

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowi zlecenie (na podstawie Zlecenia nr 4/att-5/2021), zrealizowane dla Zamawiającego: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, z siedzibą przy al. Piastów 17, 70-310 Szczecin, dotyczące określenia geotechnicznych warunków posadowienia dla zadania: Budowa budynku Wydziału Informatyki przy ul. 26 kwietnia w Szczecinie (dz. nr 1/43 obręb 2105).

Prace terenowe prowadzone były w drugiej połowie marca 2021 r. Otwory wykonano samojezdnym urządzeniem wiertniczym WH4 przez firmę *Usługi Wiertnicze Marek Szumiński*. Profile uzupełniono wynikami badań stanu gruntu, wykonanych przy pomocy sond DPM i DPH na wybranych przelotach oraz na podstawie doświadczenia porównywalnego.

Syntetyczne zestawienie zakresu prac polowych zamieszczono w poniższej tabeli:

lp.	rodzaj prac	ilość (sztuk)	głębokość (m) /przeloty (m)	łączy metra
1	wiercenie mechaniczne metodą obrotową, mało średnicowe (Ø 80 mm), przy pomocy żerdzi ślimakowych, nie rurowane;	4	8,0	32,0
2	badanie sondą dynamiczną DPM i DPH	3	4,8 ÷ 7,2	17,2
		1	8,5	8,5

Ich lokalizację przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:1 000 (Zał. Graf. 2), wg której ustalono rzędne terenu.

Niniejsza Opinię opracowano w oparciu o ustawy, rozporządzenia, wytyczne i normy, z wiązane z geologią, budownictwem i geotechniką, w tym, nie wyłączając innych, wyszczególnione poniżej:

1. **Rozporządzenie MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych** (Dz. U. 2012 Nr 0, poz. 463).
2. **PN-EN 1997-1: Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne; Część 1: Zasady ogólne**; PKN, Warszawa 2008 rok.
3. **PN-EN 1997-2: Eurokod 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. Część 1: Oznaczania i opis.**
5. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz **Szczecin** (228) wraz z objaśnieniami. Oprac. R. Dobracki, Instytut Geologiczny, PIG Warszawa, 1980 r.
6. Podział Polski na regiony fizyczno - geograficzne. J. Kondracki, Warszawa, 1980 r.
7. Zarys geotechniki, Z. Wiłun, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, wyd. 7., Warszawa 2005 r.

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

2.1. Położenie administracyjne i zagospodarowanie dokumentowanego terenu

Obszar objęty opracowaniem położony jest na terenie części dz. nr 1/4, która należy w całości do Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Teren ten znajduje się przy ul. 26 Kwietnia 10 w zachodniej części miasta (os. Świerczewo, obręb nr 2105). Teren osiedla znajduje się w obrębie zboczy jednego z wznoszących się nad poziom centrum Szczecina kopulastych pagórów. Lokalizację rozpatrywanego obszaru przedstawiono na fragmencie mapy topograficznej w skali 1:10 000 (Zał. Graf. 1).

Teren objęty opracowaniem położony jest w obrębie zespołu niskich obiektów warsztatowych i garażowych. Powierzchnia wykazuje stopniowe nachylenie ku wschodowi, gdzie teren dalej już zdecydowanie opada ku obniżeniu Turzyna. Deniwelacje na pomiędzy skrajnymi punktami badawczymi sięgają ok. ± 1,5 m, w miejscach ich wykonywania powierzchnia terenu wznosi się na wysokość od 25,77 m n.p.m. po 24,31 m n.p.m. Teren urozmaicają mniejsze zagłębienia i hałdy oraz inne pozostałości dawnego i

obecnego zagospodarowania. Szczegółowe położenie terenu przedstawia załączona mapa dokumentacyjna w skali 1:1 000 (Zał. Graf. 2).

2.2. Budowa geologiczna

Jak już wspomniano w p. 2.1., ta część Szczecina przypada w obrębie jednego z pagórów posiadających łagodne, równomiernie nachylone zbocza i kopulaste wierzchołki. Tworzą one ciągi pagórków form szczelinowych (w rejonie Pomarzan, Turzyna czy Pogodna), wyrastające ok. 20 m ponad poziom centrum Szczecina. Wg danych z objaśnień do SmgP [5] są to kemy fluwioglacjalne powstałe w wyniku akumulacji form szczelinowych na powierzchni moreny dennej na etapie deglacji aeralnej. W budowie wewnętrznej kemów biorą udział osady piaszczysto-żwirowe. Pojawiają się też cienkie wkładki gliny pyłowato-piaszczystej.

