

Název zakázky: Sanace násypového zemního tělesa Březová nad Svitavou - Svitavy
224,600 - 225,000

Část projektu: Sanace železničního spodku

Lokalita: Hradec nad Svitavou [647233], Kraj Pardubický

Objednatel: SAGASTA s.r.o., Novodvorská 1010/14, 142 00, Praha 4 - Lhotka

Investor: Správa železnic, státní org., Dlážďená 1003/7, 110 00 Praha 1

Zpracovatel projektu: Projekce iGEO s.r.o.
Nám. 28. října 1899/11, 602 00 Brno – Černá pole
www.igeo.cz

Vypracovali: RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D., Ing. Simona Čechová, Ing. Petr Jetelina,
Bc. Vojtěch Boltnár

Zodpovědný projektant: RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.
(sanace násypu) autorizovaný pro geotechniku (č.opr. 1005146)

Stupeň PD: DÚSP

Revize projektu č.: 01

Poznámka: Tato PD slouží pro provádění stavby

Obsah

1. Úvod	4
2. Geologické poměry staveniště	5
3. Použité materiály.....	6
4. Výpočtový model.....	7
5. Konstrukční řešení	7
6. Kontrolní zkoušky	9
7. Stavební postup.....	9
8. Ostatní	13
9. Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci.....	13

1. Úvod

Předmětem projektové dokumentace je návrh sanace násypu železničního zemního tělesa Březová nad Svitavou - Svitavy v km 224,600 - 225,000. Projektová dokumentace se týká km 224,872 500-225,019 500, tj. délky 147,000 m (mezi propustkem a mostem, kdy obě konstrukce nebudou dotčeny úpravami). Dlouhodobě byly sledovány deformace železničního svršku (rozpad GPK), které si vyžádaly snižování rychlosti až na 30 km/h, časté podbíjení pražců a také vybudování přitěžujících lavice (2015) u koleje č. 2. Dle záměru projektu (L. Minář, 2020, Kolejconsult & servis, spol. s r.o.) je hlavní příčinou rozpadu neúnosné podloží a opakovaným přitěžováním a odlehčováním zemin v tělese násypu, což má způsobovat sání podzemní vody a měknutí násypu. Projektová dokumentace vychází z provedených průzkumných prací a jednání se Správou železnic s.o.

Jedná se o kompletní odstranění násypu, kdy bude na delší čas přerušena veškerá doprava. Zeminy v násypu jsou namrzavé a nebezpečně namrzavé a bylo rozhodnuto o jejich nahrazení a/nebo zlepšení. Aby byla zajištěna dlouhodobá stabilita železničního tělesa, budou zeminy vyztuženy geomřížemi (MSE). Většinu zemin bude nutné odvézt na deponii k trvalému uložení. Část zeminy bude upraveno smísením s vápnem, s cementem a zhuťněno (postup přidání obsahu např. podle TP94), tyto zeminy budou použity v jádru násypu. Násyp bude vyztužen 2-osými geomřížemi obsypánými štěrkem 0/32 (nebo podle doporučení výrobce geomříže). Násyp bude opatřen ochrannou vrstvou, která bude pokryta pouze separační geotextilií a pokryta biodegradační rohoží se 100 mm ornice.

Pozn. Jednotlivé systémy geomříží a geotextilií se liší mezi jednotlivými výrobci. V projektu DÚSP není zadán konkrétní výrobce, ani tvarový typ a materiál. Je nutné použít výrobek, který vyhovuje tvarovým předpokladům této PD, statickým výpočtům, vzorovým řezům SŽ, OTP a požadavkům na bezpečnost.

Použité normy a literatura

- ČSN 72 1006 - Kontrola zhuťnění zemin a sypanin
- ČSN 72 1010 - Stanovení objemové hmotnosti zemin. Laboratorní a polní metody
- ČSN 73 1375 - Radiometrické zkoušení objemové hmotnosti a vlhkosti
- ČSN 73 6133 - Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1997-1-1 - Navrhování geotechnických konstrukcí
- ČSN EN 14227-15 - Směsi stmelené hydraulickými pojivy - Specifikace - Část 15: Zeminy stabilizované hydraulickými pojivy
- ČSN EN ISO 22476-1 Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 1: Statická penetrační zkouška s elektrickým snímáním dat a měřením pórového tlaku
- ČSN EN ISO 22476-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 2: Dynamická penetrační zkouška

