

## Nové konstrukce a technologie používané u Českých drah při rekonstrukcích železničního spodku

Klíčová slova: *zlepšené zeminy, vyztužené zeminy, technologie bez snášení kolejového roštu*

### Úvod

V současné době provádí České dráhy rozsáhlou modernizaci železniční sítě. Koridorové stavby se modernizují pro rychlosti do 160 km/h. Rekonstrukce železniční sítě vyžaduje nejen modernizaci železničního svršku, ale především železničního spodku, neboť stávající tratě byly vybudovány před více než 100 lety pro podstatně nižší provozní zatížení a rychlosti. Je zřejmé, že bez použití moderních metod a technologií nelze tento úkol plně zajistit. Při modernizaci jsou proto používány nejen nové technologie, jako na př. zřizování konstrukčních vrstev bez snášení kolejového roštu, ale i jak nové materiály, především pak geosyntetika, tak i nové konstrukce mezi něž patří zlepšené a vyztužené zeminy, hřebíkování ap. V tomto příspěvku se bude pojednávat o zlepšených a vyztužených zeminách a technologii zřizování konstrukčních vrstev bez snášení kolejového roštu..

### Předpisová ustanovení

Pro používání uvedených konstrukcí a technologií na stavbách Českých drah platí:

- Předpis ČD S4 Železniční spodek
- Vzorové listy železničního spodku
- Obecné technické podmínky geomřížky a geomembrány v tělese železničního spodku
- Obecné technické podmínky použití textilií v konstrukci pražcového podloží
- Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah
- Metodický pokyn statických výpočtů pro navrhování a provádění konstrukcí zemních těles z armovaných zemin v podmínkách Českých drah
- Zásady pro zřizování konstrukčních vrstev pražcového podloží technologiemi bez snášení kolejového roštu

Předpis ČD S4 stanoví zásady používání výztužných materiálů v tělese železničního spodku a požadavky na jejich kvalitu. Pro zlepšování a stabilizace zemin stanoví základní požadavky, druhy stabilizací, vhodné zeminy pro jejich zpracování, jakož i jejich vhodnost, způsob provádění a zásady zkoušení.

Ve vzorových listech je uvedeno prostorové a rozměrové uložení výztužných prvků a stabilizovaných vrstev v konstrukci tělesa železničního spodku.

Obecné technické podmínky stanoví požadované vlastnosti výztužných prvků podle způsobu jejich použití v tělese železničního spodku, při čemž jsou rozhodující hodnoty pevnosti v tahu a tažnost. Dále stanoví zásady prokazování a kontroly kvality výztužných prvků, jakož i doklady, které musí výrobce předložit pro vydání „Osvědčení ČD o vhodnosti těchto materiálů pro použití na stavbách Českých drah“. Bez tohoto „Osvědčení“ nelze materiály na stavbách ČD používat.

Technické kvalitativní podmínky staveb ČD stanoví zásady provádění, druhy a četnosti zkoušek.

Kromě uvedených dokumentů lze pro zlepšené a vyztužené zeminy přiměřeně použít i ustanovení ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. Rovněž lze použít TKP Pozemních komunikací.

Zásady pro zřizování konstrukčních vrstev seznamují s jednotlivými stroji a strojními linkami, které lze používat na stavbách ČD, jejich technickými a technologickými parametry a pracovními postupy.

## **Nové konstrukce a technologie**

### **1. Zlepšené zeminy**

Zlepšené zeminy jsou používány jednak v konstrukčních vrstvách, jednak ve vlastním zemním tělese.

Provedením statických zatěžovacích zkoušek na zemní pláni se zjistilo, že převážná část modernizovaných tratí nedosahuje požadované únosnosti. Náhrada neúnosných zemin zeminami dostatečně únosnými se ukázala jak finančně tak i technicky nereálná a bylo proto třeba hledat jinou cestu. Jako nejvhodnější se ukázalo zlepšení stávajících zemin použitím vápna, případně cementu.

Vrstva zlepšené zeminy se provádí se sklonem povrchu min. 4% a překrývá se další konstrukční vrstvou. Množství pojiva se stanoví na základě fyzikálně-mechanických vlastností zlepšovaných zemin a výsledku zhutňovacího pokusu. V případě použití vápna se přidávané množství pohybuje v rozmezí 1-3%. Vrstva zlepšené zeminy se provádí v tloušťkách 0,35 - 0,50m.

Hodnota výsledné únosnosti závisí na technologii, strojním vybavení a kvalitě prováděných prací. V počátcích používání této technologie docházelo, právě v důsledku méně vhodného strojního vybavení k nerovnoměrnému a nedostatečnému promísení, což mělo za následek nižší dosahované únosnosti na vrstvě zlepšené zeminy. V některých případech došlo i k tomu, že zlepšená zemina nedosahovala požadované únosnosti a muselo se přikročit k doplňujícímu přidávání pojiva. Rovněž nedostatečná zkušenost zhotovitelů s prováděním těchto prací vedla v některých případech ke špatným výsledkům. Celkově však lze konstatovat, že při dodržení technologie, přidání správného množství pojiva a dokonalém zhutnění bylo dosaženo velmi dobrých výsledků. Na příklad na stavbě Lovosice-Ústí n.L. byla únosnost 7,2 MPa původní zeminy zlepšena na 66,2 MPa. V úseku Kolín - Velim se únosnost zemní pláně pohybovala od 12,2 do 44,6 MPa a po zlepšení vápnem vzrostla únosnost na 52,9 - 73,8 MPa.

