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$

Tak więc skala przesycających podłoże przejawów wód będzie zmienna. Woda infiltrująca z powierzchni terenu gromadzi się i spiętrza w piaskach pokrywowych czy głębiej sięgających nasypach o dobrych warunkach hydrogeologicznych, w stosunku do otaczających je nieprzepuszczalnych utworów spoistych.

Warunki wodne może również znacząco modyfikować człowiek poprzez swoją działalność, powodując zahamowanie przepływu wód podziemnych wyniku znacznych przekształceń powierzchni terenu (wykopy, nasypy), wpuszczanie na obszary ścieków, wód opadowych, awarie sieci wodociągowych, zaniedbanie lub wręcz zasypane rowy odwadniające i przepusty, skutkując okresowym podtopieniem, tj. pojawianiem się wód podziemnych blisko powierzchni terenu.

Podsumowując, ze względu na zróżnicowanie warunków hydrogeologicznych i morfologii terenu działki nr 8/8 z obrębu Goleniów-11, warunki wodne należy określić jako **mało korzystne**.

3. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA PODŁOŻA WRAZ Z DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych stwierdza się, że dokumentowane podłoże rodzime jest zróżnicowane litologicznie i geotechnicznie. Biorąc pod uwagę genezę i wiek udokumentowane podłoże podzielono na **trzy grupy lito-genetyczne** gruntów: piaski lodowcowe rozdzielono wg dominującej frakcji na dwie grupy oraz osobno gliny lodowcowe. Mając na uwadze rodzaj i genezę gruntów spoistych przyjęto dla nich symbol konsolidacji, dla glin przypisano typową zwałowych (grupa III) genezę **B**.

Następnie uzyskane w profilach wydzielenia lito-genetyczne, udokładnione zostały o dane jakościowe i ilościowe właściwości gruntów uzyskane za pomocą sondowań. Umożliwią one wyznaczenie wskaźników oporu jakie stawia grunt podczas wbijania, wciskania, wkręcania czy obracania ściśle zwymiarowanej sond. Dla większości typów gruntów będą określone wartości parametru stanu i wytrzymałości na ścinanie normową metodą **A** (ostrożnie uogólnione), w oparciu o wyniki sondowań (**CPTU**, **DPL**, **SLVT**), oceny makroskopowej (metoda „wałeczkania”), badań laboratoryjnych oraz analizy porównawczej.

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) warunkach „in situ”.

Wykonano 15 ścięć FVT, ścinając grunt, poprzez obrót krzyżaka sondy o pełny kąt 360° . Wprowadzano w grunt końcówkę sondy stożkowo-krzyżakową **SLVT** (80x40 mm; $K_{VT} = 0,23$), której zagłębianie kontynuowano udarowo, przy czym co ok. 1 m wykonywano 1,5 obrotu żerdzi wokół osi (zminimalizowanie tarcia pobocznego). Z powodu zawyżania wartości wytrzymałości na ścinanie bez odpływu na podstawie pomierzonych oporów ścinania sonda połową, dla glin pylastych i iłów przyjęto współczynnik korekcyjny 0,9.

Sondowanie mechaniczne sondą dynamiczną, w tym przypadku **DPL** (lekka), to połowa metoda badawcza, która pozwala na badanie stopnia zagęszczenia gruntów antropogenicznych i naturalnych, tj. określenia ich parametru wiodącego oraz oceny wytrzymałości i odkształcalności gruntów niespoistych, a w gruntach organicznych czy spoistych dająca pogląd na stopień ich konsolidacji. Badanie polega na dynamicznym pogrążaniu normowej końcówki stożkowej w podłoże gruntowe ze stałą energią uderzenia. W ten sposób uzyskuje się wartości odpowiadające ilości uderzeń na jednostkę pogrążenia. Odpowiednie korelacje pozwalają uzyskać wynik określający możliwość stopnia zagęszczenia badanego gruntu.