- ČSN EN ISO 22476-3 Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 3: Standardní penetrační zkouška
- ČSN EN ISO 22476-12 Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 12: Statická penetrační zkouška (CPTM)
- EN 13250 Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím - Vlastnosti požadované pro použití při stavbě železnic
- SŽDC S3 – železniční svršek
- SŽ S4 – železniční spodek (2021)
- ČD Ž2 – vzorový list železničního spodku (zemní těleso)
- ČD Ž3 – vzorový list železničního spodku (odvodňovací zařízení)
- SŽDC Ž4 – vzorový list železničního spodku (pražcové podloží)
- TKP3 – Zemní práce
- TP96 – Úprava zemin
- TP 97 Geotextilie a další geosyntetické materiály v zemním tělese pozemních komunikací (Technické podmínky)
- TPD č. 001/2021-pro MARCADOR
- Obecné technické podmínky – Geosyntetické výrobky v tělese železničního spodku

- Minář, L. (2016): Nestabilita násypového zemního tělesa v mezistaničním úseku Březová nad Svitavou ÷ Svitavy ... km 224,925 ÷ 225,010. – MS, Kolejconsult & servis s.r.o., Brno.
- Minář, L. a Volf (2020): Záměr projektu - sanace násypového zemního tělesa Březová nad Svitavou – Svitavy 224,600 – 225,000. – MS, Kolejconsult & servis s.r.o., Brno
- Poul, I. (2021): Geotechnický průzkum pro sanaci násypového zemního tělesa Březová nad Svitavou – Svitavy 224,600 – 225,000. – MS, Projekce iGEO, s.r.o., Praha.

2. Geologické poměry staveniště

Geologické poměry pro lokalitu jsou převzaty z geotechnického průzkumu provedeného firmou Projekce iGEO s.r.o. – I. Poul (07/2021). Jedná se o rovinnou krajinu bez blízké vodoteče s mírným sklonem svahu k západu směrem k železničnímu násypu (koleji 2). V případě silných dešťů a vody z okolní louky je pro převedení vody vybudován propustek (ve spádu od koleje č. 2 pod kolej č. 1). Zeminy v podloží i v násypu jsou namrzavé až nebezpečně namrzavé a vodní režim je nepříznivý (pendulární) až velmi nepříznivý. Hloubka promrzání je $h_{pr} = 0,045 \times I_{m0,5}$ ($h_{pr} = 0,98$ m). V roce 1998 došlo při příválovém dešti k lokálnímu spíše povrchovému sesuvu násypu, který byl sanován za použití 2-osé geomříže a zpětného násypu štěrkodrti 32/63(?).

Dřívější názory na vznik problému

Na základě geofyzikálních měření (několikrát opakovaných), autoři z Kolejconsult & servis, spol s r.o. došli k závěru, že vlivem pojezdů vlaků dochází k nasávání vody z podloží do násypu a pórové tlaky snižují stálost tvaru. Některé zeminy se geofyzikům jeví jako více „zvodnělé“. Jedná se zřejmě o jíly třídy F8, které jsou smíchány se zeminami třídy F6 (sušší, více pórovité, větší elektrický odpor). Také se domnívají, že nestabilitu způsobuje i zasypané koryto potoka v položí (zobrazené na GF půdorysu). V podloží však nebyla zjištěna volná hladina podzemní vody ani vrstvy měkké zeminy a pórové tlaky (dynamické měřené pomocí kalibrované CPTu)

jsou záporné, proto jsou tyto hypotézy málo pravděpodobné.

Aktuální výsledky průzkumu

V podloží násypu byly vrtným průzkumem zjištěny jílovité až jílovito-prachovité zeminy tuhé až pevné konzistence v mocnosti asi 3,5 m, které pozvolně přecházejí do poloskalní horniny R6-R4 (jílovec, pískovec). Zeminy jsou tuhé konzistence a dle laboratorního rozboru a klasifikace ČSN 73 6133 se jedná o zeminy F8 CE/CH a F4 CS. Zeminy třídy F8 při kontaktu s vodou bobtnají a vykazují bobtnací tlak až 114 kPa (stanoveno laboratorně v edometru, odběr z hloubky 3,5 m pod současným povrchem). Hladina podzemní vody (volná) nebyla zjištěna, saturace zeminy v podloží však dosahuje 90-100 %). V násypu se jedná o zeminy občasné až měkké, zejména tuhé až pevné konzistence tříd F6 a F8. Saturace zemin v násypu dosahuje 80-90 %. Zeminy třídy F6 jsou podmíněčně použitelné do násypu – je nutné jejich upravení. Zeminy třídy F8 CH jsou obtížně upravitelné a pokud by se mělo jednat o zeminy F8 CV, CE, tyto zeminy jsou spíše nepoužitelné z důvodu objemové nestálosti (obsahují expandabilní jílové minerály). Během výstavby před stoletím a půl nebyly zeminy nijak vyztuženy ani stabilizovány.

