

Basketbalová hala Basketpoint Frýdek - Místek
SO 02 Zpevněné plochy
Úprava zemního podloží zpevněných ploch
Návrh stabilizace zemního podloží a posouzení z hlediska ekvivalentního modulu přetvárnosti

Identifikační údaje stavby

Akce: Basketbalová hala Basketpoint Frýdek - Místek
Objekt: SO 02 Zpevněné plochy
Část: Úprava zemního podloží
Datum : 07/2018
Objednatel posudku: Inpros F-M,s.r.o.
Zpracovatel posudku: Ing. Šípek Pavel, ČKAIT 1103337, v oboru geotechnika
Dr. Martínka 1489/1, 700 30 Ostrava-Hrabůvka



Předmět posudku:

- Stanovení min. tloušťky a konstrukce stabilizačních vrstev nutné k dosažení požadovaných deformačních parametrů v úrovni upravené pláně zpevněných ploch.

Podklady

- Koordinační situace stavby (Ing. Petra Musilová, Inpros F-M,s.r.o.)
- IG průzkumu v lokalitě (04/2018, GeologieRS, Ing. Stránský)
- Zaměření lokality

Vstupní údaje, konstrukční a technologické požadavky na úpravu z.s.

- Navržená skladba konstrukčních vrstev zpevněných ploch (cca.300÷400mm), výškové řešení a terénní úpravy jsou navrženy cca. v úrovni stávajících povrchů.
- Na základě provedeného IG průzkumu (04/2018, GeologieRS, Ing. Stránský) jsou v úrovni zemní pláně zpevněných ploch očekávány různorodé, nehomogenní vrstvy navážek jílovito-klastického charakteru – hlína, jíl, stavebních suť (cihly, bet.), škvára. Mocnost navážek v prostoru zpevněných ploch je cca.1,6÷2,1m (viz. vrtané sondy SI-2 a SI-3).
- V prostoru stávajících, opravovaných zpevněných ploch je možné předpokládat deformačně vyhovující podmínky, popř. v minulosti provedené stabilizační vrstvy v úrovni zemní pláně. V prostoru nově budovaných zpevněných ploch jsou v úrovni zemní pláně očekávány nevyhovující základové poměry ve vrstvách různorodých navážek, jejichž deformační modul je pro potřeby tohoto posudku předpokládán v hodnotě $E_{def}=cca.5÷10MPa$.
- Doporučení pro výstavbu – výtah ze ZZ z IGP (04/2018, GeologieRS, Ing. Stránský)
 - V rámci výstavby stavební jámy je nezbytné dohlížet na minimální narušení odkryté základové spáry případnými atmosférickými srážkami a provádět zakládání pouze v klimaticky příznivém období. Jíly jsou velice náchylné k rozbředění a změně geotechnických parametrů.
- S ohledem k navržené výškové úrovni založení zemní pláně a ověřeným IG poměrům (různorodé, nehomogenní navážky jílovito-klastického charakteru) je v půdorysu nově budovaných zpevněných ploch navržena celoplošná úprava podloží realizací stabilizačních polštářů ze ŠD, doplněných soustavou výztužných geomíří – cílem opatření je stabilizace podloží a homogenizace/sjednocení deformačních parametrů v půdorysu zpevněných ploch.
- Oddělení/separace zemního podloží a násypového tělesa bude provedena filtračně-separační geotextílií CBR min.2kN.
- Před pokládkou stabilizačních vrstev bude provedeno řádné přehutnění a odvodnění z.s. (příčným a podélným sklonem ploch – min.3%)
- Případné výškové rozdíly v půdorysné ploše budou vyrovnány zářezy. Doporučené výškové odskoky do 0,5m, sklon svahu zářezu 5:1.
- Před zahájením zemních prací je nutné provést statickou zatěžovací zkoušku (dle ČSN 72 1006, min.3ks rozmístěné po ploše projektovaného půdorysu zpevněných ploch) k ověření reálných vstupních hodnot def. modulu.