Sondowanie statyczne typu **CPTU** umożliwia, poza wydzieleniem lito-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. Polega ono na wciskaniu w grunt stożka elektrycznego zawierającego system czujników rejestrujących parametry gruntu w stanie pierwotnym w sposób ciągły, w interwałach co 1 cm. Badanie sondą statyczną polega na pionowym wciskaniu w grunt ze stałą prędkością wynoszącą $2,0 \text{ cm/s} \pm 5 \text{ mm/s}$ żerdzi zakończonych specjalną końcówką stożkową. Sonda zaopatrzona jest w urządzenie pomiarowo - rejestrujące automatycznie zapisujące parametry gruntu mierzone w trakcie badania, w stanie pierwotnym, w sposób ciągły, w interwałach co 1 cm. Komputer stale rejestruje opory sondowania, głębokość, ciśnienie wody w porach gruntu, odchylenie żerdzi od pionu itp. Jest to badanie, które nie zaburza struktury gruntu, więc pozostaje bardzo miarodajne. 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. Wyniki sondowań statycznych **CPTU**, ich wyniki w formie wykresów oraz ich interpretacja wg zaleceń normy PN-B-04452:200 dołączono do niniejszej Dokumentacji (Zał. Tekst. 1 ÷ 8).

Wyniki sondowań (**CPTU**, **DPL**, **SLVT**) przeprowadzonych w ramach badań geotechnicznych przedstawiono na załączonych Przekrojach (Zał. Graf. 3 ÷ 12).

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. Wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych, w tym tabelaryczne zestawienia oznaczonych wartości parametrów fizycznych i mechanicznych gruntów, przedstawiono w **Tabela nr 3 ÷ 4**.

Budowa zespołu budynków wielorodzinnych z garażem podziemnym, z niezbędną infrastrukturą techniczną oraz zagospodarowaniem terenu przy ul. Wytwórczej w Goleniowie. Działka ewidencyjna nr 8/8, obręb Goleniów-11, gmina Miasto Goleniów.

Kierując się genezą gruntów i jednolitością ich parametrów geotechnicznych, wydzielone wyżej zespoły rozdzielono za względu na stan gruntu lub inne cechy wiodące na **siedem warstw geotechnicznych**.

Wartości parametru wiodącego tj. stopnia zagęszczenia I_D dla warstw gruntów niespoistych IA - II wyliczono normową metodą „A” (według zaleceń normy PN-81/B-03020), w oparciu o wyniki sondowań CPTU* oraz DPL, zinterpretowane zgodnie z normą PN-B-04452:2002. Dla piasków warstw IA - II (z uwagi na duży rozrzut wyników), wartości stopnia zagęszczenia ostrożnie uogólniono.

Parametrem wiodącym dla gruntów spoistych jest stopień plastyczności „ I_L ”. Dla warstw IIIA - IIID wartość stopnia plastyczności wyliczono normową metodą „A” w oparciu o wyniki sondowań CPTU* i SLVT zinterpretowane zgodnie z normą PN-B-04452:2002. Wartości tego parametru dla warstw IIIA - IIID ostrożnie uogólniono w oparciu o wyniki ww. sondowań, analizy makroskopowej (metoda „wałeczkowania”) oraz badań laboratoryjnych.

