

ZAKŁAD USŁUG GEOTECHNICZNYCH

mgr inż. Leszek Satanowski

ul. Asnyka 45/5

62-800 Kalisz

Regon: 250472308

tel. 0048-62/5029339

tel. kom.605275162

OPINIA GEOTECHNICZNA

(ustalenie geotechnicznych warunków posadawiania budowli)

Obiekt projektowany: Trybuna wschodnia na terenie przebudowy
istniejącego kompleksu obiektów rekreacyjno-
sportowych stadionu miejskiego Ośrodka Sportu
Rehabilitacji i Rekreacji w Kaliszu, ul. Łódzka 19 – 29

Inwestor : Miasto Kalisz,
62 – 800 Kalisz
ul. Główny Rynek 20

Zleceniodawca : Pracownia Projektowa KOWALSKI
mgr inż. Krzysztof Kowalski
53-200 Jarocin ul. Konwaliowa 2

Autor: mgr inż. Leszek Satanowski

Kalisz, październik 2012 r.

Spis treści

- I Informacje wstępne
- II Położenie administracyjne i morfologiczne terenu badań
- III Charakterystyka warunków geotechnicznych
- IV Warunki wodne
- V Wnioski i zalecenia

Załączniki:

- 1 Lokalizacja terenu opracowania na mapie topograficznej miasta Kalisza w skali 1:1 000
- 1A. Mapa dokumentacyjna w skali 1:500.
- 2. Zestawienie wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych oraz objaśnienia symboli i znaków użytych na przekrojach geotechnicznych
- 3-6. Przekroje geotechniczne
- 7-13. Karty dokumentacyjne otworów geotechnicznych
- 14-20. Karty dokumentacyjne archiwalnych otworów geotechnicznych.
- 21. Wyniki pomiarów gruntu penetrometrem wciskowym PW-1
- 22. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych gruntów

I Informacje wstępne

Cel badań - określenie warunków gruntowo - wodnych i cech mechanicznych podłoża gruntowego wraz z oceną przydatności tego podłoża w zakresie niezbędnym dla projektu budowy trybuny wschodniej w na terenie przebudowy istniejącego kompleksu obiektów rekreacyjno-sportowych stadionu miejskiego Ośrodka Sportu Rehabilitacji i Rekreacji w Kaliszu, ul. Łódzka 19 – 29 .

Podstawą opracowania były:

1. Zlecenie Projektanta
2. Mapa sytuacyjno- wysokościowa z lokalizacją projektowanej trybuny dostarczona przez Projektanta
3. Rozporządzenie Ministra Transportu , Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r. poz. 463).
4. Wytyczne projektanta dotyczące zakresu prac terenowych tj. odwiercenie 7 otworów badawczych.
5. Terenowe badania podłoża gruntowego przeprowadzone w październiku 2012 r.
6. PN-74/B - 04452. Grunty budowlane. Badania polowe.
7. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
8. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
9. PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
10. PN-B-02481:1998. Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
11. PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
12. PN-81/B-03020. Posadowienie bezpośrednie budowli.
13. PN-80/B-01800. Klasyfikacja i określenie środowisk.
14. Instrukcja ITB nr 182 dotycząca badań podłoża gruntowego sondą udarowo-obrotową ITB-ZW Warszawa 1975r.
15. Instrukcja ITB nr 296 dotycząca posadowienia budowli na gruntach ekspansywnych 1990 r.
16. Rozprawy nr 244 – Politechnika Poznańska 1991, „Posadowienie budowli na gruntach ekspansywnych”
17. Materiały seminaryjne, Bydgoszcz 24.06.1994 „Iły poznańskie – praktyczne aspekty budownictwa na gruntach ekspansywnych. PKG – Oddział wielkopolski w Poznaniu”.
18. **Archiwalna dokumentacja geotechniczna określająca warunki gruntowo-wodne w podłożu projektowanych trybun zachodnich na terenie obiektów rekreacyjno-sportowych w Kaliszu wyk. Geoprojekt Poznań , maj 2006 r.**
19. Archiwalna opinia geotechniczna dotycząca posadowienia fundamentów pod maszty oświetleniowe na terenie przebudowy istniejącego kompleksu obiektów rekreacyjno-sportowych stadionu miejskiego Ośrodka Sportu Rehabilitacji i Rekreacji w Kaliszu, ul. Łódzka 18-29