W zasięgu wykonanych otworów, przeważające partie podłoża budują piaski i żwiry wodnolodowcowe $^{fg}Q_{p4}^2$: piaski drobne (Pd FSa), miejscami piaski pylaste (Pπ siSa) czy piaski z drobnymi przewarstwieniami glin (Pd +G FSa c/sa), przechodzące w głębszym podłożu w piaski średnie (Ps MSa) i grube ze żwirami (Pr +ż gr CSa). We wszystkich czterech otworach, ww. serie piaszczysto-żwirowe do głębokości 8,0 m p.p.t. nie przewiercono.

W wyniku zagospodarowywania tych terenów doszło do częściowego przemodelowania ich pierwotnej morfologii (nadsypanie niższej części działki). Od samej powierzchni udokumentowano pokrywę ewidentnych nasypów (nN Mg), których warstwa sięga do głębokości 0,5 ÷ 1,2 m p.p.t. Grunty antropogeniczne to w większości piaszczyste masy ziemne, wymieszane z pierwotną strukturą rodzimą gruntów próchnicznych jednak ze skupiskami odpadów gruzu i innych (Pd +H +C, B +żużle).

2.3. Warunki wodne

W obrębie wysoczyzn morenowych (w tym tej części Szczecina) nie stwierdza się regularnego poziomu wodonośnego.

W górnej części struktury tego typu wysoczyzn morenowych mogą występować soczewki i przeławicenia zawodnionych piasków o niewielkim zasięgu i małej miąższości. Wody gruntowe występują w nich nieregularnie, na zmiennej głębokości – od 1 m do 8 m, jako wody zawieszone bądź uwieszone. Poziom ich występowania jest bardzo zmienny, nie tylko ze względu na atmosferę, ale i działalność gospodarczą (melioracja, rozszerzająca się zabudowa). **Uwaga!** Tego typu strefy zawodnione podłoża pozostają bez znaczenia użytkowego, mają zazwyczaj charakter nie ciągły, o dużej zmienności skali zjawiska, których prawdopodobieństwo wystąpienia związane jest z dłuższym czasem intensywnych opadów.

W trakcie wykonanych w drugiej połowie marca 2021 r. prac polowych, udokumentowano i zmierzono ZWG, przesycające połacie piaszczysto-żwirowego podłoża. Dodatkowo uchwycono lokalne sączenia uwieszonych wód kapilarnych. Najważniejsze dane o stwierdzonych w otworach przejawach wody gruntowej i infiltracyjnej zestawiono syntetycznie w poniższej tabeli:

Nr otworu	głębokość najpłycej występującego ZWG		głębokość głębiej występującego ZWG		przełot głębokości występowania sączeń	
	m p.p.t.	m n.p.m.	m p.p.t.	m n.p.m.	m p.p.t.	m n.p.m.
1	▽▼6,4	19,1				
2	▽▼6,3	19,0			3,5 ÷ 4,0	21,8 ÷ 21,3
3	▽▼5,5	18,8				
4	▽▼6,3	19,5				
objaśnienia: ▽▼ zwierciadło swobodne ▽ zwierciadło nawiercone ▼ zwierciadło ustabilizowane						

Uwaga! Ilość i intensywność przejawów wody gruntowej, jakie udokumentowały bieżące badania polowe, uznać należy za nie co zafałszowane, gdyż czas prac polowych

poprzedzał deficytowy okres hydrogeologiczny (czas z krótkotrwałymi opadami), co wpłynęło na znaczące obniżenie się skali przejawów wód gruntowych.

Na tym terenie zasilanie odbywa się przede wszystkim drogą infiltracji wód opadowych, które na zasadzie podziemnego spływu grawitacyjnego z wyższych partii terenu infiltrują pokrywę niejednorodnych nasypów oraz przeważającą w podłożu serie piaszczysto-żwirową.

Uwaga! Występujące w ich obrębie mniejsze wkładki gruntów spoistych (+G *c/sa*) zaburzają i spowalniają ich migrację. Dodatkowo w wyniku zalegania niejednorodnych nasypów oraz okalających wokół nawierzchni i zabudowy, doszło z pewnością miejscami do zaburzenia grawitacyjnego szlaku migracji wód po opadowych.