Požadavky na provádění stabilizačních násypů

- Požadované deformační charakteristiky v úrovni upravené pláně zpevněných ploch – $E_{def,2}=30\text{MPa}$, $E_{def,2}/E_{def,1}<2,5$. Požadovaná kvalita upravené z.s. bude ověřena statickou zatěžovací zkouškou na stab. vrstvách (dle ČSN 72 1006) a závěrečnou prohlídkou.
- Konstrukce stabilizačních vrstev je navržena z hutněné ŠD, frakce 0/63mm, v celkové předpokládané tloušťce $0,30\div 0,40\text{m}$, doplněné soustavou výztužných geomříží (trojosé monolitické, alt. dvouosé), min. tah. pevnost $40\div 60\text{kN/bm}$, okatost $30\times 30\div 40\times 40\text{mm}$. Skladba kce. viz. níže v kap. „Návrh kce. a posouzení z hlediska ekvivalentního modulu přetvárnosti“. K využití max. potenciálu vrstvy ŠD je vrstvení stab. polštáře doporučeno po vrstvách tl. $0,15\div 0,20\text{m}$. Míra hutnění jednotlivých vrstev min. $D=100\%$, $I_d=0,85$. Před pokládkou stabilizačních vrstev bude v první fázi provedeno řádné přehutnění snížené z.s. a odvodnění z.s. (příčným a podélným sklonem ploch – min.3%) **! V Z.S. ověřeny zeminy náchylné k rozbředání !** – technologické požadavky na úpravu Z.S. viz. výše.
- Deformační moduly ve vrstvách hutněné ŠD jsou stanoveny, ze zkušeností s hutněnými násypy (stabilizace pláně dopravních staveb). Přijaté deformační moduly, jsou ve výpočtu nastaveny s určitou rezervou, s ohledem na stranu bezpečnosti.
- Stanovení ekvivalentního modulu přetvárnosti na upravené zemní pláni (povrch konstrukčních vrstev) je provedeno výpočtem modelem vícevrstvého prostředí dle Pokrovského a Ivanova.
- Pro realizaci zemních prací je požadována účast geologa na stavbě. Během provádění výkopů bude průběžně kontrolována kvalita geologického profilu a shoda s přijatými předpoklady výpočtu.

Návrh kce. stabilizačních vrstev a posouzení z hlediska ekvivalentního modulu přetvárnosti:

SO 02 Zpevněné plochy – Úprava zemního podloží zpevněných ploch

SO 02 Model A – zemní pláň ve vrstvě různorodých, nehomogenních navážek jílovito-klastického charakteru – výpočtový $E_{def}=cca.5\div 10\text{MPa}$.

Navržena je konstrukce z vrstev hutněné ŠD fr. 0/63mm, celk. tloušťka $0,30\div 0,40\text{m}$, doplněných výztužnou geomříží

Skladba kce.:

- parapláň (rostlý terén), řádně přehutnit a odvodnit z.s. (příčným a podélným sklonem ploch k obvodovým drenážím)
- separace netkanou filtračně-separační geotextilií (např. Geomatex NTI BS 25)
- stabilizační geomříž trojosá (např. Tensar TriAx TX 150)
- stabilizační vrstvy ŠD frakce 0/63 mm, konečné celk. tl. $30\div 40\text{ cm}$, vrstvení po tl. $0,15\div 0,20\text{m}$
- Míra hutnění jednotlivých vrstev min. $D=100\%$, $I_d=0,85$.

Požadované deformační charakteristiky na upr. pláni – $E_{def,2}=30\text{MPa}$, $E_{def,2}/E_{def,1}<2,5$.

modul přetvárnosti
vrstvy

E_{or}	5
E_1	50
E_2	100

tloušťka vrstvy

h_1	0,20
h_1	0,20

ekvivalentní modul přetvárnosti
na povrchu vrstvy

$E_{ekv,1}$	13,5
$E_{ekv,1}$	32,6

E_{or}	10
E_1	50
E_2	100

h_1	0,15
h_1	0,15

$E_{ekv,1}$	17,6
$E_{ekv,1}$	32,4

Výpočtový ekvivalentní modul přetvárnosti na upravené zemní pláni je stanoven v hodnotě cca. $E_{ekv} = 32,4\text{MPa}$.

Požadavky na ověření kvality zemin v základové spáře, rozsah doplňujícího průzkumu a kontrolních zkoušek

- 2ks mělkých kopaných sond do hloubky 1m
- Odebrat reprezentativní vzorek zeminy z každé zastižené geologické vrstvy
- Kontrolní zkoušky k ověření základních indexových vlastností
 - indexové vlastnosti – křivka zrnitosti, objemová hmotnost, vlhkost, saturace, konzistence, konzistenční meze, číslo plasticity
 - zkouška zhutnitelnosti Proctorovou zkouškou
 - stanovení množství vápna pro zlepšení zemin v aktivní zóně
 - celkový počet odebraných poloporušených vzorků – 4÷6ks
- Kontrola deformačních charakteristik v úrovni zemní pláně
 - statická zatěžovací zkouška deskou k ověření modulu přetvárnosti $E_{def,2}$ (ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin) v rostlé zemině
 - celkový počet kontrolních zkoušek min 3ks (zpevněné plochy)