Při modernizaci úseku Kolín-Velim byl zřízen zkušební úsek pro posouzení účinnosti zlepšené zeminy. S ohledem na skutečnost, že v průběhu prací se zjistila podstatně nižší únosnost než zjištěná průzkumem pro návrh konstrukce pražcového podloží, bylo nutno konstrukční uspořádání změnit. Vzhledem k tomu, že z technologických důvodů již nebylo možné odstranění další vrstvy zeminy, bylo rozhodnuto, že vrstva zlepšené zeminy nebude již překrývána další konstrukční vrstvou a kolejové lože bude uloženo přímo na vrstvu zlepšené zeminy a tato konstrukce bude sledována jako zkušební úsek. Ve vytypovaných místech byly prováděny zatěžovací zkoušky před úpravou, 1 den po úpravě, 7 dní po úpravě a následně 1 rok po provedené úpravě. Z výsledků zkoušek vyplynulo, že došlo k postupnému nárůstu z 25,7 MPa na 53,6 MPa 1 den po zlepšení, na 70,3 MPa po jednom týdnu od provedení a na 100 MPa po 26 měsících. Z výsledků vyplynulo, že neprovedení ochranné vrstvy nemá vliv na únosnost konstrukce ze zlepšené zeminy. Nebylo však možné ověřit vliv nepříznivých

účinků mrazu na konstrukci (v době sledování zkušebního úseku byly mírné zimy) a proto se v dalším průběhu bude vliv účinku mrazu na konstrukci dále sledovat.

Použití zlepšených zemin v zemním tělese bylo realizováno na stavbě přeložky trati Březno u Chomutova-Chomutov. Pro stavbu násypů předpokládala projektová dokumentace použití materiálu ze zemníků. Zhotovitel stavby předložil návrh na použití zemin získaných při těžbě zářezů přeložky. Vzhledem k tomu že se jednalo o zeminy málo vhodné navrhl jejich zlepšení vápnem. Z doplňkového průzkumu vyplynulo, že v zářezu jsou do hl. 1,75m písčité jíly tř. F4-F8, následují zcela zvětralé jílovce tř. F6 do hl. 4,00 m, následuje vrstva jemně zrnitého písku S4 do hl.5,80m pod kterým je vrstva jílovitého písku S5/SC do hl. 6,70m a spodní část tvoří jíly F6/Cl-R6. Byly odebrány vzorky pro zjištění fyzikálně-mechanických vlastností. U vzorků silně zvětralých jílovců z hl. 3,00m byly zjištěny na př. následující vlastnosti :  $w_l=82\%$ ,  $w_p=37\%$ ,  $I_p=45\%$ ,  $w_o=42\%$ ,  $I_c=1,22$  , stupeň nasycení 0,92 ap.

Se změnou projektu byl dán souhlas za podmínky, že zhotovitel zpracuje pro zlepšení zemin technologický předpis a kontrolní a zkušební plán, který bude vycházet z výsledků zhuňovacího pokusu. V místě těžby byla vytypovaná 3 pole ve kterých bylo nadávkováno nehašené práškové vápno v hmotnostním rozmezí 0,5% - 1,5%. Pro vyhodnocení byly sledovány parametry obsahu hrudek, rovnoměrnosti promísení, vlhkosti, dosažené míry zhuňnutí a kontroly únosnosti položené vrstvy. Z hutnicího pokusu vyplynulo, že optimální technologie je zřizování vrstvy tl. 0,30m s množstvím vápna 1% při hutnění min 8 pojezdy střídavě hladkého válce VV1400 a ježového válce VV1400. Množství vápna bylo upravováno s přihlédnutím ke klimatickým podmínkám a těžnému materiálu.

Technologický postup prací se skládá z následujících kroků:

- těžba materiálu bagrem,
- převoz materiálu do násypu,
- rozhrnutí materiálu ve vrstvě tloušťky 0,50 m,
- dávkování vápna,
- úprava vlhkosti,
- promísení materiálu frézou,
- hutnění vrstvy.

Jednotlivé vrstvy tloušťky 0,30 m byly prováděny ve sklonu 2% ke svahu násypového tělesa.

Touto technologií byl budován násep výšky 6,00m se sklony svahu 1:3 - 1:3,5. Denní výkon se pohyboval od 1000 m<sup>3</sup> do 3000 m<sup>3</sup> při celkovém objemu zemin zlepšených vápnem 214.168 m<sup>3</sup>.

Pro zajištění kvality provádění prací byly zkušebním a kontrolním plánem stanoveny tyto základní zkoušky:

- vlhkost sypaniny	1 x na	1000 m <sup>3</sup>
- zrnitost	1 x na	1000 m <sup>3</sup>
- zhuňnitelnost	1x na	1000 m <sup>3</sup>
- dávkování pojiva a stejnoměrnost promísení	1x na	1000 m <sup>3</sup>
- poměr únosnosti CBR	1x na	10000 m <sup>3</sup>

Provedené zatěžovací zkoušky vykazovaly hodnoty 52,33 MPa - 82,64 MPa a prokázaly vhodnost použité technologie.