Syntetyczne zestawienie orientacyjnej wartości współczynnika filtracji (wg Słownik hydrogeologiczny. MOŚZNiL, 1997 r.) ww. 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 $k(n)$ [m/s]
I	piaski drobne z przewarstwieniami glin	Pd +G	FSa <i>c/sa</i>	$(23 \div 12) * 10^{-6}$
	piaski drobne, piaski pylaste	Pd, P π	FSa, siSa	$(0,12 \div 0,023) * 10^{-3}$
II	piaski średnie	Ps	MSa	$(0,29 \div 0,12) * 10^{-3}$
	piaski grube ze żwirami	Pr +ż	gr CSa	$(0,87 \div 0,29) * 10^{-3}$

W związku z tym, będzie dochodzić do okresowego przyrostu aktywności zjawisk wodnych. Do celów projektowych należy założyć, że przez większą część roku, odnotowane w zwierciadło wody gruntowej będzie układać się od głębokości ok. **6,0 m p.p.t.** co będzie odpowiadać rzędnej ok. 19,0 m n.p.m. (wg doświadczeń autorów na przyległym terenie), z możliwością dalszego wzrostu o kolejne **+1,0 m** i wyżej, jednak już jako krótko trwałe ekstrema.

Dodatkowo przy takich uwarunkowaniach morfologicznych oraz rozszerzającej się antropopresji tych terenów, dla planowanych robót ziemno-fundamentowych jak i dla trwałej eksploatacji tego obiektu należy założyć, że w przypadku kumulacji okresów dłuższych opadów/roztopów wiosennych, w obrębie piasków z wkładkami gruntów spoistych (+G *c/sa*), przesiąkające się grawitacyjnie wody opadowe mogą powodować wystąpienie mniejszych i lokalne strefy zawodnionego podłoża (wysięki lub sączenia, raczej bez ustabilizowanego zwierciadła). Tego typu strefę zawilgocenia uchwycono obecnie w otworze nr 2, w przelocie 3,5 ÷ 4,0 m p.p.t.

Tego typu sezonowym zjawiskom sprzyja to, że zasilanie drogą infiltracji wód opadowych powodować będzie cykliczne napływy w wyniku spływu grawitacyjnego, dodatkowo intensyfikowane przez rozrastającą się szczelną zabudowę powyżej. **Uwaga!** Bowiem jak już wyżej wspomniano, w wyniku zalegania niejednorodnych nasypów, doszło z pewnością miejscami do zaburzenia grawitacyjnego szlaku migracji wód po opadowych (mikroporowatą budowę spoistych nasypów). Dodatkowo, na terenach urbanizowanych następuje często dodatkowy sztuczny napływ z nieszczelnych kanałów okolicznych sieci kanalizacyjnych bądź uszkodzonych rynien dachowych i ich odpływów. Szczególnie każdorazowo po obfitych opadach lub/i wyniku roztopów pośniegowych zjawiska te będą charakteryzować się dużą dynamiką.

Podsumowując, ze względu na uwarunkowania morfologiczne tych terenów warunki wodne należy określić jako korzystne.

2.4. Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z charakterystyką geotechniczną

Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych stwierdza się, że dokumentowane podłoże rodzime jest jednorodne litologicznie i geotechnicznie.

Biorąc pod uwagę genezę, wiek i litologię osadów wyróżnić można w podłożu dwa pakiety (serie) litologiczno-genetyczne. Następnie, kierując się genezą gruntów i jednolitością ich parametrów geotechnicznych, wydzielone wyżej zespoły rozdzielono/przydzielono ze względu na stan gruntu na warstwy geotechniczne.

Poniższe wydzielienia litologiczno-genetyczne dopełniono o symbole i nazwy gruntów określono zgodnie z aktualnie obowiązującą normą **PN-EN ISO 14688**.