Pozostałe parametry gruntów określono metodą B, na podstawie analizy polegającej na przełożeniu wartości parametrów wiodących, w wyniku korelacji z odpowiednich tabel i wykresów zawartych w normie PN-81/B-03020, w rozumieniu PN-EN 1997-1: Eurokod 7. 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 geotech.	symbol gruntu wg PN-86/b-02480	symbol gruntu wg PN-EN ISO 14688-2-2006	Opis (oraz nr) wydzielonej warstwy geotechnicznej
IA - IB	Pd (Pd +Ps, Pd+z//Pg)	FSa, FSa/MSa grFSa c/sa	Piaski drobne, piaski drobne zaglinione, piaski pylaste, wilgotne i mokre, rozdzielone na piaski w przedziale średnio zagęszczonych, o $I_D \approx 0,4 \div 0,5/40 \div 50\%$ (IA) oraz zagęszczonych, o $I_D \approx 0,7 \div 0,9/70 \div 90\%$ (IB).
II	Pr (Pr +z, Ps +Pr), Ps (Pd +Ps), Ps+Pd, z//Pg, Pr+z//Pg	CSa, MSa grSa c/sa	Piaski średnie, piaski grube z przewarstwieniami i domieszkami, wilgotne i mokre, w przedziale średnio zagęszczonych, o $I_D \approx 0,5/50\%$.
IIIA - IIID	Pg (Pg/Pd, Pg +z), Gp (Gp +z, Gp/Pg)	clSa, saCl	Gliny piaszczyste, gliny i piaski gliniaste genezy B, rozdzielone na mokre w przedziale plastycznych, o $I_L \approx 0,51^* \div 0,43^*/I_C \approx 0,49 \div 0,57$ (IIIA), o $I_L \approx 0,39^* \div 0,35^*/I_C \approx 0,61 \div 0,65$ (IIIB) i o $I_L \approx 0,29^* \div 0,26^*/I_C \approx 0,71^* \div 0,74$ (IIIC) oraz wilgotne, w przedziale twardoplastycznych, o $I_L \approx 0,2^* \div 0,14^*/I_C \approx 0,80 \div 0,86$ (IIID).

Przebieg wydzielonych wyżej warstw ilustrują przekroje geotechniczne (**Zał. Graf. 3 ÷ 12**).

Jak wynika z powyższego podziału geotechnicznego i obrazu przedstawionego na *Przekrojach*, w podłożu stwierdzono grunty o zróżnicowanych parametrach fizyczno – mechanicznych. Na podstawie powyższego podziału geotechnicznego do gruntów nienośnych należy zaliczyć wszystkie grunty nasypowe. Jako grunty najsłabsze (słabonośne) w podłożu rodzimym uznać należy piaski w stanie bardzo luźnym i luźnym (CPTU3, CPTU17). Niedostatecznie zagęszczonych piasków nie należy jednak traktować ogólnie, jako gruntów nienadających się do odbioru obciążenia od projektowanego obiektu. Przydatność tych gruntów należy rozpatrywać poprzez analizę pełnego profilu gruntowego w danym rejonie. Piaski w podłożu których nie stwierdzono gruntów nienośnych (w tym o ograniczonej nośności), po ich odpowiednim wzmocnieniu (dogęszeniu), mogą stanowić podłoże budowlane. Do gruntów o ograniczonej nośności należy zaliczyć plastyczne gliny warstwy IIIA - IIIC. Grunty pozostałych warstw są mniej lub bardziej nośne.