Provedení násypu pomocí zlepšených zemin přineslo celkové zkrácení doby výstavby z důvodu technologické úspory převozu materiálu, úspory v dovozu materiálu ze zemníku a odvozu vytěženého materiálu na skládky, včetně poplatků za jeho uložení.

## 2. Vyztužené zeminy

### 2.1 Konstrukční vrstvy

Vyztužené geotextilie a geomřížky se používají v konstrukčních vrstvách tělesa železničního spodku pro zvýšení únosnosti konstrukce. Z výsledků získaných ze zkušebních úseků, kde se porovnávala únosnost konstrukce bez použití výztužných prvků a s použitím různých typů výztužných prvků (výztužná geotextilie Polyfelt, geomřížovina Tensar, Nicogrid) vyplynulo, že použití výztužných prvků zajistí zvýšení únosnosti při nízké únosnosti zemní pláně (menší než 20 MPa). Zvýšení je výraznější při nižší únosnosti zemní pláně, pro zřízení konstrukční vrstvy je vhodnější použití drceného kameniva a pro dosažení požadované únosnosti na pláni tělesa železničního spodku lze snížit tloušťku konstrukční vrstvy. Na základě těchto výsledků a s přihlédnutím ke zkušenostem zahraničních železničních správ, byl přijat závěr, že při použití výztužných prvků lze zmenšit tloušťku konstrukční vrstvy o 25 - 30% při zajištění vyhovující únosnosti. Výztužné prvky se ukládají na zemní pláň upravenou ve sklonu min 4% a řádně zhutněnou na šířku min 2,00 m od osy koleje.

Výztužné prvky použité v konstrukčních vrstvách při tom musí splňovat jak v příčném tak i podélném směru požadavek min. pevnosti 30 kN/m, tažnost max. 20% a pevnost v tahu při 3% tažnosti min 10 kN/m.

Kromě zvýšení únosnosti konstrukce pražcového podloží lze využít vlastností geomřížek i při výměně málo únosné zeminy zemní pláně k oddělení vhodné hrubozrnné zeminy od jemnozrnné zeminy zemní pláně a snížení deformací zemní pláně.

Použití výztužných prvků v konstrukci pražcového podloží se plně osvědčilo jak při technologiích se snášením kolejového roštu, tak i při technologiích bez snášení kolejového roštu.

### 2.2 Zemní těleso

V zemním tělese se výztužné materiály používají především při rozšiřování zemního tělesa, při úpravách podloží náspů a při zvětšení sklonu zemních svahů. Pro tato použití musí výztužné prvky splňovat požadavek pevnosti v podélném směru min 15 kN/m, příčném 5 kN/m, tažnost v podélném i příčném směru max. 20%.

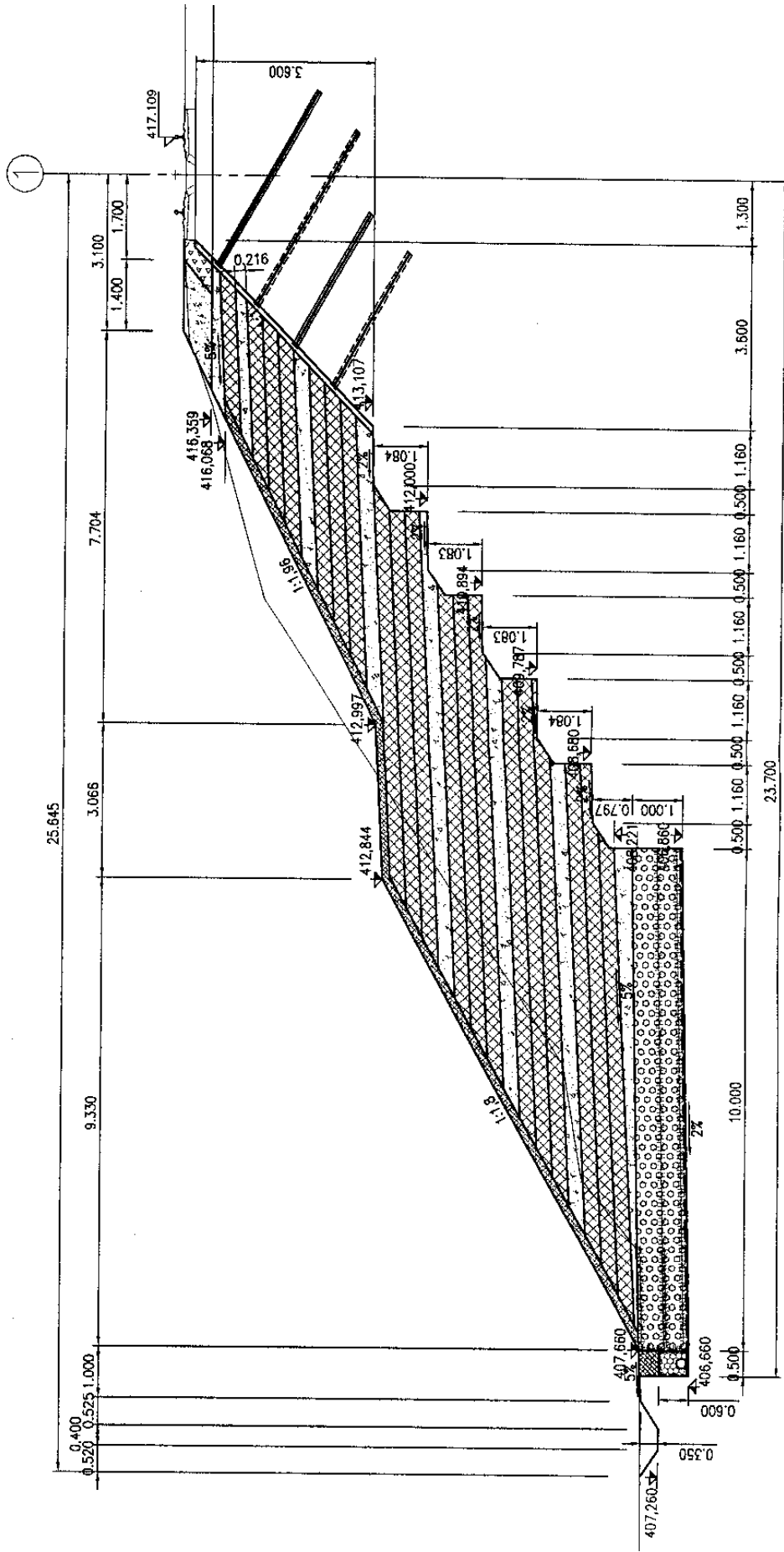
Použití výztužných materiálů v zemním tělese bylo použito na následujících stavbách:

#### 2.2.1 Česká Třebová-Svitavy, sanace násypového svahu

Násypové těleso výšky cca 7,00m vykazovalo v délce 95 m deformace svahu násypu, projevující se i ve výškové deformaci koleje. Provedeným průzkumem bylo zjištěno, že násypové těleso je tvořeno souvislou vrstvou škváry a popela o mocnosti cca 6,5m, ve spodní části a v podloží náspu se nacházejí jíly měkké konsistence přecházející do jílovců. Závěr průzkumu zněl v tom smyslu, že deformace náspu je způsobena nevyhovující zeminou v náspu a přítomností vody v náspu, která na rozhraní škváry a jílové vrstvy zhoršuje její geotechnické vlastnosti.

Jako vhodné sanační opatření bylo navrženo odtěžení nevhodné zeminy stávajícího náspu včetně porušené zeminy v podloží a vybudování nového násypového tělesa z vhodných materiálů, současně s odvodněním podloží.

# Česká Třebová - Svitavy sanace sesuvu náspu



Projektová dokumentace řešila sanaci náspu odtěžením nevhodné vrstvy škváry a popela s vytvořením svahových stupňů v dolní části náspu. Horní část náspu musí být, z důvodu zajištění provozu sousední koleje, zpevněna hřebíkováním. Násep bude založen na sendvičové matraci tvořené na spodní části geotextilií Geofiltex a geomříží Tensor SS 40 a v horní části rovněž geomřížovinou Tensor SS 40. Tloušťka matrace je 0,50 m a její výplň tvoří vrstva kameniva frakce 0-125 mm. Vlastní násypové těleso bude sendvičové konstrukce tvořené vrstvami štěrkodrti a zlepšeného materiálu. Vrstvu zlepšeného materiálu tvoří výzisk z čištění kolejového lože frakce 0-45mm a vápenno-cementové pojivo. Tloušťka jednotlivých vrstev je 0,30m. Vrstva štěrkodrti frakce 0-32mm (drenážní vrstva) bude vložena po každé třetí vrstvě zlepšené zeminy. Sklon svahu byl navržen 1:1,5 - 1:1,8.

Pata náspu je odvodněna podélným trativodem z drenážních plastových trub STRABUSIL PE-HD Ø 200mm s kontrolními šachtami Opti-dran. Povrchové vody jsou odváděny povrchovým příkopem.

### *2.2.2 Modernizace trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany*

V rámci modernizace trati se buduje přeložka v km 446,412 - 447,100. Součástí přeložky je SO 30-16-47 Zárubní zeď v km 446,459 - 447,045.

Dle výsledku geotechnického průzkumu se v ose přeložky nacházejí horniny rozdělené následovně:

- spraše a sprašové hlíny většinou pevné konsistence (F6/Cl, ojediněle F8/CH)
- písky s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlé (S3/S-F)
- štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlé (G3/G-F)
- slepence zdravé až navětralé (R3)
- štěrky jílovité ulehlé (G5/GP)
- slínovce zcela zvětralé na jíly se střední a nízkou plasticitou, Pevné (R6-F6/Cl,CL)
- slínovce silně zvětralé (R5)
- slabě zvětralé slínovce (R4)

V zářezu se vyskytuje ve značném množství spodní voda, která je vázána na horizont mlčechvostských slepenců. Voda není agresivní.