Předpokládané důvody vzniku nestability násypu

Dle orientačních statických výpočtů za použití parametrů efektivní smykové pevnosti zjištěné laboratorně je současná stabilita násypového tělesa (stabilita svahu) dostatečná $FS > 1,5$ i v případě proměnné události – zatížení násypu vlakovou soupravou a bez. Na základě provedených průzkumných prací a předběžných výpočtů je evidentní, že problémy násypového tělesa přímo souvisí s objemovou nestálostí a namrzavostí použitých zemin. Podloží za 150 roků již konsolidovalo a došlo k ustálení deformací spojených s přitížením základové spáry od násypu.

Zeminy v násypu nejsou plně saturovány a obsahují přibližně 25-33 % vody, kdy při odpaření části vody (po týdnu v laboratoři při 20°C a $w = 60\%$) může dojít ke snížení objemu zeminy až o 5-10 %. Během smršťování zemin vznikají trhliny. Tyto trhliny snižují smykovou pevnost. Důvodem nestabilního násypu jsou tak zřejmě objemové změny zeminy vlivem promrzání a vysychání zemin spojeným se vznikem trhlin, do kterých zatéká voda, čímž se snižuje vlivem působících pórových tlaků stabilita zejména povrchové vrstvy zemin (v trhlínách současně nepůsobí soudržnost!). Tato povrchová vrstva se ve vlhkých obdobích a po zimě může dostávat až do pomalého sufozního toku – creep. Samotné těleso násypu i podloží jsou stabilní.

3. Použité materiály

Použité materiály musí splňovat požadavky interních vnitřních předpisů. Štěrkodrt: frakce 0/32 pro zásyp geomříže (nebo podle doporučení výrobce), 0/63 (případně hrubší) – může se jednat o drcené kamenivo nebo o drcený beton, pro konsolidační vrstvu lze použít kamenivo 0/90 a případně i 0/125. Požadovaná životnost geosyntetik je 100 roků (podrobněji viz OTP).

- Zlepšená zemina F6/F8 se 4 % nehašeného vápna + 3 % CEM II

- Geomříž : ozn. Typ2 $T_{ult} = 55$ kN (např. Fortrac) a ozn. Typ1 $T_{ult} = 110$ kN (např. Fortrac), velikost otvoru MD 39 (± 4), šířka role 4 m (případně jiná dle OTP), překryv 30-40 cm
- Netkaná separační geotextilie 200 g/m² s tažností min. 45 % (např. FILTEK 200 s odolností k protažení 1,4 kN, pevnost v tahu 12 kN/m, tažnost 70 % ± 20 %, šířka role 2,0 m)
- Netkaná separační geotextilie 400 g/m² s tažností min. 45 % (např. FILTEK 400 s odolností k protažení 3,2 kN, pevnost v tahu 28 kN/m, tažnost 70 % ± 20 %, šířka role 2,0 m)
- perforovaná drenážní trubka DN 150 s vnitřní hladkou stěnou
- štěrkodrtí 0/90, 0/63, 32/63, 0/32
- ZKPP pevnost v prostém tlaku min. 2,5 MPa, odolnost proti mrazu min. 3,5 MP při 10 rozmrazovacích cyklech o teplotě -15°C

4. Výpočtový model

Statickým výpočtem byl proveden návrh a posudek řešení v geologii stanovené geologickým průzkumem a bylo aplikováno zatížení kolejovou dopravou. Výpočty probíhaly v programu GEO5 (Stabilita svahu, MSE, Sedání). Vzhledem k tomu, že se jedná o dopravní stavbu, tak normou ČSN 73 6133 je požadován stupeň stability svahu $FS \geq 1,3$. Pro výpočtový model byla využita základová půda s parametry zjištěnými geotechnickým průzkumem, vlastnosti zemin typicky využitých pro výpočty s vyztuženými zeminami. Pro geomříže (2-osé) byly zvoleny dva typy: typ 2 s $T_{ult} = 55$ kN/m (dlouhodobá pevnost 22 kN/m) a typ 1 s $T_{ult} = 110$ kN (dlouhodobá pevnost 47 kN/m). Bylo počítáno se životností na 120 let s pH prostředí 4-12. Vzhledem u uvažovanému velikosti oka MD 39 mm bylo využito konstrukčního štěrkodrti 0/32 pro krytí geomříže. Kotevní délka, aby nedošlo k vytržení ze zeminy, je pro geomříž je 3,0 m.