4. WNIOSKI I ZALECENIA

- 4.1. Jak już szerzej opisano w p. 2.2., podłoże gruntowe w rejonie opracowania zbudowane jest z utworów czwartorzędowych wieku plejstocénskiego, wykształconych tutaj jako przede wszystkim silnie piaszczyste gliny i piaszki gliniaste, występujące na przemienne z piaszkiem drobnoziarnistym, żwirem i kamieniami w przewarstwieniach różnej grubości. Są to osady lodowcowe fazy pomorskiej ($g_{zw}^g Q_{p4}^{B3}$), które wraz z pokrywą piaszków i żwirów wodnolodowcowych ($p_z^{fg} Q_{p4}^{B3}$) na powierzchni wysoczyzny, biorą udział w budowie strefy jej długich stoków krawędziowych. Grunty rodzime przykrywa warstwa nasypów i gleby nasypowej o zróżnicowanej grubości: od 0,7 – 0,2 m w otworach 1, 2, 7, 8, 10, 15 i 19, przez 1,4 – 1,0 m w otworach 5, 9, 13, 14 i 22 czy 23, po 2,2 – 1,7 m w otworach 3, 4 i 16, 17. Są to piaszki, miejscami bardziej spoiste z humusem, zawierające dodatkowo gruz i np. żużel w różnych proporcjach. Miejscami jak w rejonie otworu 16, gruz zalegał w większym skupisku wymuszając przestawki. W otworach 12, 18, 20 i 21 nasypów nie stwierdzono.
- 4.2. Podczas badań terenowych stwierdzono występowanie wody gruntowej, przy czym o ile miejscami są to wody o zwierciadle swobodnym (np. otw. 1, 2, 6, 7, 16, 18, 19 czy 20), a miejscami napiętym leżącymi wyżej gruntami spoistymi (np. otw. 12, 13, 17 czy 23), to w pozostałej części otworów wody tworzą strefy obfitych sączeń wód porowych w silnie piaszczystych glin o bardzo słabej filtracji poziomej (bez wyraźnych warstewek piaszków), o zwierciadle przyrastającym na przestrzeni kilku dni. W październiku 2024 r., wody o ustabilizowanym zwierciadle zmierzono na różnych głębokościach od 1,0 – 3,5 m p.p.t., tj. na rzędnych 21,87 – 17,99 m n.p.m. Nierzadko jeszcze płycej stwierdzono liczne sączenia wody gruntowej na głębokościach 1,1 – 2,5 m, tj. rzędnych 22,1 – 18,8 m n.p.m. Zasilanie tych wód odbywa się poprzez infiltrację (i przesączanie) wód z powierzchni terenu, wobec czego, stan tych wód może ulec podwyższeniu, a liczba i intensywność sączeń może ulec zwiększeniu, a woda infiltrująca z powierzchni terenu może gromadzić się w przypowierzchniowych warstwach piaszczystych, w postaci tzw. wody zawieszanej – podpartej przez kompleks gruntów słabo przepuszczalnych. Warunki wodne należy określić jako **mało korzystne**. Szerzej o warunkach wodnych w p. 2.3.
- 4.3. Aktualnie zrealizowany zakres badań pozwala na stwierdzenie, że przydatność poszczególnych fragmentów terenu działki nr 8/8, obręb Goleniów-11, dla zabudowy jest **podobna**. Uwzględniając planowaną kondygnację podziemnego garażu, warunki budowlane są niekorzystne. Dominujące znaczenie przy tej ocenie ma poziom wód gruntowych, które na większej części obszaru objętego opracowaniem, występują stosunkowo **płytko** ($\leq 2,0$ m p.p.t.), co będzie zasadniczym utrudnieniem dla prac budowlanych związanych z planowanym garażem podziemnym oraz w kontekście późniejszej eksploatacji planowanych budynków. Konieczne będzie zapewnienie skutecznego odwodnienia nie tylko na czas budowy, ale i później, w czasie eksploatacji osiedla. Dodatkowo należy uwzględnić, że w poziomie posadowienia będą grunty o różnej nośności, a przede wszystkim ściśliwości (plastyczne gliny warstwy IIIA - IIIC o najniższej nośności), co oznacza ryzyko nierównomiernych osiadań. Prostym wyjściem byłoby posadowienie budynków na płytach fundamentowych. Miejscami warunki gruntowe są na tyle nie korzystne, że rozważyć trzeba będzie wymianę gruntów. Praktycznie na całości tego terenu, obserwuje się dużą zmienność warunków gruntowo-wodnych.
- 4.4. W wyniku analizy uzyskanych informacji ustalono przydatność gruntów na potrzeby budownictwa. Ze względu na stopień skomplikowania warunków gruntowych (§4 ust. 2 rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463) [4], warunki gruntowe w podłożu działki nr 8/8, obręb Goleniów-11, są warunkami

złożonymi. Według kryteriów określonych ww. rozporządzeniu (zgodnie §4 pkt. 3. Rozporządzenia [1]), projektowane budynki wielokondygnacyjne z jedną kondygnacją podziemną proponuje się zakwalifikować do **II kategorii geotechnicznej**. W przypadku budynków wysokościowych bądź zawierających przynajmniej dwie kondygnacje podziemne będzie to **III kategoria geotechniczna**. Zgodnie ww. Rozporządzeniem [1], klasyfikacji i przyjęcia kategorii geotechnicznej dokona Projektant. Wobec powyższego na potrzeby Projektu Budowlanego (technicznego) konieczne jest dodatkowe sporządzenie Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, zgodnie z przepisami prawa geologicznego i górniczego.