Dle výsledku geotechnického průzkumu předložil projektant alternativní řešení pomocí tížné zárubní zdi nebo kotvené pilotové stěny. Bylo rozhodnuto řešit úpravu zářezu pomocí tížné zárubní zdi. Při projednávání dokumentace bylo toto řešení zamítnuto a doporučeno nahradit zárubní zeď budovanou převážně ve slínovcích úpravou svahu nad slínovci pomocí vyztužené zeminy s gabionovým lícem a obkladní zdí ve slínovcích jako řešení podstatně levnější a vhodnější. Toto řešení bylo přijato.

Při vlastní realizaci přišel zhotovitel s návrhem změny řešení, které spočívalo v tom, že vyztužená zemina s gabionovým lícem bude nahrazena vyztuženou zeminou s pevnou lícní zdí tvořenou železobetonovými prefabrikáty systém VSoL. Po důkladném rozboru byla změna přijata a vypracována změna projektové dokumentace. Ta rozdělila úpravu zářezu do 4 úseků podle úrovně skalních hornin. Svah pod úrovní založení stěny VSoL bude proveden jednak ve sklonu 1:1,25 a překryt drátokamennými matracemi, jednak ve sklonu 5:1 s ošetřením líce skalního svahu kotvenou obkladní zdí. Nad stěnou VSoL se provede hutněný zásyp ze spraši ve sklonu 1:1,5 - 1:1,75 s ohumusováním.

Stěna byla provedena v délce 408,0m, největší výška cca 9,0m. Délka vyztuže se pohybovala podle výšky stěny od 5,4m do 11,0m.

Vlastní vyztužený svah se stěnou VSoL tvoří:

- zásypový materiál. Použijí se šterkopísky a písky vytěžené z terasových náplavů splňující požadavky stanovené křivky zrnitosti, číslo nestejnozrnnosti  $> 5$  a úhel vnitřního tření  $> 33^\circ$ .

- třecí táhla KOLOTIE z vysokopevnostních polystyrénových vláken s pevností 30, 50, 70 kN a tažností  $< 12\%$  (táhla byla testována na creep, vytažení táhla, chemickou odolnost ap).

- obkladové prefabrikované lící panely, železobetonové prvky rozměru 1,5x1,5m. Třecí táhla jsou ke stěnovým prvkům uchycena pomocí ocelových kotev VSoL 30/50, resp. 70/100 kN s protikorozní ochranou. Kotvy jsou zakotveny v panelech a zajištěné výztuží panelů. Panely jsou na rubové straně ošetřeny penetračním a asfaltovým nátěrem prováděným během ukládky panelů.

- montážní tyč třecích táhel.

Pro technologii a kontrolu zemních prací a materiálů platily TKP Pozemních komunikací kapitola 4 Zemní práce, Kapitola 30 Speciální zemní konstrukce, a TKP staveb ČD. Vzhledem k tomu, že se jednalo o konstrukci u ČD dosud nepoužívanou bylo zhotoviteli uloženo vypracovat Zvláštní technické kvalitativní podmínky a Technologický postup výstavby. Součástí technologického postupu bylo stanovení odběru vzorků a provádění kontrolních zkoušek, jakož i sledování měření posunů a přetvoření.



Technologický postup:

Zemina zářezu se odtěží do úrovně základové spáry zdi s dočasným sklonem svahu 1:2. Základová spára se přehutní na min. míru zhutnění  $D=95\%$ PS nebo  $I_D=0,75$ . Základový práh pod lící stěnou je z betonu C25/30 uložený na vrstvu šterkopísku min. tl. 0,30m, zhutněnou na  $I_D=0,8$ . Na základový práh se postupně ukládají prefabrikované lící panely. Od rubového líce panelu se vyměří šířka zemní konstrukce dle dokumentace a uloží se zadní tyč. Pokládka táhel se provádí od zadní tyče k panelu kde se upevní do oka panelu a pokračuje se k zadní tyči. Ukončení táhla se provádí přesahem min. 2m za zadní tyčí. Přesahy se zajišťují sponou.

Následuje vypnutí táhel pomocí zadní tyče a zajištění tyče ocelovými hřeby. Ukládka zásypu probíhá v koordinaci s výstavbou prefabrikovaného líce a ukládkou třecích táhel po vrstvách tl. 0,25m. Zásyp se provádí od zadní části zemní konstrukce ke stěnovým panelům a ukončí se ve vzdálenosti 0,3m od panelu. Zbývající část se vyplní šterkem jako drenážní zásyp, který se od zeminy zásypu oddělí separační geotextilií. Proveďte se hutnění vrstvy dle výsledku provedené hutnicí zkoušky. Hutnění na vzdálenost 1,5 m od lících panelů smí být prováděno pouze mechanizmy o hmotnosti max.1,5 t.

Pro kontrolu zásypového materiálu byly stanoveny druhy a četnost zkoušek. Vlhkost a zhutnitelnost se prováděla 1x na 1000m<sup>2</sup>, zrnitost 1x na 500m<sup>2</sup> a objemová hmotnost 3x na 500m<sup>2</sup> zhutněné vrstvy nebo 125 m<sup>3</sup>. Pro třecí táhla byla stanovena zkouška pevnosti v tahu a protažení s četností 1x na každých dodaných 5000bm.