5. Konstrukční řešení

Navržené řešení vychází z požadavku stavebníka na nejbezpečnější řešení, které bylo vybráno stavebníkem. Skladba nového násypu je z 5 základních částí, které dohromady skládají celý nový násyp. Jedná se o 1) konsolidační vrstvu, která bude vyrovnávat rozdíly v mechanických vlastnostech základové půdy a násypu. Na konsolidační vrstvu navazují 2) srovnávací a drenážní vrstva, 3a) jádro násypu je složeno ze zlepšené zeminy třídy F6/F8, 3b) vyztužené části s průběžnými geomřížemi (100 mm štěrkodrti z každé strany geomříže) svazující násyp, 4) ochrannou vrstvou násypu + vegetační ochranu a 5) odvodňovací žlab. Není doporučeno vysazování stromů na povrch násypu, jejichž kořeny by narušovaly skladbu vyztužené zeminy.

- 1) Konsolidační vrstva bude zbudována na srovnané a zhutněné základové spáře železničního násypu původní zeminy v hloubce asi 600 mm pod původním terénem ve sklonu 5 % (ve směru od koleje č. 2 ke koleji č. 1). Na srovnanou zeminu bude umístěna separační geotextilie 400 g/m² s tažností min 45 %, aby nedocházelo k zatlačování kameniva do podložího jílu. Bude následovat násyp ze štěrkodrti 0/90. V nejnižším místě (pod kolejí č. 1, vlevo) bude vybudován trativod hloubky 300 mm a šířky 400 mm obložený geotextilií a vysypaný hrubým kamenivem 32/63. Součástí trativodu bude i perforovaná drenážní trubka DN 150 s vnitřní hladkou stěnou. Trativod bude ústít v místě vývaru propustku.

- 2) Srovnávací a drenážní vrstva je složena ze štěrkodrti 0/32 a ze zeminy zlepšené pojivem (CaO + CEM II) a vyztužené tkanou geomříží typ 1. Překryvná délka v příčném směru bude činit 30-50 cm. Pokládka probíhá na srovnaný povrch s rovinatostí ± 30 mm. Tyto 2 vrstvy slouží k vyrovnání rozdílu mezi niveletou kolejí s násypem z vyztužené zeminy a konsolidační vrstvou. Výška je proměnná.
- 3) Násyp ze zlepšené zeminy je složen ze 2 vrstev průběžné tkané geomříže typ 1, 1 vrstvy průběžné tkané geomříže typ 2 a 2 vrstvy neprůběžné tkané geomříže typ 2. Překryvná délka v příčném směru bude činit 30-50 cm. Pokládka probíhá na srovnaný povrch s rovinatostí ± 30 mm. U geomříží je vyžadován oboustranný sklon 5 % od osy násypu. Jádro je tvořeno chemicky zlepšenou jemnozrnnou zeminou (zlepšeno nehašeným vápnem 4 % a cementem CEM II 3 %) a štěrkem 0/32. Vrstvy geomříže a zlepšené zeminy jsou průběžné. Poblíž mostního objektu dochází ke změně sklonu svahu z 1:1,50 na sklon 1:1,25 z důvodu užšího pozemku SŽ a navázání na mostní objekt.
- 4) Ochranná vrstva po sklon 1:1,5 až 1:1,25 (vč. vegetační ochrany) je projektována mocná (přímá mocnost) jako 750 mm. Ochranná vrstva je rozdělena na vrstvu hrubé štěrkodrti a pokryv se separační geotextilií 200 g/m² s ornicí vyztuženou biodegradační rohoží a hydroosevem (vegetační ochrana). Hrubý štěrk je projektován jako frakce 0/63 případně i hrubší (možné využít ŠD materiál z přítěžovací lavice), která obsahuje max. 9 % jemnozrnné složky. Je třeba zaručit nenamrzavost. Svrchní vrstva – vegetační ochrana ornice a za pomoci hydroosevu je zde obnoven rostlinný pokryv. Ornice bude použita z mezideponie, kam bude svezena stávající.
- 5) Odvodňovací žlab bude vybudován podél koleje č.2 a bude svádět dešťovou vodu do propustku v km 224,878. Bude se jednat o betonové příkopové tvárnice uložené do betonového lože C 12/15. Projektovaný sklon směrem od mostu činí 6‰, který se v km 224,955 láme pouze na sklon 2‰. Větší sklon není možné zajistit, pokud by se nezměnilo umístění stávajícího propustku. Spáry mezi bloky budou vyplněny maltou.