20. Archiwalna dokumentacja geotechniczna dotycząca analizy i oceny stateczności zbocza przeznaczonego po projektowaną zabudowę budynkiem mieszkalnym przy ul. Korczak 24 w Kaliszu

Jak wynika z informacji uzyskanej od Projektanta projektuje się trybunę wschodnią obejmującą trybunę główną o konstrukcji żelbetowej oraz boczne trybuny ziemne tzw. siedliska - od strony północnej i południowej. Przy trybunie głównej projektuje się budynek socjalno-administracyjny posadowiony na płycie fundamentowej.

W ramach prac terenowych odwiercono 7 małośrednicowych otworów geotechnicznych do głębokości 5,0 – 6,0 m p.p.t. w miejscach określonych przez Projektanta (zał. nr 1 A) Lokalizacja tych otworów badawczych obejmuje rozpoznanie podłoża w miejscu projektowanej głównej trybuny wschodniej. Dla rozpoznania budowy podłoża w miejscu lokalizacji projektowanych trybun ziemnych tzw. siedlisk od strony północnej i południowej – wykorzystano profile geotechniczne otworów badawczych z archiwalnej opinii geotechnicznej dla posadowienia fundamentów masztów oświetleniowych wyk. ZUG Kalisz mgr inż. Leszek Satanowski maj 2012 r. (otwory nr 1 arch -7 arch)

Podczas wierceń w trakcie analizy makroskopowej gruntów dokonano pomiaru wytrzymałości gruntów spoistych na ściskanie jednoosiowe penetrometrem tłoczkowym PW-1 (zał. nr 21). Na podstawie zależności ustalonej doświadczalnie między oporem na wciskanie końcówki penetrometru Q_f (uznawanej umownie także za wytrzymałość gruntu na ściskanie jednoosiowe), a stopniem plastyczności gruntu I_L wyznaczono stopnie plastyczności nawierconych gruntów spoistych (zał. nr 21). W trakcie wierceń pobrano do badań laboratoryjnych 4 próby gruntów spoistych w celu wyznaczenia wilgotności naturalnej, granic plastyczności i płynności dla obliczenia stopnia plastyczności (zał. nr 22)

Otwory badawcze wytyczono metodą domiarów prostokątnych do istniejącej sytuacji terenowej, a rzędne wysokościowe tych otworów wyznaczono przez niwelację techniczną w nawiązaniu do reperu roboczego stanowiącego wierzch pokrywy studzienki kanalizacyjnej o wysokości $H = 102,67$ m n.p.m. (zał. nr 1 A). Dla potrzeb projektowych zmierzono dodatkowo rzędne terenu przy projektowanej trybunie (zał. nr 1 A).

II Położenie administracyjne i morfologiczne terenu badań.

Udokumentowany teren położony jest w Kaliszu na terenie stadionu miejskiego OSRiR przy ul. Łódzkiej nr 19 – 29. Aktualnie teren stadionu jest częściowo zmodernizowany i została zakończona w 2012 r. budowa trybun w części zachodniej. Aktualnie przedmiotem opracowania jest projekt budowy trybuny wschodniej od strony ul. Łódzkiej (zał. nr 1 A).

Pod względem geomorfologicznym omawiany teren położony jest na terasie nadzalewowej oraz na zboczu prawobrzeżnej części doliny rzeki Bernardyńki stanowiącej prawobrzeżną odnogę rzeki Prosnicy. Teren stadionu oddzielony jest od koryta rzeki wałem przeciwpowodziowym, a korona wału (Wału Jagiellońskiego) znajduje się w obrębie rzędnych 103,6 – 103,8 m n.p.m.