Pro měření horizontálních posunů byly před zahájením těžkých prací provedeny za horní hranou svahu 3 vystrojené vrty hl. 20m. Měření se provádělo 1x týdně. Dále byly na rubu stěny osazeny ve třech profilech tyčové tensometry pro měření protažení výztužných prvků. Rovněž bylo prováděno měření zemního tlaku na zeď.



### 2.2.3 Hranice-Polom, zárubní zeď v km 214,0-214,9

Zárubní zeď je součástí stavby „Modernizace traťového úseku Hranice na Moravě Studénka“. Dle inženýrsko-geologického průzkumu jsou zářezové svahy tvořeny vápnatými jíly přecházející v písčité jíly a jílovité písky. Stupeň stability svahů je 1,1-1,3. Pro zajištění stability svahu je požadováno zvýšení stupně stability na 1,3. Zvýšení stability svahu bylo proto řešeno zřízením vyztužené zeminy v patě zářezového svahu. Pro vyztužení byl zvolen systém vyztužení svahu metodou GREEN TERRAMESH. Kotevní síť je tvořena ocelovým, pozinkovaným pletivem, v líci opatřeným protierozní geotextilií.

Po odtěžení zeminy svahu na základovou spáru se spára zhutní, rozprostře se na ní separační geotextilie na kterou se zřídí drenážní vrstva z kameniva frakce 16/32. Na tuto vrstvu se po zhutnění na  $I_D=0,7$  rozprostře separační geotextilie na kterou se ukládají prvky



Terramesh, které sed napnou a ukotví. V čele se nasype vrstva vegetační zeminy. Na vyztuženou síť se rozprostře vrstva hrubozrnného materiálu na výšku 0,10m a zhutní se na  $I_D = 0,8$ . Další vrstvy jsou již z výkopového materiálu původního svahu a zřizují se ve dvou vrstvách tl. 0,20m. Tyto se zhutňují na 100%PS. Následuje vrstva hrubozrnného materiálu tl.0,10m na kterou se po zhutnění ukládá další prvek Terramesh. Počet vrstev a délka kotvení je stanovena projektovou dokumentací. Po vybudování se čelo opatří hydroosevem. S ohledem na zachování stability svahu bude vyztužená zemina v patě svahu prováděna, v závislosti na geologických podmínkách, po úsecích max. délky 50 m (vzdálenost mezi dvěma trakčními stožáry).

### **3. Technologie bez snášení kolejového roštu**

#### *3.1 Princip technologie bez snášení kolejového roštu*

Konstrukční vrstvy se při technologiích bez snášení kolejového roštu zřizují speciální kolejovou mechanizací, sestávající zpravidla z vlastního stroje pro zřizování konstrukčních vrstev, soupravy zásobníkových vozů pro odvoz materiálu a soupravy zásobníkových vozů pro přísun materiálu konstrukční vrstvy. Souprava používá stávající kolejový rošt pro vlastní práci, odvoz materiálu kolejového lože a zemní pláně a přísun materiálu pro nové konstrukční vrstvy. Jak z názvu technologie vyplývá, kolejový rošt zůstává, zatím co kolejové lože pod kolejovým roštem se pročišťuje, případně odstraňuje, nahrazuje novým za současného zřizování konstrukčních vrstev pod tímto kolejovým ložem. Způsoby zřizování konstrukčních vrstev a úpravy stávajícího kolejového lože se liší podle druhu použité mechanizace. Při modernizaci železničních koridorů se u ČD v současné době pro technologie bez snášení kolejového roštu používá domácí stroj SČ 600S a zahraniční soupravy AHM 800R nebo KSEM. Uvažuje se rovněž o použití soupravy PM 200. O jednotlivých mechanismech resp. soupravách a rozdílnosti jejich technologie pojednává další část příspěvku.

#### *3.2 Stroje a technologické linky*

##### *3.2.1 Souprava SČ 600S*

Soupravu SČ 600S tvoří energetická sekce PA 600, vlastní stroj pro zřizování konstrukčních vrstev SČ 600S a souprava zásobníkových vozů. Stroj SČ 600S vychází koncepčně z celoprofilové čističky typu SČ 600. Je konstruován tak, že může čistit kolejové lože, případně ho plně odtěžit a současně upravovat zemní pláň do sklonu, vkládat geosyntetiku a zřizovat konstrukční vrstvu. Vyčištěné kamenivo kolejového lože vrací zpět do koleje na zřízenou konstrukční vrstvu. Konstrukční vrstva je zhutňována na požadovanou hodnotu čtyřmi vibračními deskami. Stroj SČ 600S není konstruován pro těžení zeminy zemní pláně. Je schopen těžít zeminu třídy 1-2, případně vyšší třídy pokud je smíšená se zatlačeným kolejovým ložem. Výzisk z čištění a přísun materiálu konstrukční vrstvy je technologicky možný pouze z jedné strany, a to z přední části soupravy. Technologicky může stroj zřizovat konstrukční vrstvu metodou obracení vrstev, nebo kontinuální dopravou materiálu konstrukční vrstvy ze zásobníkových vozů.

Zásobníkové vozy jsou konstruovány se dvěma dopravníkovými pásy. Jedním ve dně vozu pro přísun materiálu ke stroji a druhým umístěným nad zásobníkovým vozem pro dopravu výzisku z čištění. Výzisk z čištění je ukládán od konce soupravy zásobníkových vozů do uvolněného prostoru po použití materiálu konstrukční vrstvy. Koncový vůz soupravy zásobníkových vozů je vybaven otočným dopravníkem pro vyprázdnění soupravy.