nr wydzielonej warstwy geotechnicznej	opis wydzielonej warstwy geotechnicznej
warstwa IA	Grunty niespoiste (<i>drobnoziarniste</i>) wodnolodowcowe serii I: piaski drobne (Pd FSa) barwy żółtej. Osad jest wilgotny/nawodniony, w stanie średnio zagęszczonym (ale bliskim luźnym, w zakresie: $I_D \approx 0,35 \div 0,4/35 \div 40\%$).
warstwa IB	Grunty niespoiste (<i>drobnoziarniste</i>) wodnolodowcowe serii I: piaski drobne z przewarstwieniami piasków gliniastych (ilastych; Pd +G FSa/csa) oraz piaski drobne i pylaste (Pd FSa; Pπ siSa) barwy żółtej. Osad jest wilgotny/nawodniony, w stanie średnio zagęszczonym (w zakresie: $I_D \approx 0,4 \div 0,5/40 \div 50\%$).
warstwa IC	Grunty niespoiste (<i>drobnoziarniste</i>) wodnolodowcowe serii I: piaski drobne z przewarstwieniami piasków gliniastych (ilastych; Pd +G FSa/csa) oraz piaski drobne (Pd FSa) barwy żółtej. Osad jest wilgotny/nawodniony, w stanie średnio zagęszczonym (w zakresie: $I_D \approx 0,5 \div 0,6/50 \div 60\%$).
warstwa ID	Grunty niespoiste (<i>drobnoziarniste</i>) wodnolodowcowe serii I: piaski drobne z przewarstwieniami piasków gliniastych (ilastych; Pd +G FSa/csa) oraz piaski drobne (Pd FSa) barwy żółtej. Osad jest wilgotny, w stanie średnio zagęszczonym (praktycznie zagęszczone, w zakresie: $I_D \approx 0,6 \div 0,67/60 \div 67\%$).
warstwa IIA	Grunty niespoiste (<i>gruboziarniste</i>) wodnolodowcowe serii II: piaski średnie (Ps MSa) barwy żółtej. Osad jest wilgotny, w stanie średnio zagęszczonym (w zakresie: $I_D \approx 0,45 \div 0,55/45 \div 55\%$).
warstwa IIB	Grunty niespoiste (<i>gruboziarniste</i>) wodnolodowcowe serii II: piaski średnie (Ps MSa) i grube ze żwirami (Pr +ż gr CSa) barwy żółtej. Osad jest wilgotny/nawodniony, w stanie średnio zagęszczonym (w zakresie: $I_D \approx 0,55 \div 0,6/55 \div 60\%$).
warstwa IIC	Grunty niespoiste (<i>gruboziarniste</i>) wodnolodowcowe serii II: piaski średnie (Ps MSa) i grube ze żwirami (Pr +ż gr CSa) barwy żółtej. Osad jest wilgotny/nawodniony, w stanie zagęszczonym (w zakresie: $I_D \approx 0,65 \div 0,75/65 \div 75\%$).

Przebieg wydzielonych wyżej warstw ilustrują przekroje geotechniczne (Zał. Graf. 3 ÷ 6). Wartości parametrów ustalono na podstawie przeprowadzonych prac polowych (wiercenia i sondowania). Parametr wodący dla gruntów określono na podstawie sondowań oraz wg doświadczenia porównywalnego 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.


3. WNIOSKI I ZALECENIA

- 3.1. Jak już opisano w p. 2.2., obszar os. Pogodno jest w większej części piaszczystym kemem. Zasadniczy kompleks genetyczny na tym terenie tworzą piaski i żwiry wodnolodowcowe, rozdzielone wg dominującej frakcji na: piaski drobne (Pd FSa), miejscami piaski pylaste (Pπ siSa) czy piaski z drobnymi przewarstwieniami glin (Pd +G FSa csa), które ujęto zbiorczo w serii I oraz piaski średnie (Ps MSa) i grube ze żwirami (Pr +ż gr CSa) serii II.
- 3.2. Następnie ze względu na litologię i stan gruntu, wyodrębnione zespoły osadów przydzielono/rozdzielono na warstwy geotechniczne (patrz 2.4., Tabela nr 2 oraz Zał. Graf. 3 ÷ 6). Pod względem geotechnicznym większą część uzyskanych profili budują nośne grunty piaszczyste, mogące stanowić podstawę oparcia rozważanych opcji posadowienia. Przeważające ich partie to piaski w stanie przynajmniej średnio zagęszczonym (w zakresie: $I_D \approx 0,4 \div 0,6/40 \div 60\%$) warstw IB/IC oraz IIA/IIB. Dodatkowo w głębszym podłożu często przechodząc w zagęszczone (w zakresie: $I_D \approx 0,65 \div 0,75/65 \div 75\%$) warstw ID oraz IIC. Tylko miejscami tak jak np. w otworze nr 4 wykonane sondowanie wyodrębniło ok. 0,5 ÷ 1,0 m wyodrębniano bliską luźnym warstwę IA ($I_D \approx 0,35 \div 0,4/35 \div 40\%$) jednak o podrzędnym udziale w całości podłoża.
- 3.3. W okresie wykonywanych prac geotechnicznych (w drugiej połowie marca 2021 r.) jedynie w głębszym podłożu odnotowano ZWG. Do celów projektowych należy założyć,