Jádro násypu ze zlepšené zeminy

Aby byly ušetřeny náklady na odvoz a návoz vhodného materiálu, je uvažováno se zlepšením zemin za využití pojiv. V aktuálním násypu byly zjištěny zeminy třídy F6 až F8, které jsou podmíněčně vhodné až nevhodné. Tyto zeminy je před použitím nutné upravit zlepšovacím pojivem. Zjištěné zeminy vykazují výrazně vyšší vlhkost, než byla zjištěna laboratorní zkouškou Proctor standard (PS). Pro zeminy třídy F6 je to $w_{opt} = 16,5$ až $19,8$ % pro F8 $w_{opt} = 26,8$ %. Zeminy jsou v násypu umístěny nehomogenně a není uvažováno nad tím, že by bylo možné důsledně separovat nevhodné zeminy třídy F8. Zlepšení zeminy by měla proběhnout důkladným promísením prachovitých (i jílovitých zemin) s pojivem. Aby bylo možné dosáhnout optimální vlhkosti, je nezbytné využití pojiva - alespoň 4 % nehašeného vápna. Pro zvýšení smykové pevnosti a snížení stlačitelnosti (požadavek $E_2 > 50$ MPa, S4, příloha 6, tab. 1) je doporučeno využití ještě 3 % cementu CEM II. Zlepšená zemina musí být hutněna na PS 98 % a musí vykazovat $E_2 > 50$ MPa, E_2/E_1 max. 2,2 (příloha 4 k SŽ S4). Vhodnost receptury bude ověřena na stavbě provedením hutněního pokusu. Dostatečnost zhutnění bude sledována (doporučeno) pomocí statické zatěžovací desky (ČSN 72 1006).

Ochranná vrstva

Bude vybudována z hrubozrnné sypaniny se sníženým obsahem jemnozrnné frakce (méně než 10 %). Kamenivo nebude hutněno, ale bude srovnáno lžící bagru, aby byla zaručena objemová stálost. Je vyžadován $E_2 > 40$ MPa. Na tuto vrstvu bude umístěna separační geotextilie 200 g/m² a 150 mm ornice s biodegradační rohoží. Hydroosevem bude na povrch umístěn vegetační travní kryt. Není doporučena sadba stromů. Kořeny by narušovaly stabilitu geomříží.

6. Kontrolní zkoušky

Zkoušky **podloží násypu** stanovuje TKP3 odst. 3.5.5, vzhledem k charakteru podloží a vyloučení pochybností je projektem požadováno stanovení E_2 alespoň 8x na celou stavbu

Zkoušky pro **těleso násypu** stanovuje TKP3 odst. 3.5.6 (v případě kamenité sypaniny podle 3.5.6.2) nebo ČSN 72 1006 – *pro jemnozrnnou zeminu* stanovení míry zhutnění 1x na 4 000 m², nebo 1x na 1 000 m³, *pro hrubozrnnou zeminu* stanovení míry zhutnění 1x na 5 000 m², nebo 1x na 1 500 m³

Terénní zkoušky zemin a kamenitých sypanin se provádí podle těchto norem a předpisů: SŽDC S4, ČSN EN 22476-1, ČSN EN ISO 22476-2, ČSN EN 22476-12, ČSN 73 1375, ČSN 72 1006.

7. Stavební postup

Jedná se o orientační metodiku, jak postupovat při snesení a výstavbě nového násypu. **Podrobnější popis bude proveden v technologickém postupu přímo realizační firmy a bude schválen TDS/TDI.**

Snesení původního násypu

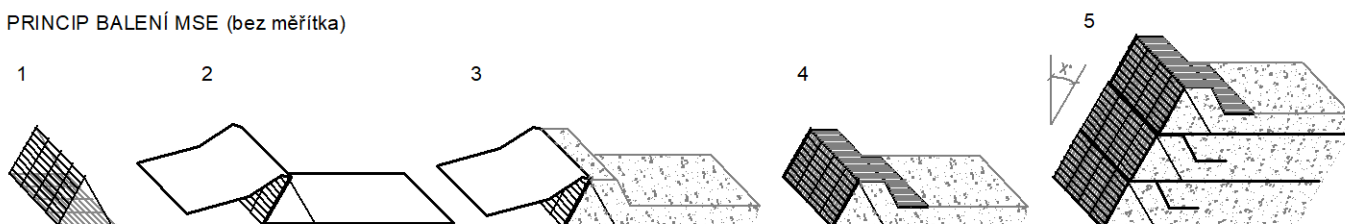
- Nejprve budou sneseny kolejnice a pražce + trakční vedení a sloupy.
- Bude následovat snesení kolejového lože a vrstvy štěrkodrti smísené s okolní zeminou (mocnost asi 1m)
- Bude odtěžena přítěžovací lavice. ŽB pražce (630 ks) mohou být podrceny a betonový recyklát využít do ochranné vrstvy (případně uloženy na skládku) a štěrk 0/125 může být podrcen a využít do ochranné vrstvy násypu nebo do konsolidační vrstvy (vel. 0/63 až 0/90)
- Budou odtěženy gabiony, štěrk bude uložen na mezideponii a bude využit pro ochrannou vrstvu nového násypu, pletivo bude odvezeno do kovošrotu
- Ornice bude sejmuta na dočasnou deponii a bude posléze opětovně využita pro vegetační ochranu násypu
- Odtěžování násypu bude probíhat v několika úsecích dle schváleného harmonogramu a demoličního plánu