Výhodou této soupravy je, že jedním pojezdem provádí současně čištění stávajícího kolejového lože i zřizování konstrukční vrstvy a vrstvy kolejového lože z pročištěného kameniva starého kolejového lože.

Nevýhodou, že nedokáže upravit zemní pláň v celé šířce včetně odstranění materiálu a tyto práce se musí provádět samostatným postupem pomocí jiných mechanismů.

### 3.2.2 *Souprava AHM 800R*

Jedná se o výrobek rakouské firmy Plasser & Theurer. Souprava pracuje v technologické lince sestávající z vlastního stroje AHM 800R, soupravy vozů MFS pro odvoz vytěženého materiálu umístěné před strojem AHM 800R a soupravou kontejnerových vozů pro přísun doplňkového materiálu pro konstrukční vrstvy umístěné za strojem AHM 800R.

Stroj AHM 800R slouží k odstranění kolejového lože a požadované části zeminy zemní pláně, vytvoření konstrukční vrstvy z vyzískaného a předrceného materiálu starého kolejového lože, včetně smíchání s doplňkovým materiálem. Na upravenou zemní pláň může stroj pokládat geosyntetikum. Získaná směs pro konstrukční vrstvu může být dovlhčována na optimální vlhkost vodou z cisterny. Zřizovaná konstrukční vrstva je zhutňována vibračními deskami.

Stroj AHM 800R je vybaven 2 těžícími řetězy, z nichž první odebírá vrstvu kolejového lože v tloušťce cca 20 cm a druhý těží zbývající část kolejového lože se zeminou. Materiál od 1. řetězu je transportován do drtiče, který drtí kamenivo kolejového lože na frakci 0-32 mm a v mísícím centru je předrcený materiál kolejového lože mísen s doplňkovým materiálem pro dosažení požadované křivky zrnitosti. Výsledný materiál má charakter málo propustné minerální směsi a je proto třeba, aby kromě úpravy zemní pláně do sklonu 5% byla upravena ve stejném sklonu i pláň tělesa železničního spodku. Materiál od 2. těžícího řetězu je dopravníky dopravován do vozů MFS, kterými je odvážen na skládku, případně recyklační základnu..

Na vytvořenou konstrukční vrstvu je zpětně pokládán přizvednutý kolejový rošt a v dalším pracovním postupu je třeba zřídít kolejové lože a provést směrovou a výškovou úpravu koleje.

Výhodou stroje AHM 800R je, že provádí úpravu zemní pláně a zřízení konstrukční vrstvy na celou šířku zemní pláně. Pro konstrukční vrstvu využívá předrcený materiál starého kolejového lože.

Nevýhodami stroje pak je, že klade kolejový rošt přímo na vytvořenou konstrukční vrstvu, kolejové lože je třeba zřizovat v samostatném pracovním postupu buď strojem AHM 800R nebo jinou mechanizací a pro kolejové lože nelze využít ani část kameniva starého kolejového lože.

### 3.2.3 *Souprava KSEM*

Stroj KSEM není konstruován pro těžení, resp. čištění kolejového lože, zřizuje pouze konstrukční vrstvu. Před nasazením tohoto stroje musí být proto stávající kolejové lože, případně část zeminy zemní pláně odstraněna v samostatném technologickém postupu např. strojní čističkou typu RM nebo SČ 600. Stroj KSEM upravuje zemní pláň do požadovaného sklonu, na zemní pláň případně pokládá geosyntetikum a zřizuje konstrukční vrstvu na celou šířku zemní pláně. Konstrukční vrstva je současně hutněna. Materiál konstrukční vrstvy je do

stroje dopravován ze soupravy zásobníkových vozů umístěné za strojem KSEM. Kolejový rošt, obdobně jako u technologie AHM 800R, je kladen na zřízenou konstrukční vrstvu. Kolejového lože se zřizuje samostatným technologickým postupem a je možné využít pro jeho položení stroj KSEM.

Výhodou této technologie je, že může dalším pojezdem soupravy zřizovat vrstvu kolejového lože a tuto hutnit.

Nevýhodou této technologie je provádění prací ve třech samostatných etapách. Nejprve se jednou sestavou strojů odstraní staré kolejové lože, případně zemina zemní pláň, v další etapě se provede zřízení konstrukční vrstvy strojem KSEM a jako třetí etapa se provede zřízení nového kolejového lože.

### *3.2.4 Souprava PM 200*

Souprava PM 200 se skládá ze tří dílů a to vlastního stroje PM 200, soupravy vozů MFS pro odvoz vytěženého materiálu umístěné před strojem PM 200 a soupravy kontejnerových vozů AR 60 pro přísun materiálu konstrukční vrstvy umístěné za strojem PM 200.

Souprava MFS je tvořena vysokostěnnými vozy o obsahu 40m<sup>3</sup> resp. 100 m<sup>3</sup> s pohyblivými dopravníky na podlaze vozu. Souprava je plněna od nejvzdálenějšího vozu od stroje PM 200, lze ji rozpojit a po naplnění části soupravy s naplněnou částí odjet na skládku a pokračovat v plnění ponechané části soupravy vozů MFS. Vyprázdnění jednoho vozu trvá 5 minut. Vozy tohoto typu lze používat jednotlivě nebo v soupravě o libovolném počtu vozů.

Strojem PM 200 je odtěžováno kolejové lože a zemina zemní pláň na požadovanou hloubku. Vytěžený materiál je ukládán do soupravy vozů MFS. Zároveň s těžením je upravována zemní pláň do požadovaného sklonu, pokládáno geosyntetikum a zřizována konstrukční vrstva na celou šířku zemní pláň v požadované tloušťce. Na zhutněnou konstrukční vrstvu je současně zřizována vrstva kolejového lože. Materiál konstrukční vrstvy a nového kolejového lože je ze dvou zásobníků umístěných v PM 200 ukládán pomocí dopravníků na zemní pláň, resp. konstrukční vrstvu.

Souprava zásobníkových vozů typu AR 60 je sestavena ze speciálních plošinových vozů s kolejovou drážkou a přechodovými kolejnicovými můstky mezi jednotlivými vozy. Po drážce pojíždí 3 portálové jeřábky, které manipulují s kontejnery o obsahu 4,00 m<sup>3</sup>. Tyto kontejnery jsou naplněny štěrkopískem a kamenivem kolejového lože a jeřábky dopravovány do zásobníku stroje PM 200.

Souprava zároveň provádí směrovou a výškovou úpravu koleje spolu s jejím podbitím. Součástí je i měřicí systém zaznamenávající geometrické parametry koleje. Po ukončení prací soupravou PM 200 lze na traťovém úseku se zřízenou konstrukční vrstvou zavést traťovou rychlost 70 km/h.

Výhodou této technologie je, že jedním pracovním postupem provádí veškeré úkony týkající se odstranění starého kolejového lože, zřízení konstrukční vrstvy a vrstvy kolejového lože, včetně směrové a výškové úpravy koleje.

Nevýhodou je, že stávající kolejové lože je odstraněno a bez recyklace na recyklační základně je nelze použít.

### *3.3 Přednosti technologie bez snášení kolejového roštu*

Technologie zřizování konstrukčních vrstev bez snášení kolejového roštu má oproti klasické technologii se snášením kolejového roštu řadu předností:

- podstatně vyšší výkony a tím zkrácení výlukových časů. Při této technologii je běžně dosahován denní výkon 800 bm zřízené konstrukční vrstvy,
- plně mechanizované zřizování konstrukčních vrstev,
- provoz po sousední koleji není omezován,
- provádění konstrukčních vrstev i při nepříznivých klimatických podmínkách bez vlivu na jejich kvalitu. Zemní pláň není pojížděna a jen na velmi krátkou dobu obnažena,
- zajištění stejné tloušťky a šířky konstrukční vrstvy včetně jejího dokonalého zhutnění a zajištění stejnorodosti materiálu konstrukční vrstvy,
- nevyžaduje zřizování souběžné cesty pro odvoz vytěženého materiálu a přísun materiálu pro konstrukční vrstvy a tím ani zábor mimodrážních pozemků,
- touto technologií nedochází ke zhoršování životního prostředí, škodám na okolních pozemcích a tím k minimalizaci nákladů na jejich rekultivaci.

### 3.4 Porovnání technických a technologických parametrů

Technické a technologické parametry jednotlivých výše uvedených souprav jsou uvedeny v následující tabulce:

	SČ 600S	AHM 800R	KSEM	PM 200
Čistí štěrkové lože	ano	ne	ne	ne
Těží štěrkové lože	ano	ano	ne	ano
Těží zeminu zemní pláň	částečně	ano	ne	ano
Upravuje zemní pláň do sklonu	ano	ano	ano	ano
Klade geosyntetikum	ano	ano	ano	ano
Průměr role geosyntetika (m)	0,40	1,10	1,10	1,10
Zřizuje konstrukční vrstvu	ano	ano	ano	ano
max. tloušťky (m)	0,20	0,55	0,50	0,50
max. šířky (m)	4,00	6,00	6,00	6,00
Hutní konstrukční vrstvu	ano	ano	ano	ano
Výkon (m/hod)	40	50	40	60
Doba přípravy (hodina)	1,5	3,0		1,0
Vyosení řetězu (m)	0,50	0,20		

## **Závěr**

Využívání nových konstrukcí při zřizování tělesa železničního spodku a technologie zřizování konstrukčních vrstev bez snášení kolejového roštu lze považovat za přínos pro modernizaci sítě ČD a zvýšení kvality práce při snížené doby výstavby.

## **Literatura:**

1. Předpis ČD S4 Železniční spodek
2. Vzorové listy železničního spodku
3. Obecné technické podmínky geomřížky a geomembrány v tělese železničního spodku
4. Metodický pokyn statických výpočtů pro navrhování a provádění konstrukcí zemních těles z armovaných zemin v podmínkách Českých drah
5. Zásady pro zřizování konstrukčních vrstev technologiemi bez snášení kolejového roštu

V Praze, září 2002

Lektoroval: Doc. Ing. Zdeněk Hřebíček, CSc.  
Výzkumný ústav železniční