że przez większą część roku, odnotowane w zwierciadło wody gruntowej będzie układać się od głębokości ok. 6,0 m p.p.t. co będzie odpowiadać rzędnej ok. 19,0 m n.p.m. (wg doświadczeń autorów na przyległym terenie), z możliwością dalszego wzrostu o kolejne +1,0 m i wyżej, jednak już jako krótko trwałe ekstrema. Dodatkowo przy takich uwarunkowaniach morfologicznych oraz rozszerzającej się antropopresji tych terenów, dla planowanych robót ziemno-fundamentowych jak i dla trwałej eksploatacji tego obiektu należy uwzględnić, że w przypadku kumulacji okresów dłuższych opadów/roztopów wiosennych, w obrębie piasków z wkładkami gruntów spoistych (+G c/sa), przesiąkające się grawitacyjnie wody opadowe mogą powodować wystąpienie mniejszych i lokalne strefy zawadzonego podłoża (wysięki lub sączenia, raczej bez ustabilizowanego zwierciadła). Tego typu strefę zawilgocenia uchwycono obecnie w otworze nr 2, w przelocie 3,5 ÷ 4,0 m p.p.t. (szerzej o uwarunkowania hydrogeologicznych w p. 2.3.).

- 3.4. Posadowienie w sposób płaski bezpośredni po pominięciu nasypów gruntów próchnicznych (nN Mg). **Uwaga!** Ze względu na przeszłość tych terenów, nie można wykluczyć nie co innego rozkładu przestrzennego gruntów nasypowych niż wykazano na przekrojach (w tym pozostałości dawniej lokowanych tu obiektów. Głębokość przemarzania, tj. minimum 0,8 m p.p.t.
- 3.5. Wykonanie wykopu w takich warunkach wodnych jak zastano trakcie prac terenowych nie będzie narażać większych utrudnień (patrz p. 3.3.). Zwraca się uwagę, że poprzez wykonanie głębokiego wykopu grunty niespoiste mogą ulec w odkrytej warstwie przypowierzchniowej odprężeniu (rozluźnieniu).
- 3.6. Budowa wszelkich obiektów w tych warunkach dodatkowo zaburzy stosunki wodne poprzez stworzenie barier i „pułapek” o własnej pojemności retencyjnej dla spływających grawitacyjnie wód opadowych. Należy zwrócić uwagę na odprowadzanie wód po opadowych z wody z połaci dachowych i nawierzchni drogowych i parkingowych oraz zadbać o odprowadzenie rur spustowych. Zagospodarowanie tego miejsca powinno odbywać się kompleksowo, ze szczególną dbałością by minimalizować stopień zaburzenia warunków wodnych. Przy takim modelu gruntowym (partie podłoża z naprzemiennie występującymi piasków i glin) niekontrolowany i punktowy napływ wód zaskórnych może doprowadzić do powstania zjawiska sufozji mechanicznej. Wyplukany materiał przemieszcza się w przestrzeniach porowych, szczelinach itp - tworząc podziemne próżnie (kawerny) grożących ich zapadnięciem.
- 3.7. Aby ograniczyć możliwość powstawania lokalnych rezerwuarów wody, należy przestrzeń pomiędzy skarpą wykopu, a ścianą fundamentową budynku wypełnić grubym piaskiem lub żwirem. Takie rozwiązanie zapewni swobodny odpływ wody opadowej do głębszych warstw podłoża. Zapobiegnie to zawilgoceniu ścian oraz gromadzeniu się wody na dnie dawnego wykopu. Jednak serie piasków o wyrównanej przepuszczalności, nie posiadają warstwy izolującej pierwszy poziom wodonośny. Grunt dostarczany do budowy wszelkich nasypów winien charakteryzować się korzystnymi własnościami do budowy korpusów nasypów budowlanych – najlepiej grunty piaszczyste, różnoziarniste, bez domieszek organicznych i zawartości frakcji pylastej bądź ilastej (< 2%). Przy planowaniu zagospodarowania wokół budynku pozwoli to uniknąć zmiany stosunków wodnych (kierunki spływu wód po opadowych). W warstwach nasypu nie powinny występować gniazda gruntów zasadniczo różnych od gruntów je otaczających, o czym należy pamiętać zwłaszcza przy zasypywaniu lokalnych zakłębłości terenu; nasyp powinien być sypany warstwami z gruntów jednorodnych, o grubości dostosowanej do sprawności maszyn zagęszczających [7].
- 3.8. Podsumowując, udokumentowane warunki gruntowo-wodne można określić jako **proste** (zgodnie §4 pkt. 2. Rozporządzenia^{1.1.}).

- 3.9. Projektowane przedsięwzięcie należy zakwalifikować do **II kategorii geotechnicznej** (zgodnie §4 p. 3. Rozporządzenia^{1.1}).



dr Andrzej Piotrowski

upr. geol. CUG 02 0939

upr. MOSZN i L Nr VIII-0072

upr. MOSZN i L Nr VII-1160