Požadavky na materiál do konstrukčních vrstev stabilizačního polštáře

- ŠD – šterkodrt' frakce 0/63 mm
- alt. třídný recyklát z betonu a zdva, drcený na frakci 0/63mm
- kvalita hutnění $I_d=0,85$ ($D=100\%$ PS)
- konečná hodnota $E_{def,2} = 90$ MPa, $E_{def,2}/E_{def,1} < 2,3$
- min. úhlem vnitřního tření $\varphi_{ef,min}=32^\circ$, s koeficientem filtrace $k>1.10^{-5}$ m/s, s plynulou křivkou zrnitosti, dle ČSN EN 13285 (Nestmelené směsi – Specifikace) a odpovídající dle, ČSN 73 1001 (Základová půda pod plošnými základy) zeminám třídy G2/GP šterk špatně zrněný splňující následující podmínky:
 - musí se jednat o nesoudržnou zeminu
 - číslo nestejnozrnitosti $c_u=D_{60}/D_{10}\geq 15$
 - číslo křivosti $c_c=D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$ v intervalu 1 až 3
 - podíl jemnozrnných částic (do 0,06 mm) musí být do 15%
 - $D_{MAX} < 63$ mm
- Recyklát musí splňovat požadavky a doložit certifikace stanovené ČSN EN 13242+A1 (721504) Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace – požadavky na geometrické, fyzikální, chemické vlastnosti a trvanlivost. Prioritně musí být zajištěny požadavky na materiálové složení a frakci recyklátu (viz. výše), objemovou stálost, nasákavost, odolnost proti drcení a chemickou nezávadnost.
- Kvalita materiálu z hlediska hutnění musí být ověřena a doložena zkouškou zhutnitelnosti materiálu - Proctorova zkouška dle ČSN EN 13286-2.
- Účinnost zhutňovacího prostředku je nutné ověřit zhutňovacím pokusem dle ČSN 72 1006, př. H.

Požadavky na kontrolu kvality navržených materiálů a provádění hutněných násypů **Průkazní zkoušky před zahájením zasypávání**

- Posouzení vhodnosti materiálů navržených do násypů
 - Zkoušky k ověření základních indexových vlastností materiálů navržených do násypů – křivka zrnitosti, objemová hmotnost, vlhkost, popř. konzistenční meze (ČSN 72 1010, ČSN 72 1012, ČSN 72 1017, ČSN 72 1018)
- Kontrola zhutnitelnosti
 - Zkouška zhutnitelnosti Proctorovou zkouškou (ČSN 72 1015) – min. 1ks / každých 1500m³
 - Stanovení relativní ulehlosti – určení min. a max. objemové hmotnosti (ČSN 72 1018) – min. 1ks / každých 1500m³
 - Zhutňovací pokus a stanovení účinnosti hutněního mechanismu – 1ks

Požadavky na kontrolní zkoušky v průběhu zasypávání – kontrola kvality zhutnění

- Kontrola kvality zhutnění bude prováděna v souladu s ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin,
- Kontrola parametru míry zhutnění ve vrstvách násypů
 - kontrola parametru míry zhutnění D a relativní ulehlosti I_d , v jednotlivých konstrukčních vrstvách
 - na odebraných vzorcích bude zjištěna objemová hmotnost a vlhkost – následně bude stanoven parametr míry zhutnění D a relativní ulehlosti I_d
 - celkový počet kontrolních zkoušek násyp – min 3 ks/vrstvu
- Kontrola modulu přetvárnosti $E_{def,2}$ ve vrstvách stabilizačních násypů (uplatní se vždy)
 - statická zatěžovací zkouška zatěžovací deskou $\varnothing 0,3m$