Výstavba nového násypu

Pozn. Z TKP3: Napojování geosyntetik – bočních pásů je s překryvem min. 300 mm, kotevní délka geomříží byla projektantem stanovena na 3 m, řezání je možné např. nůžkami, pilkou (nikoli plamenem), v případě poškození geomříže se na díru umístí záplata o velikosti min. 300 mm na každou stranu a musí být zaručena nemožnost posunutí (např. sešitím)

- Základová spára pod budoucím násypem bude srovnána a zhutněna válcováním bez vibrace. Požadavek je na $E_2 > 2 \text{ MPa}$. Pokud by se jednalo o rozměklou nebo jinak znehodnocenou zeminu, bude do zeminy za pomoci válcování vtlačena kamenitá sypanina 63/125 (nebo podobná).
- Pokládka netkané separační geotextilie na srovnaný povrch 400 g/m²
- Umístění 150 mm štěrkodrti 0/90 mm a srovnání válcem za použití vibrace (po umístění celé vrstvy je nutné použití válce, aby došlo k dostatečnému zhutnění na $ID = 0,8$ (tab. 2, příloha 4 k SŽ S4) – bude opakováno až do dosažení předepsané mocnosti
- Kontrola míry zhutnění statickou zatěžovací deskou (ČSN 72 1006), požadavek $E_2 > 50 \text{ MPa}$, $E_2/E_1 \text{ max. } 2,2$ (příloha 4 k SŽ S4). Maximální mocnost sypané vrstvy je taková, že max. velikost kameniva činí 2/3 mocnosti vrstvy.

PRINCIP BALENÍ MSE (bez měřítka)



Vyrovňovací a drenážní vrstva

- Umístění 150 - 200 mm štěrkodrti 0/32, srovnání vibrační deskou
- Pokládka 2 osé geomříže typ 1 (rolování kolmo na osu násypu) s přesahem 4,1 m přes půdorys dané vrstvy geomříže (využití šablony ve sklonu 31° není nutné, je však nutné dodržet tvarovou stálost dle PD)
- Umístění 150 - 600 mm štěrkodrti 0/32, srovnání vibrační deskou po vrstvách 100 mm
- Ukládání zlepšené jemnozrné zeminy po 150 mm vrstvách a hutnění válcem bez vibrace na 98 % PS
- Ohnutí geomříže zpět směrem k ose násypu, dodržení sklonu 31°, zasypání okraje štěrkem 0/32 srovnání vibrační deskou
- Umístění 150 mm štěrkodrti 0/32 (nebo podle požadavku výrobce), srovnání válcem s vibrací
- Kontrola míry zhutnění statickou zatěžovací deskou (ČSN 72 1006, případně jinou met. Podle přílohy 5 k SŽ S4), požadavek $E_2 > 50 \text{ MPa}$, $E_2/E_1 \text{ max. } 2,2$ (příloha 4 k SŽ S4).
- Patní drén je veden ve sklonu nivelety TK koleje č. 1 (5,998 ‰), vyústění do zpevněné části vyústění propustku v km 224,878; zakončení trubky je nutné opatřit nerezovou mřížovinou proti hlodavcům

Násyp zlepšené a vyztužené zeminy (průběžné vrstvy)

- Cyklická pokládka štěrku, geomříže a štěrkodrti v místě vyztuženého násypu a kontrola míry zhutnění po každém cyklu (požadavek požadavek $E_2 > 50 \text{ MPa}$)
- Cyklická pokládka štěrku, separační geotextilie, pojivem zlepšené zeminy a štěrkodrti a kontrola zhutnění po každém cyklu (požadavek požadavek $E_2 > 50 \text{ MPa}$)

Umístění otvoru pro patku stožárového vedení

- Pro betonáž patky bude předem připravena výpažnice (forma) z překližky (nebo OSB), která bude umístěna na požadovanou polohu (geodeticky vytýčena)
- Místo prostupu výpažnice bude vyříznuto do geomříže