Pierwotna powierzchnia terenu będąca w poziomie terasy nadzalewowej została sztucznie podniesiona nasypami związanym z budową tego stadionu miejskiego o ok. 1,4-5,0 m, a rzędne terenu w miejscu projektowanej trybuny wschodniej wynoszą 102,62 – 110,06 m n.p.m. (zał. nr 1 A).

Aktualnie teren opracowania stanowi zbocze o nachyleniu ok. 17° będące pozostałością po trybunach ziemnych.

III Charakterystyka warunków geotechnicznych.

Podłoże gruntowe do głębokości rozpoznanej wierceniami (tj. 5,0-9,0 m p.p.t.) zbudowane jest głównie z trzeciorzędowych utworów reprezentowanych przez serię plioceńskich pstrych iłów (warstwy geotechniczne IV, V). Iły te w obrębie projektowanej trybuny wschodniej i częściowo południowej trybuny ziemnej występują bezpośrednio pod warstwą powierzchniowych nasypów niekontrolowanych na głębokości 0,10-3,60 m p.p.t. (otwory nr 1-7, 5 arch, 6 arch). Natomiast w obrębie północnej trybuny ziemnej i częściowo południowej - pod warstwą próchniczno-gruzowych nasypów niekontrolowanych o miąższości 1,70 – 5,30 m zalegają grunty obejmujące osady akumulacji rzeczno-bagiennej (warstwy geotechniczne I-III) podścielone na głębokości 4,80-5,30 m p.p.t. w/w trzeciorzędową serią pstrych iłów (warstwy geotechniczne IV, V- otwory nr 1 arch - 4 arch, 7 arch)

UWAGA: Rozpatrywane podłoże gruntowe zostało podzielone na warstwy geotechniczne w oparciu o archiwalną opinię geotechniczną wyk. ZUG Kalisz maj 2012 r.

Czwartorzędowe holocenne osady akumulacji zastoiskowo-bagiennej posiadają bardzo zróżnicowaną miąższość i zalegają na głębokości 3,40 -5,00 m p.p.t..

Utwory te obejmują następujące grunty:

- plastyczne namuły gliniasto-pyłowe o miąższości 0,60 – 1,20 m (warstwa geotechniczna I otwory nr 1 arch, 4 arch, 7 arch)
- plastyczne pyły piaszczyste i piaski gliniaste o miąższości 0,25 – 0,60 m (warstwa geotechniczna II – otwory nr 1 arch, 4 arch, 7 arch)

Czwartorzędowe holocenne i plejstocenne osady akumulacji rzecznej zalegające w części północnej pod w/w osadami akumulacji zastoiskowo-bagiennej obejmują następujące grunty:

- luźne i średniozagęszczone wilgotne i nawodnione piaski drobne i piaski pylaste (warstwy geotechniczne III A₁, III A – otwór nr 1 arch, 2 arch, 4 arch)

Trzeciorzędowe plioceńskie osady zamkniętego zbiornika morskiego (pstre iły) zalegające na głębokości 0,10 – 5,30 m p.p.t. obejmują następujące grunty:

- twardoplastyczne gliny pylaste zwarte (warstwa geotechniczna IV A)
- półzwarte gliny pylaste przewarstwione glinami związłymi (warstwa geotechniczna IV B)
- twardoplastyczne iły pylaste (warstwy geotechniczne V a, V b)

- półzwarte ły (warstwa geotechniczna V c)
- plastyczne ły pylaste występujące lokalnie do głębokości 0,80 m p.p.t. (warstwa geotechniczna V a₁)

Charakterystyka warstw geotechnicznych:

- warstwa geotechniczna I – obejmuje plastyczne namuły gliniaste . Zawartość części organicznych $I_{om} = 4,7 - 7,4 \%$
- warstwa geotechniczna II – obejmuje plastyczne pyły piaszczyste i piaski gliniaste o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,40$. Symbol konsolidacji C.
- warstwa geotechniczna III A₁ – obejmuje luźne wilgotne i nawodnione piaski drobne i piaski pylaste o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,30$.
- warstwa geotechniczna III A – obejmuje średniozagęszczone wilgotne i nawodnione piaski drobne miejscami przewarstwione pyłami o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,50$.
- warstwa geotechniczna IV a – obejmuje twardoplastyczne gliny pylaste zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,10$. Symbol konsolidacji B.
- warstwa geotechniczna IV b – obejmuje półzwarte gliny pylaste przewarstwione glinami zwięzłymi o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,00$. Symbol konsolidacji B.
- warstwa geotechniczna V a₁ – obejmuje plastyczne ły pylaste i ły o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,35$. Symbol konsolidacji D. Grunty te zalegają lokalnie w części stropowej trzeciorzędowej warstwy pstrych ółów do głębokości 0,80 m (otwory nr 6,7)
- warstwa geotechniczna V a – obejmuje twardoplastyczne ły i ły pylaste o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,15$. Symbol konsolidacji D.
- warstwa geotechniczna V b – obejmuje twardoplastyczne ły i ły pylaste o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,05$. Symbol konsolidacji D.
- warstwa geotechniczna V c – obejmuje półzwarte ły o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,00$. Symbol konsolidacji D.

Dla ustalenia wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw geotechnicznych zastosowano metodę B (pkt 3.2 PN - 81/B - 03020).

Parametry wiodące oznaczono metodą A (tj. dla gruntów sypkich wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)}$, a dla gruntów spoistych wartość charakterystyczną stopnia plastyczności $I_L^{(n)}$).

Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)}$ ustalono na podstawie polowych badań sondą dynamiczną, natomiast wartość charakterystyczną stopnia plastyczności $I_L^{(n)}$ - ustalono na podstawie badań makroskopowych i laboratoryjnych oraz pomiarów terenowych penetrometrem tłoczkowym PW-1. Na podstawie wartości parametrów wiodących wyznaczono pozostałe parametry w oparciu o zależności korelacyjne (zał. nr 2).

Rozmieszczenie przestrzenne oraz miąższości wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiają przekroje geotechniczne (zał. nr 3-6).

Zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych oraz wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych tych warstw zamieszczono w zał. nr 2.

Zbiorcze zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych oraz wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych tych warstw zamieszczono w zał. nr 2.

IV Warunki wodne

W wyniku przeprowadzonych wierceń do głębokości 5,0-9,0 m p.p.t. stwierdzono występowanie wody gruntowej głównie w części północnej terenu opracowania (otwory nr 1 arch, 2 arch, 4 arch). Woda gruntowa związana jest tu głównie z piaszczystymi utworami akumulacji rzecznej i występuje na głębokości 3,06-4,80 m p.p.t. co odpowiada rzędnym 100,35-100,71 m n.p.m. W części środkowej obejmującej lokalizację głównej trybuny oraz w części południowej woda gruntowa występuje nieregularnie w postaci sączeń w trzeciorzędowej serii pstrych ilów na głębokości 0,65 – 5,00 m p.p.t. (otwory nr 1-7, 5 arch – 7 arch)

Zbiornicze szczegółowe zestawienie opisywanego zwierciadła wód podziemnych przedstawia się następująco:

Nr otw	Nr zał. karty dokum. otworu	Głębokość nawierconego zwg [m p.p.t.] (zwierciadła wody gruntowej)	Rzędna nawierconego zwg [m n.p.m.] (zwierciadła wody gruntowej)	Głębokość ustabilizow. PPW [m p.p.t.] (piezometrycznego poziomu wody)	Rzędna ustabilizow PPW [m n.p.m.] (piezometrycznego poziomu wody)	Rodzaj zwierciadła wód podziemn.
1	7	-	-	2,38	107,68	Sączenia (min wydajność)
2	8	1,89	107,76	1,89	107,76	Sączenia
3	9	1,67	108,03	1,67	108,03	Sączenia
4	10	4,80	104,92	3,25	106,47	Sączenia
5	11	-	-	2,06	102,66	Sączenia
6	12	-	-	0,65	103,93	Sączenia
7	13	-	-	0,65	103,80	Sączenia
1 arch	14	3,06 5,20	100,35 98,21	3,06 3,06	100,35 100,35	Swobodne Sączenia
2 arch	15	4,80	100,40	4,80	100,40	Swobodne
3 arch	16	Do głębokości 9,0 m p.p.t. nie nawiercono wody gruntowej				
4 arch	17	3,45	100,49	3,23	100,71	Lekko napięte
5 arch	18	5,00	99,04	1,90	102,14	Sączenia
6 arch	19	Do głębokości 5,5 m p.p.t. nie nawiercono wody gruntowej				
7 arch	20	5,00	104,07	5,00	104,07	Sączenia

Woda gruntowa występująca w obrębie piaszczystej warstwy wodonośnej poprzez przepuszczalne podłoże i niewielką odległość posiada bezpośredni kontakt z wodą w rzece Bernardynce a jej stany są bezpośrednio uzależnione od wodostanu rzeki . Orientacyjnie można stwierdzić, że woda gruntowa w podłożu w trakcie wykonywania wierceń (luty 2006 r.) utrzymywała się w górnej strefie stanów średnich oraz że w okresie stanów wysokich zbliżonych do maksymalnych jej poziom może być o ok. 1,0 – 1,2 m wyższy niż w lutym 2006 r. W dniu 27 lutego 2006 r. w ramach prac terenowych wykonanych dla archiwalnej dokumentacji geotechnicznej stwierdzono, że woda w rzedzie Bernardynce utrzymywała się na rzędnej 100,43 m n.p.m. Wobec powyższego maksymalny poziom wody gruntowej osiąga rzędną ok. 101,6 m n.p.m.

Jak wynika z materiałów archiwalnych (dokumentacja geotechniczna Geoprojekt Poznań 2006 r.) - woda gruntowa nie wykazuje względem betonu agresywności jednakże w innych dokumentacjach archiwalnych z tego rejonu stwierdza się agresywność kwasową i węglanową w podstopniu la₂ .

Dla celów odwodnienia podłoża podaje się na podstawie w/w dokumentacji archiwalnej wartości współczynników filtracji wg wzoru amerykańskiego USBSC, gdzie $k = 0,0036 \cdot d_{20}^{2,3}$ m/s

- dla piasków drobnych

$$k = 14 \cdot 10^{-6} - 33 \cdot 10^{-6}$$

$$k_{sr} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

- dla piasków średnich

$$k = 57 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

V Wnioski i zalecenia

1. Wg Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r. poz. 463) proponuje się przyjęcie dla projektowanej trybuny na terenie przebudowy istniejącego kompleksu obiektów rekreacyjno-sportowych stadionu miejskiego Ośrodka Sportu Rehabilitacji i Rekreacji w Kaliszu, ul. Łódzka 19 – 29 - pierwszą kategorię geotechniczną przy stwierdzeniu w ogólności prostych warunkach gruntowych.
2. Podłoże gruntowe do głębokości rozpoznanej wierceniami (tj. 5,0-9,0 m p.p.t.) zbudowane jest głównie z trzeciorzędowych utworów reprezentowanych przez serię płoceńskich pstrych iłów (warstwy geotechniczne IV, V). Iły te w obrębie projektowanej trybuny wschodniej i częściowo południowej trybuny ziemnej występują bezpośrednio pod warstwą powierzchniowych nasypów niekontrolowanych na głębokości 0,10-3,60 m p.p.t. (otwory nr 1-7, 5 arch, 6 arch). Natomiast w obrębie północnej trybuny ziemnej i częściowo południowej - pod warstwą próchniczno-gruzowych nasypów niekontrolowanych o miąższości 1,70 – 5,30 m zalegają grunty obejmujące osady akumulacji rzeczno-bagiennej (warstwy geotechniczne I-III) podścielone na głębokości 4,80-5,30 m p.p.t. w/w trzeciorzędową serią pstrych iłów (warstwy geotechniczne IV, V- otwory nr 1 arch - 4 arch, 7 arch). Rzędne stropu rodzimych gruntów nośnych zawierają załączniki nr 3-6.
3. Wg instrukcji ITB nr 296 trzeciorzędowe pstry iły poznańskie zaliczono do gruntów ekspansywnych. Iły te bardzo silnie reagują na zmiany wilgotności - skurczem przy przesuszaniu podłoża, względnie pęcznieniem przy wzroście wilgotności.