- 4.5. Dokumentowana działka nr **8/8, obręb Goleniów-11**, jest terenem przydatnym dla zabudowy pod warunkiem odpowiedniego wzmocnienia podłoża lub usunięcia gruntów słabonośnych i zastąpienie gruntami piaszczystymi co doprowadzi do w celu polepszenia naturalnych warunków gruntowo-wodnych. Na większej jej części, prace ziemne typu wymiana gruntów będą kłopotliwe tak z uwagi na warunki wodne, jak i wrażliwość strukturalną gruntów spoistych.
- 4.6. Przed przystąpieniem do prac ziemnych konieczne będzie zaprojektowanie i wykonanie odwodnienia podłoża, aby prace ziemne wykonywane były w suchym wykopie. 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 zabudowy. Niezalecane jest również pompowanie wody bezpośrednio z dna wykopu. Zwierciadło wody gruntowej powinno być obniżane za pomocą igłofiltrów.
- 4.7. Mimo staranności przy prowadzeniu prac ziemnych zawsze może dojść do uplastycznienia gruntów spoistych czy rozluźnienia piasków w dnie wykopu, także na skutek odprężenia podłoża. W przypadku projektowania wymiany gruntów, prace ziemne powinny być prowadzone bardzo ostrożne, ponieważ zalegające tam grunty spoiste łatwo ulegają uplastycznieniu pod wpływem drgań. Z tego też powodu w spągu podsypki stosować należy warstwę chudego betonu i dopiero na jego stropie formować poduszkę piaskową (stabilizacja warstwami przy użyciu lekkich zagęszczarek).
- 4.8. Wykonanie głębokich wykopów musi zostać poprzedzone przez analizę oddziaływania takiego wykopu na występowanie zagrożenia stateczności budynków bądź nawierzchni drogowych występujących w jego sąsiedztwie. Wszelkie prace przy zabezpieczaniu ścian wykopu będą wymagały uwzględnienia wysokiej konsolidacji podłoża na terenie inwestycji, dodatkowo spotęgowanej przez **zwirowo-kamieniste** przeławienia czy wręcz skupiska głazów.
- 4.9. Części podziemne planowanych obiektów muszą zostać wykonane w sposób zapewniający ich izolację od wód gruntowych (poziomą i pionową). Należy zwrócić uwagę na odprowadzanie wód po opadowych z połąci dachowych i nawierzchni drogowych i parkingowych oraz zadbać o odprowadzenie rur spustowych najlepiej do kanalizacji deszczowej oraz zapewnić dobre odwodnienie terenu w sąsiedztwie.
- 4.10. Należy zaznaczyć, że różnice terenu są znaczne. Według niwelacji technicznej w miejscach badań rzędne terenu wahały się w szerokim zakresie 25,10 – 19,89 m n.p.m., a z analizy mapy topograficznej wynika, że te różnice są jeszcze większe. Oznacza to, że istotny będzie wybór właściwych (i różnych) poziomów posadowienia projektowanych budynków, także z punktu widzenia zejścia poniżej nasypów (N), gruntów organicznych i próchnicznych (np. otwór 1) oraz uniknięcie posadowienia w słabych glinach warstw **IIIA - IIIC**. Zapewne na obszarze osiedla formowane będą skarpy, stąd trzeba będzie analizować kwestie ich stateczności. Przypowierzchniową dominację gruntów wysadzinowych należy mieć na uwadze projektując drogi osiedlowe.

4.12. Należałoby rozważyć aby w drugim etapie badań wykonać:

- 4.13. Omawiany teren leży na obszarze wymagającym szczególnej ochrony, albowiem W południowej części arkusza występuje zbiornik międzymorenowy Stargard - Goleniów numer 123, o szacunkowych zasobach dyspozycyjnych równych 83 tys. m³/d. Granice zbiornika o porowym charakterze ośrodka pokrywają się z obszarem wysokiej ochrony (OWO).