- Ve směru rolování od osy násypu geomříže směrem k výpažnici (formě) bude geomříž zahnuta tak, aby lícovala s bedněním
- Betonáž patky proběhne podobně jako v případě realizace vratných pilot betonovaných pod ochranou výpažnice, částečný rozliv betonu do okolní zlepšené zeminy je ku prospěchu

Navázání na propustek v km 224,878

- Geomříže kolem propustku budou ukončeny ohybem, geomříže se nebudou přímo dotýkat propustku (propustek nebude dotčen), volné prostory mezi geomříží a propustkem budou vysypány štěrkodrtí 0/32
- Nad trubkou bude schodovité uspořádání MSE se sklonem 1:1
- Patní drén je veden ve sklonu nivelety TK koleje č. 1 (5,998 ‰), vyústění do zpevněné části vyústění propustku v km 224,878; zakončení trubky je nutné opatřit nerezovou mřížovinou proti hlodavcům

Navázání na most v km 225,036

- V místě kontaktu se stávajícím mostem (most nebude dotčen) bude pod přechodovou oblastí proveden schodovitý klín vyztužené zeminy pod sklonem 1:1, zeminy budou baleny do geomříží, přechodová oblast bude vybudována zpětným zahuťněním sypaniny 0/63 hutněna na $E_2 > 80 \text{ MPa}$
- V místě kontaktu se stávajícím násypem proběhne zazubení stávajícího násypu se sklonem tečny 1:1, zhutnění stávající zeminy vibrační deskou a bude provedena pokládka vyztužené zeminy tak, že jednotlivé polštáře budou kladeny na zazubení dle dříve popsání postupu, mezi vyztuženou zeminu a původní zeminu bude položena separační geotextilie 200 g/m².

ZKPP

Návrh pražcového podloží z hlediska únosnosti vychází z následujících vstupních parametrů dle předpisu SŽ S4, příloha 6, tab. 1.

Maximální navrhovaná rychlost v koleji	TTZ	Minimální požadované hodnoty modulu přetvárnosti	
		E _o [MPa] na zemní pláni	E _{pl} [MPa] na pláni tělesa žel. spodku
121 - 160 km/h	A-D	40	60

Únosnost sanovaného násypu na jeho zemní pláni je stanovena na 50 MPa, podmínka je splněna.

Konstrukce přechodové oblasti a ZKPP se navrhuje ve smyslu přílohy 6 předpisu SŽ S4 na minimální hodnoty modulu přetvárnosti v úrovni pláň tělesa železničního spodku. Minimální hodnota modulu přetvárnosti v přechodové oblasti je $E_{min,pl} = 80 \text{ MPa}$ při $E_{pl} = 60 \text{ MPa}$ navazující tratě. Minimální tloušťka ZKPP je 500 mm.

Navržená konstrukce ZKPP:

- Kolejové lože tl. 350 mm
- Konstrukční vrstva ze štěrkodrti fr. 0/63, tl. 250 mm
- Zlepšení cementem (v centru), tl. 550 mm

- Zhutněná zemní pláň

Násep bude sanován na příslušnou únosnost. Pro posouzení bylo počítáno s hodnotou $E_{or} = 50 \text{ MPa}$.

zkratka	popis	h [m]	E [Mpa]	vliv vyztužení	výpočet	Ee [Mpa]
	zemní pláň				$E_{or} \text{ [Mpa]} =$	50.00
16 SC	Zlepšení zeminy cementem	0.55	180	-	$k1 = 50.00/180.00 = 0.28$ $k2 = 0.55/0.30 = 1.83$ $k3 = 0.83$ $Ee = 0.83 \cdot 180.00 =$	149.40
8 ŠD	šterkodrt'	0.25	70	-	$k1 = 149.40/70.00 = 2.13$ $k2 = 0.25/0.30 = 0.83$ $k3 = 1.28$ $Ee = 1.28 \cdot 70.00 =$	89.60
1 -		0.00				
	kolejové lože					
					celkový ekvivalentní modul přetvárnosti $E_e \text{ [Mpa]} =$	89.60

Posouzení dosažení požadovaných hodnot modulů přetvárnosti

na povrchu zlepšené vrstvy $E_{zlepš} = 149.4 \text{ MPa} > 60.0 \text{ MPa} = E_{p, \text{stabil}}$ (stabilizace dovezená z centra)

vyhovuje

na pláni tělesa železničního spodku $E_e = 89.6 \text{ MPa} > 80.0 \text{ MPa} = E_{pl}$

vyhovuje

Návrh konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku z hlediska únosnosti vyhovuje.