W praktyce stosuje się ocenę ekspansywności gruntu na podstawie wskaźnika aktywności koloidalnej Skempton'a (A_K). Jak wynika z badań laboratoryjnych wskaźnik ten wynosi dla pstrych iłów pylastych $A_K = 0,85 \div 1,35$. Przyjmuje się, że grunty o wskaźniku większym od 1 są ekspansywne.

Pęcznienie jest procesem polegającym na wchłanianiu przez ility wilgoci z otoczenia i jednoczesnym powiększaniu jego objętości.

W przypadku swobodnego pęcznienia objętość ility zwiększa się o $10 \div 20\%$ a w szczególnych przypadkach nawet o 30% . Jeśli woda ma dostęp do ility, a zmiana jego objętości jest uniemożliwiona to powstaje objętościowe ciśnienie pęcznienia, którego wartość w ilitych poznańskich mieści się przeciętnie w przedziale $0,1 \div 1,0$ MPa. Pęcznienie wywołuje rozrzedzenie gruntu połączone ze zmniejszaniem wartości liczbowych jego parametrów wytrzymałościowych a w skrajnym przypadku może powodować wypieranie gruntu spod fundamentu i utratę stateczności podłoża.

Uaktywnienie się procesów pęcznienia występuje najczęściej w okresie wznoszenia budowli. Niemal wszystkie uszkodzenia budowli wywołane pęcznieniem ility poznańskich są inicjowane przez ich lokalne pęcznienie w partiach przypowierzchniowych w poziomie posadowienia fundamentów co w konsekwencji powoduje osiadania.

Skurczliwość ility jest związana ze zmniejszeniem się wilgotności w gruncie zwykle w wyniku przesuszenia podłoża przez korzenie drzew i krzewów.

Proces ten powoduje zmniejszanie się objętości gruntu. W praktyce występuje zwykle w czasie eksploatacji obiektu, najczęściej około $10 \div 15$ lat po zasadzeniu drzew. Skurczliwość wywołuje dodatkowe osiadanie podłoża.

Osiadania te są nierównomierne, powodują zarysowania i pęknięcia elementów konstrukcyjnych budowli. Wobec powyższego zaleca się sadzić drzewa i krzewy iglaste, których system korzeniowy nie wywołuje znacznego przesuszenia podłoża. W przypadku drzew liściastych zaleca się sadzić je w odległości $\geq 1,5 H$ od budynku, gdzie H - przewidywana wysokość drzewa.

4. Rozdział 2.3.1. w/w instrukcji podaje reguły projektowania fundamentów posadowionych bezpośrednio na gruntach ekspansywnych. W punkcie 2 dotyczącym zagłębienia fundamentów zaleca się posadowienie zwłaszcza obiektów niepodpiwniczonych na głębokości $D_{min} > 1,5m$.