- požadované hodnoty $E_{\text{def},2}$ dle E_{ekv} uvedených výše v kapitole „Návrh kce. stabilizačních vrstev a posouzení z hlediska ekvivalentního modulu přetvárnosti“
- celkový počet kontrolních zkoušek min 3ks/vrstvu (zpevněné plochy)
- Kontrola modulu přetvárnosti $E_{\text{def},2}$ na upr. zemní pláni = úroveň z.s. zpevněných ploch (uplatní se vždy)
 - statická zatěžovací zkouška zatěžovací deskou Ø0,3m
 - zemní pláň (zpevněné plochy) $E_{\text{def},2} = 30 \text{ MPa}$ ČSN 72 1006, TP 170
 - celkový počet kontrolních zkoušek min 3ks (zpevněné plochy)
 - Moduly přetvárnosti je nutno ověřit statickou zatěžovací zkouškou podle ČSN 72 1006. Žádná z naměřených hodnot modulu přetvárnosti podloží zpevněných ploch nesmí být nižší o více než 10% od předepsané hodnoty. Poměr $E_{\text{def},2}/E_{\text{def},1} < 2,5$ (zpevněné plochy).
- Dodavatel zpracuje kontrolní zkušební plán stavby, který odsouhlasí investor stavby
- Zkoušky zajistí zhotovitel prostřednictvím akreditované zkušební laboratoře stavebních hmot.

Přípustné odchylky

- Přípustné odchylky jsou uvedeny v čl. 4.6 TKP 4.
- Odchylky výšek
 - Odchylky od výšek zemní pláně a kót odvozených od nivelety povrchu, které jsou požadovány dokumentací stavby, se pro jednotlivá měření povolují $\pm 30 \text{ mm}$. Měření se provádí nivelací v příčných profilech, s rozestupy cca. 10÷20m.
 - Body v příčném profilu musí být umístěny tak, aby je bylo možno využít pro měření tloušťky vrstev. Měření se provádí s přesností na „mm“.
- Nerovnosti povrchu
 - Zemní pláň, popř. povrch nestmelené vrstvy musí mít hladký a homogenní povrch, na povrchu se nesmí vyskytovat prohlubně, ze kterých není zajištěn odtok vody.
 - Nerovnosti povrchu na jednotlivých vrstvách se kontrolují 4m latí, nerovnost nemá být větší než 25mm. Měření se provádí v příčných profilech, s rozestupy cca. 10÷20m
 - Odchylky od příčného sklonu povrchu na jednotlivých vrstvách se kontrolují v příčných profilech dle dokumentace stavby a nesmí se lišit více jak $\pm 0,5\%$ od příčného sklonu pláně stanoveného dokumentací stavby.
- Odchylky modulu přetvárnosti
 - Při menším počtu zkoušek než 10 nesmí být žádná z naměřených hodnot modulu přetvárnosti zemní pláně nižší, než je stanoveno v dokumentaci. Při počtu zkoušek 11 a více nesmí být žádná naměřená hodnota o víc než 10 % nižší než předepsaná. Hodnoty menší než předepsané kritérium se nesmí vyskytovat za sebou a na jednom odsouhlaseném úseku jich nesmí být více než 10 %.

Klimatická omezení pro provádění

- při dešti je možné provádět zásypy z hrubozrnných zemin a sypaniny, u kterých zvýšená vlhkost neovlivní předepsanou míru zhutnění
- zhutňovaná vrstva musí být vysvahována v takovém příčném sklonu, aby nedocházelo k retenci vody na jejím povrchu a srážková voda byla plynule odváděna mimo násyp, popř. musí být zajištěno funkční odvodnění (podélná/příčná drenáž vyústěná do čerpací jímky), aby nedocházelo k retenci vody a srážková voda byla plynule odváděna mimo těleso násypu
- zásypy z jemnozrnných zemin, u kterých je nebezpečí zvýšení vlhkosti při dešťových srážkách nad povolenou mez, nesmí být prováděny – neuplatní se.

Požadavky na doklady zajišťované zhotovitelem

- Kontrolní a zkušební plán stavby
- Stavební technické osvědčení a protokol technických vlastností výrobku pro materiály navržené do násypů a stabilizaci zemin
- Certifikát kvality a nezávadnosti materiálů navržených do násypů a stabilizaci zemin
- Technologický postup ukládání a hutnění konstrukčních vrstev stabilizačních násypů
- Technický list hutněního mechanismu a doklad účinnost hutněního mechanismu, vč. protokolu z provedené zkoušky zhutňovacího pokusu
- Protokoly z provedených průkazných a kontrolních zkoušek – ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin
 - indexové vlastnosti – křivka zrnitosti, objemová hmotnost, vlhkost, saturace, konzistence, konzistenční meze, číslo plasticity

- protokoly zkoušek zhutnitelnosti PS a relativní ulehlosti I_d
- protokol zkoušky zhutňovacího pokusu
- protokoly z kontrolních zkoušek kvality zhutnění – parametr míry zhutnění D, relativní ulehlost I_d
- protokoly z kontrolních zkoušek k ověření modulu přetvárnosti $E_{\text{def},2}$ statickou zatěžovací zkouškou deskou (ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin)

Technologické požadavky na provádění, kvalitu a zkoušení stabilizačních násypů a výztužných prvků

- ČSN EN 14 475 (ČSN 73 1045) – Vyztužené zemní konstrukce
- ČSN EN 13249 (CSN 80 6149) – Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím
- ČSN 72 1006 – Kontrola zhutnění zemin a sypanin
- ČSN 73 6190 – Statická zatěžovací zkouška deskou (SZZ)
- ČSN 73 6192 – Rázová zatěžovací zkouška lehkou dynamickou deskou (LDD)
- ČSN 73 6133 – Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- ČSN 73 6242 – Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací, 03/2010
- MD ČR – TKP 30 Speciální zemní konstrukce, část A. Vyztužené násypy – základní konstrukční požadavky, technologické postupy pokládky a zkoušení, geometrická a klimatická omezení, požadavky na kvalitu výztužných materiálů a materiálů do násypů
- MD ČR – TKP 210 Užití recyklovaných stavebních demoličních materiálů do pozemních komunikací
- Systém jakosti v oboru pozemních komunikací XV, vydání 2016, ČKAIT, s.r.o., Grand, s.r.o.

V Ostravě : 5.7.2018

Ing. P. Šípek



báze (m p.t.)	geologický popis	ČSN 73 1001
sonda	SI-2 – 27.3.2018	
0,1	Hlína, humózní, hnědá, travní drn	
0,7	Návoz – hlína, jíl, cihla, klasty, hnědý	Y
0,8	Návoz – škvára, černý	Y
2,1	Návoz – jíl, klasty, šedozeleň, měkký-tuhý	F6 CLY
2,8	Jíl, žlutohnědý-šedé smouhy, tuhý-pevný	F6 CI
3,4	Jíl, žlutohnědý, pevný	F6 CI
4,0	Jíl, žlutohnědý, tuhý	F6 CI
5,0	Jíl, žlutohnědý, měkký-tuhý	F6 CI
5,3	Jíl písčité, žlutohnědý, tuhý	F4 CS
6,0	Jíl písčité, béžový, tuhý	F4 CS
6,7	Písek jílovitý, žlutohnědobéžový, zvodnělý, měkký	S5 SC
7,3	Písek, jíl do 15%, žlutohnědobéžový, stří.ulehlý	S3 S-F
8,0	Písek jílovitý, štěrky do 20%, žlutohnědý, tuhý-pevný, štěrky oválný, 2-5 cm	S5 SC
	Naražená hladina podzemní vody v 6 m p.t., ustálená hladina v 5,2 m p.t.	
sonda	SI-3 – 27.3.2018	
0,1	Hlína, humózní, hnědá, travní drn	
0,2	Návoz – kámen	Y
0,7	Návoz – jíl, klasty, žlutohnědý-hnědý, tuhý-pevný	F6 CLY
1,6	Návoz – štěrky, písek, škvára, jíl, šedočerný	Y
2,3	Jíl, žlutohnědý, sv.šedý, tuhý-pevný	F6 CI
3,2	Jíl, žlutohnědý, tuhý-pevný	F6 CI
4,6	Jíl, žlutohnědý, tuhý	F6 CI
4,8	Jíl, rezavý, tuhý	F6 CI
5,0	Písek, jíl do 15%, rezavý, stří.ulehlý, stří.zrnitý	S3 S-F
5,4	Písek, jíl do 15%, béžový, stří.ulehlý, stří.zrnitý	S3 S-F
5,7	Jíl, zelenobéžový, tuhý, jemně písčité	F6 CI
6,0	Písek jílovitý, béžový, tuhý, stří.zrnitý	S5 SC
6,6	Písek jílovitý, šedobéžový, tuhý, stří.zrnitý, obsahuje příměs kamenů vel. 10-15 cm	S5 SC
8,2	Písek jílovitý, žlutohnědobéžový, měkký, stří.zrnitý	S5 SC
8,6	Jíl, žlutohnědý, tuhý-pevný	F6 CI
9,0	Jíl, šedý, pevný-tvrdý	F6 CI
	Naražená hladina podzemní vody v 6,6 m p.t., ustálená hladina v 5,5 m p.t.	

Hladina podzemní vody se nachází v úrovni pod 6 m p.t., v rámci IG průzkumu byla zastižena v sondě SI-2 a SI-3. Jedná se o průlinové zvodnění s napjatou hladinou podzemní vody.