Posouzení ochrany zemního tělesa před nepříznivými účinky mrazu

- stanovení hodnoty hloubky promrzání pražcového podloží h_{pr}

dle mapy charakteristických hodnot indexu mrazu je pro oblast Citice $I_{mn} = 500 \text{ °C} \cdot \text{den}$

$$h_{pr} = 0.045 \cdot I_{mn}^{0.5} = 0.045 \cdot 500^{0.5} = 1.01 \text{ m}$$

- pro posouzení ochrany zemního tělesa před nepříznivými účinky mrazu se požaduje, aby dovolená hloubka

promrznutí zlepšené vrstvy obsáhla nejvýše třetinu tloušťky zlepšené vrstvy

$$h_z = h_{pr} - (h_{šp} + h_k) = 1.01 - 0.84 = 0.17 \text{ m} < 0.18 \text{ m} = 1/3 h_{\text{stabil}}$$

vyhovuje

Návrh konstrukčních vrstev tělesa žel. spodku z hlediska ochrany zemní pláně před účinky mrazu vyhovuje.

Délka ZKPP je uvažována 12 m od kraje stávajícího mostu. ZKPP musí splňovat požadavky přílohy 13 předpisu SŽ S4 (pevnost v prostém tlaku min. 2,5 MPa, odolnost proti mrazu min. 3,5 MP při 10 rozmrazovacích cyklech o teplotě -15 °C , $E_{def} \geq 220 \text{ MPa}$, $ID=0,9$, součinitel tepelné vodivosti 1,75).

Ochranná vrstva

- Postupné sypání kameniva 0/63 (případně podrceného 0/125 z přítěžovací lavice a gabionu) v mocnosti min. 600 mm a srovnávání za pomoci lžice kráčejího bagru. Sypaný materiál bude ukládán opatrně na separační geotextilii 200 g/m²
- Umístění biodegradační rohože a ornice 150 mm
- Hydroosev vegetační ochrany

8. Ostatní podmínky pro výstavbu

Dle VTP/R/09/18: bude zajištěno geodetické vytýčení staveniště, bude zhotovitelem vydána zpráva o nakládání s odpady, zhotovitelem bude zpracován a vydán projekt skutečného provedení. Všechny použité materiály musí splňovat požadavek TKP3 odst. 3.10. Klimatická omezení (odst. 3.7) platí pro hrubozrnné i jemnozrnné sypaniny. Problematické se jeví zejména budování z jemnozrnných sypanin v zimním období a za deště. Parapláně z jemnozrnných sypanin musejí být chráněny před deštěm. Pokud by došlo k jejich změknutí, je nutné odtěžení změknuté vrstvy. Přípustné odchylky musí splňovat požadavek TKP3 odst. 3.6.

9. Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci

Při provádění stavby se musí dodržovat osvědčené technologické postupy a dodržovat platné bezpečnostní předpisy o BOZP. Zejména zákon č. 174/1968 Sb., Zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, ve znění zákona ČNR č. 159/1992 Sb., zákona č. 47/1994 Sb., zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 124/2000 Sb., č. 309/2006 Sb. - Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) č. 591/2006 Sb. - Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Zadavatel stavby zajistí, aby před zahájením prací byl zpracován plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi podle § 15 zák. č. 309/2006 Sb. Zejména je nutno vybavit pracovníky ochrannými pomůckami. Pro provádění prací nad 1,5 m je nutno zhotovit lešení. Všichni pracovníci musí být proškoleni jak zacházet se svěřeným nářadím. Všichni pracovníci musí být poučeni o bezpečnosti práce a musí být vybaveni patřičnými ochrannými pomůckami. Veškeré volné okraje všech konstrukcí stropů a mostovky budou opatřeny ochranným zábradlím. Materiály, které budou použity zhotovitelem stavby, musí mít doloženy doklady o tom, že k těmto výrobkům bylo vydáno prohlášení o shodě výrobcem nebo dovozcem ve smyslu nařízení vlády 163/2002 Sb. Vzniklé odpady budou využity, likvidovány resp. zneškodněny v souladu se zák. č. 275/2002 Sb. a příslušnými prováděcími vyhláškami – zvláště vyhl. MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se vydává katalog odpadů.

V Brně 18.11. 2021

Vypracoval: RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.

autorizovaný inženýr pro geotechniku, č.a. 1005146

002 - PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PO ZAPRACOVÁNÍ PŘIPOMÍNEK

Zpracované připomínky:

- Upraveny frakce zrnitých materiálů dle skutečně vyráběných
- Použití správné terminologie železničních staveb – zlepšená zemina, náhrada původního termínu – stabilizovaná zemina
- Použití správné terminologie železničních staveb – zemní pláň přejmenována na základovou spáru náspu
- Specifikován typ geomříže - tkaná