W punkcie 1 dotyczącym posadowienia obiektów podaje się m.in. następujące zalecenia:

- unikać projektowania obiektów częściowo podpiwniczonych
- w gruntach silnie pęczniących stosować posadowienie na płycie
- dylatować fragmenty obiektów o różnych układach konstrukcyjnych
- stosować podbeton (dotyczy zabezpieczenia podłoża pod fundamentami warstwą podbetonu układaną bez podsypki
- konieczny zewnętrzny drenaż opaskowy stabilizujący warunki wodne oraz ciągła konserwacja drenażu (obsypka wykonana na zasadzie filtru odwrotnego).

Wobec powyższego zaleca się posadowienie projektowanego budynku trybuny wschodniej na żelbetowej płycie fundamentowej .

5. Jak wynika z wykonanych przekroi geotechnicznych nr V, VI, VII (zał. nr 5, 6, 7) kąt nachylenia stropu iłów w obrębie zbocza przeznaczonego na lokalizację projektowanej trybuny wschodniej wynosi $6^{\circ}30' - 12^{\circ}$.
6. Wg literatury technicznej (Rozprawy nr 244 – Politechnika Poznańska str. 41) najtrudniejszym zadaniem dla projektanta jest poprawne rozwiązanie posadowienia bezpośredniego obiektów na zboczach zbudowanych z gruntów ekspansywnych. Z uwagi na trudności w wykryciu różnych niejednorodnych przewarstwień i powierzchni zlustrzeń nie zaleca się zasadniczo stosowania bezpośredniego posadowienia w takich warunkach. Praktyka wykazuje, że zbocza zbudowane z iłów mogą być niestateczne nawet przy bardzo niskich pochyleniach stropu iłów w przedziale $7 \div 10\%$ (tj. $4 \div 6^{\circ}$).
W omawianym przypadku pochylenie stropu iłów mieści się w przedziale $6^{\circ}30' - 12^{\circ}$ tj. zasadniczo wyżej niż w/w przedział, gdzie zbocza zbudowane z iłów mogą być niestateczne. Wobec powyższego należy tak przyjąć nachylenie fundamentów projektowanej trybuny, aby spełnić w/w warunek.
7. Zabezpieczenie terenów budowlanych przed osuwiskami jest kosztowne i powinno być poprzedzone analizą sposobu zabezpieczenia oraz kalkulacją kosztów. Stosuje się następujące zabezpieczenia terenu przed osuwiskiem:
 - zmniejszenie nachylenia skarp i zboczy
 - podparcie skarpy nasypem lub murem oporowym
 - wzmocnienie skarpy rusztem żelbetowym
 - pale lub studnie opuszczane.

W rozważanym przypadku zalecono stabilizację warunków wodnych przez założenie drenażu opaskowego wokół projektowanej trybuny oraz drenażu czołowego usytuowanego wzdłuż korony zbocza projektowanej trybuny mającego na celu odcięcie spływu wód podskórnych po rozpatrywanym zboczu.

UWAGA: Aktualnie zaobserwowano na powierzchni zbocza w miejscu lokalizacji projektowanej trybuny „wypłukane” rowki po spływie wód powierzchniowych

8. Według archiwalnej dokumentacji geotechnicznej dotyczącej analizy i oceny stateczności zbocza zbudowanego z trzeciorzędowych pstrych iłów i przeznaczonego pod projektowaną zabudowę budynkiem mieszkalnym w Kaliszu – potencjalna powierzchnia poślizgu jest nachylona pod kątem $5,7^{\circ}$.

Parametry wytrzymałościowe c_u i Φ_u dla występujących tu iłów zbadane w laboratorium (w aparacie bezpośredniego ścinania) są mniejsze od wartości określonych z normy PN-81/B-03020

Zbadane parametry wytrzymałościowe dla rozważanych ilów wynoszą średnio:

$$c_u = 51 \text{ kPa}$$
$$\Phi_u = 3^\circ 42'$$

Wartości rezydualne :

$$c_u = 24 \text{ kPa}$$
$$\Phi_u = 3^\circ 21'$$

9. Dla potrzeb obliczeń statycznych fundamentów zamieszczono w zał. nr 2 wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych według PN-81/B-03020.

Opracował: