

**TP 93**

Ministerstvo dopravy  
Odbor silniční infrastruktury

# **NÁVRH A PROVÁDĚNÍ STAVEB POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ S VYUŽITÍM POPÍLKŮ A POPELŮ**

## **TECHNICKÉ PODMÍNKY**

Schváleno MD – OSI čj. 58/11-910-IPK/1

ze dne 20. 1. 2011 s účinností od 1. 2. 2011.

Současně se ruší a nahrazují v celém rozsahu TP 93 schválené

MDS – OPK čj. 192/03-120-RS/1 z 3. 4. 2003.

**ARCADIS – Geotechnika, a.s.**

**2011**

## **O b s a h:**

str.:

1. Předmět technických podmínek .....	3
2. Termíny a definice .....	3
3. Všeobecné požadavky .....	4
4. Technické požadavky na zpracovaný materiál .....	5
4.1. Zemní těleso (mimo aktivní zónu) .....	5
4.2. Aktivní zóna, ztužující vrstvy násypu, přechodová oblast .....	5
4.3. Ochranné a podkladní vrstvy .....	5
5. Návrh a provádění tělesa PK při použití popílků a výrobků z nich .....	6
5.1 Všeobecné požadavky .....	6
5.2 Konstrukční požadavky pro návrh tělesa PK .....	8
5.3 Provádění násypu, zásypu a obsypu .....	8
6. Aktivní zóna a pláň .....	11
6.1 Všeobecně .....	11
6.2 Konstrukční požadavky .....	11
6.3 Provádění .....	11
7. Podkladní vrstvy vozovek .....	11
7.1 Všeobecně .....	11
7.2 Konstrukční požadavky .....	11
7.3 Provádění .....	12
8. Zkoušení .....	12
8.1 Druhy zkoušek .....	12
8.2 Průkazní zkoušky (laboratorní) .....	12
8.3 Kontrolní zkoušky zpracovaného materiálu (vrstvy).....	14
9. Odsouhlasení a převzetí prací .....	15
10. Environmentální požadavky.....	15
11. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.....	15
12. Citované a souvisící normy .....	16
- Souvisící zahraniční normy .....	17
- Citované a souvisící právní předpisy .....	17
- Citované a souvisící resortní předpisy .....	18

## **Přílohy**

1. Postup výstavby tělesa PK z PP .....	19
2. Popílkový stabilizát (PSt) .....	21
3. Objemové změny (bobtnavost) popílkového stabilizátu .....	23
4. Grafy pro orientační posouzení stability svahu násypu z popílku výšky 6 m a 9 m s ochranným zemním přísypem .....	25
5. Určení maximální technologické prodlevy pro zpracovatelnost prvotní směsi PSt.....	30

## 1. PŘEDMĚT TECHNICKÝCH PODMÍNEK

Tyto technické podmínky platí pro využití popílků a popelů, fluidních popílků a výrobků z nich na stavbu pozemních komunikací (viz čl. 3.1). Stanovují podmínky pro návrh, provádění a kontrolu zemního tělesa, podkladních vrstev a popř. krytu vozovky a podmínky pro bezpečnou práci a ochranu životního prostředí v souvislosti se stavební výrobou i s užíváním objektu.

Při revizi byly TP upraveny podle aktuálních ČSN, EN a novelizovaných předpisů a rozšířeny o některá další ustanovení, vztahující se na posouzení popílků a popílkových stabilizátů podle evropské směrnice REACH (Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 1907/2006 o registraci, hodnocení a povolování a omezování chemických látek).

Podle původu a vlastností se rozlišují:

- popílek a popel – PP (nestabilizovaný)
- struska/škvára z granulačních/ roštových kotlů
- fluidní popel a popílek – FPP
- popílkový stabilizát – stabilizovaný popílek – PSt

Obecné podmínky návrhu a realizace zemního tělesa a podkladních vrstev, rámcově platné pro PK jsou určeny v ČSN EN 1997-1, ČSN 73 6133, ČSN 73 6101, ČSN 73 6114, Z1, ČSN 73 6244, ČSN EN 14475.

*POZNÁMKA - ČSN 72 2072-7 a ČSN P 72 2081-12 nepatří mezi normy určené a nejsou pro posuzování shody výrobku podle zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, povinné. Podle NV č. 163/2002 Sb. ve znění NV č. 312/2005 Sb. nejsou tedy podkladem pro zpracování STO.*

## 2. TERMÍNY A DEFINICE

Základní a odvozené pojmy z oboru silničního stavitelství užití v těchto TP jsou uvedeny v ČSN 73 6100 - 1,2 a 3.

Pro základní pojmy z oboru geotechniky platí termíny uvedené v ČSN EN 1997-1, ČSN EN 1997-2, ČSN 73 6133.

**2.1 popel a popílek** jsou nerostné zbytky vznikající při vysokoteplotním spalování pevných paliv v roštových/granulačních kotlích. Jemnější frakce – popílek (úletový popílek) – pozůstává převážně z malých částíček křemičitanového skla a zachycuje se v elektrostatických (tkaninových) odlučovačích z plyných spalin. Popel je směs tuhých zbytků ze spalování pevných paliv, tj. popílku a strusky/škváry.

**2.2 struska/škvára** z granulačních/roštových kotlů jsou tuhé zbytky ze spalování pevných paliv, odloučené přímo z ohniště

**2.3 fluidní popel a popílek** jsou tuhé zbytky při fluidním spalování mletého uhlí s příměsí vápence. Hoření probíhá při nižších teplotách (max. 850 °C). Popel se od popílku liší zrnitostí.

**2.4 ložový popel** je popel, který se odlučuje z fluidního lože

**2.5 popílkový stabilizát (PSt):** zvlhčená směs popílku nebo popela s pojivem (vápno a/nebo cement). Samostatný druh stabilizátu je produkt z fluidního spalování, tj. zvlhčená směs popílku z filtrů a případně ložového popela, která vykazuje samotužnou vlastnosti. Vzniká při spalování směsi mletého uhlí a vápence ve fluidních topeništích. Popílkový stabilizát, v němž je jako aditivum použit energosádrovec, se bez zvláštního ověření objemových změn a pevnosti v pozemních komunikacích neužívá. Podrobnosti o PSt viz. Příloha č. 2.

**2.6 vrstva ze stabilizovaného popílku nebo popela:** vrstva násypového tělesa vybudovaná z PSt zpracovaná stanovenou technologií.

**2.7 energosádrovec:** v podstatě síran vápenatý ( $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) obsahující další příměsi. Vzniká jako samostatný produkt při některých technologiích odsiřování plyných spalin z topenišť.

**2.8 ettringit:** vzniká v PSt z rozpustných sloučenin Ca, Al a S ve vlhkém alkalickém prostředí. V některých případech může svou rozpínavostí poškodit vytvrzený stabilizát.

**2.9 REA voda:** směs technologických odpadních vod z výroby

### 3. VŠEOBECNÉ POŽADAVKY – vstupní materiály

**3.1** Pro stavby uvedené v těchto technických podmínkách lze použít plavený PP nebo PP ze složišť (odkališť) po dostatečném odvodnění nebo PP a FPP z odběrných míst přímo v elektrárnách a teplárnách nebo míchacích center. PP musí splňovat ekologická kritéria, tj. kvalitu výluhu a hmotnostní aktivitu  $Ra_{226}$ , která jsou uvedena v těchto TP. Lze použít výrobky z PP, připravené předepsaným technologickým výrobním postupem (např. granulací, aglomerací) a dále upravené produkty spalování uhlí v klasických nebo fluidních topeništích energetických, teplárenských, nebo jiných zdrojů, tj. PSt, posouzený podle zákona č.22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

**3.2** PP, PSt je možno použít do těch částí konstrukce komunikace (zemní těleso, přechodové oblasti mostů, aktivní zóna, konstrukční vrstvy vozovek) kde splní technická kritéria, předepsaná pro příslušný stavební prvek a obecné požadavky na použitelnost. Při tom je nutno dodržet ostatní podmínky - zajištění bezpečnosti za podmínek trvale stabilního zemního tělesa a při zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků a ochrany životního prostředí při stavebních pracích i v době trvalého užívání podle platných právních předpisů. Předpisy, týkající se pojiv a ostatních aditiv při výrobě PSt viz Příloha č. 2.

**3.3** PP lze rovněž použít pro mechanickou úpravu zemin (vlhkosti, zrnitosti), PSt a FPP lze použít pro úpravu zemin podobně jako úpravu pojivy dle TP 94.

**3.4** Ekologická vhodnost PP a FPP se posuzuje:

- podle chemických vlastností výluhu (tab. 1),
- podle REACH, (**R**egistration, **E**valuation, **A**uthorisation of **C**hemicals tj. Registrace, Hodnocení a Povolování Chemických látek).
- podle mezní hodnoty hmotnostní aktivity  $Ra_{226}$

**3.4.1.** Podle chemických vlastností výluhu, který se připraví loužením vzorku, smíchaného s vodou v poměru 1 : 10. dle ČSN EN 12457/1-4. V tabulce č. 1 jsou uvedeny mezní hodnoty vyluhovatelných látek.

**Tabulka č. 1 - Limitní hodnoty výluhu**

Prvek	Maximálně přípustné množství (mg/l)
Ag	0,1
As	0,1
Ba	1,0
Be	0,005
Pb	0,1
Cd	0,005
Cr celkový	0,1
Co	0,1
Cu	1,0
Ni	0,1
Hg	0,005
Se	0,05
V	0,2
Zn	3,0
Sn	1,0

**3.4.2.** PP a FPP použité v zemních tělesech pozemních komunikací musí mít registraci podle nařízení (ES) 1907/2006 – REACH a nesmí být klasifikovány podle nařízení (ES) 1272/2008 – CLP (Classification, Labelling and Packaging - klasifikace, označování a balení chemických látek a směsí).

**3.4.3.** Mezní hodnota hmotnostní aktivity  $R_{a226}$  nesmí podle vyhlášky 499/2005 Sb. příloha 10 přestoupit hodnotu  $1\ 000\ \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$  u staveb s neobytným prostorem. Směrná hodnota obsahu přírodních radionuklidů vyjádřená jako index hmotnostní aktivity  $I \leq 2,0$ .

**3.4.4.** Obsah organických škodlivin v sušině a ekotoxicita se u PP a FPP a PSt pro použití v PK neposuzuje.

**3.5** Záměsová voda pro přípravu PSt musí splňovat vybrané ukazatele ČSN EN 1008 (pH, obsah síranů, chloridu a hořčíku – hodnoty pro prostý beton). Při výrobě PSt v míchacích centrech je možné použít i REA vodu, pokud nemá nepříznivý vliv na fyzikální nebo ekologické vlastnosti výrobku.

**3.6** Při přípravě PSt se aditivum a voda do PP, popílku nebo směsi přidává při mísení v míchacím centru nebo na místě. Mísení na místě, kupř. zemními frézami, je vhodné pro PP, těžené ze složišť (odkališť). Složení a vlhkost směsí, připravovaných v míchacím centru, se řídí dle účelu použití a zpravidla bývá předmětem receptury (podnikové normy) dodavatele. U PSt, připraveného v míchacím centru, není přípustná dodatečná úprava jeho vlhkosti při zpracování na staveništi.

**3.7** Splnění všeobecných požadavků na vlastnosti materiálů dle článků 3.1 až 3.5 prokazuje výrobce „Prohlášením o shodě“, včetně kopie certifikátu podle zák. 22/1997 a NV 163/2002 Sb. a na vyžádání dokládá i výsledky zkoušek a jejich posouzení.

## **4. TECHNICKÉ POŽADAVKY NA ZPRACOVANÝ MATERIÁL**

### **4.1 Zemní těleso (mimo aktivní zónu)**

**4.1.1** Do zemního tělesa je možno použít PP, těžený ve složišti (odkališť) nad hladinou vody. Při těžbě PP pod hladinou nebo speciální technologií je nutno zpracovat zvláštní technologický předpis.

**4.1.2** Při použití PSt je jeho zpracovatelnost ovlivněna rychlostí chemických reakcí, způsobujících jeho zpevňování; ty začnou probíhat zpravidla již při navlhčení nebo aditivaci produktů. Tento proces nutno respektovat při návrhu technologie zpracování na základě výsledků průkazných zkoušek.

**4.1.3** Technické vlastnosti PP, FPP a PSt, které musí tento materiál vykazovat při použití do tělesa PK, jsou uvedeny v článku 8.2 tab. č. 2 a 3.

### **4.2 Aktivní zóna, ztužující vrstvy násypu, přechodová oblast**

**4.2.1** Do aktivní zóny, ztužujících vrstev násypu a přechodové oblasti mostů může být použit pouze PSt, případně FPP. Čerstvý popílkový stabilizát musí mít minimální vlhkost po dodání na stavbu  $W_{0,90}$ . PSt/FPP musí vykazovat následující vlastnosti dle ČSN EN 14227-14, pevnost v tlaku třídy  $R_C$  min.  $C_{0,8/1}$ , pevnost po nasycení ve vodě v hodnotě  $I_{0,6}$  a lineární bobtnání nesmí překročit hodnotu  $LS_3$  při zkoušce podle ČSN EN 13286-49. Stejně parametry jako PSt/FPP musí vykazovat směs zeminy s popílkem.

Požadované parametry materiálů obsahují tabulky v čl. 8.2.

### **4.3 Ochranné a podkladní vrstvy**

**4.3.1** Do ochranných a/nebo podkladních vrstev lze použít pouze PSt. Čerstvý popílkový stabilizát musí mít minimální vlhkost po dodání na stavbu  $W_{0,90}$ . Tento materiál musí dle ČSN EN 14227-14 splňovat požadavky ztuhlého a vyzrálého stabilizátu na pevnost v tlaku a odolnost proti mrazu a vodě třídy  $R_C$  min.  $C_{1,5/2}$  pevnost po nasycení ve vodě v hodnotě  $I_{0,6}$  a lineární bobtnání nesmí překročit hodnotu  $LS_1$  při zkoušce podle ČSN EN 13286-49. V dokumentaci je možné uvést požadavky na min. hodnoty CBR nebo IBI. Stejně parametry jako PSt/FPP musí vykazovat směs zeminy s popílkem. Další požadované vlastnosti PSt jsou uvedeny v Příloze 2.

**4.3.2** Vhodnost PSt pro podkladní vrstvy musí být doložena výsledky příslušných průkazných zkoušek viz kapitola 8.1.1.

## 5. NÁVRH A PROVÁDĚNÍ TĚLESA PK PŘI POUŽITÍ PP A PSt A VÝROBKŮ Z NICH

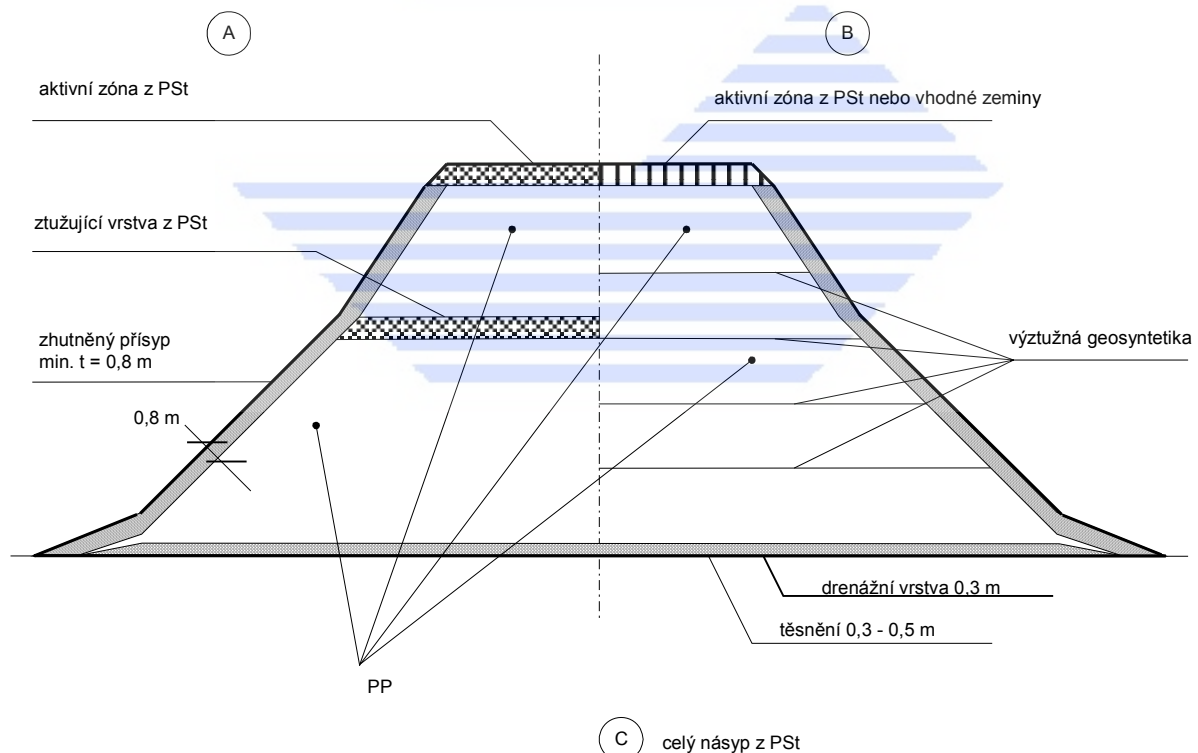
### 5.1 Všeobecné požadavky

**5.1.1** Problematiku, související s projektováním a prováděním násypů, zásypů a obsypů z přirozených zemních a kamenitých materiálů v PK řeší ČSN 73 6133 a další technické předpisy. Následující odstavce kap. 5 uvádějí pouze zvláštní požadavky a kritéria při použití popílků a výrobků z nich.

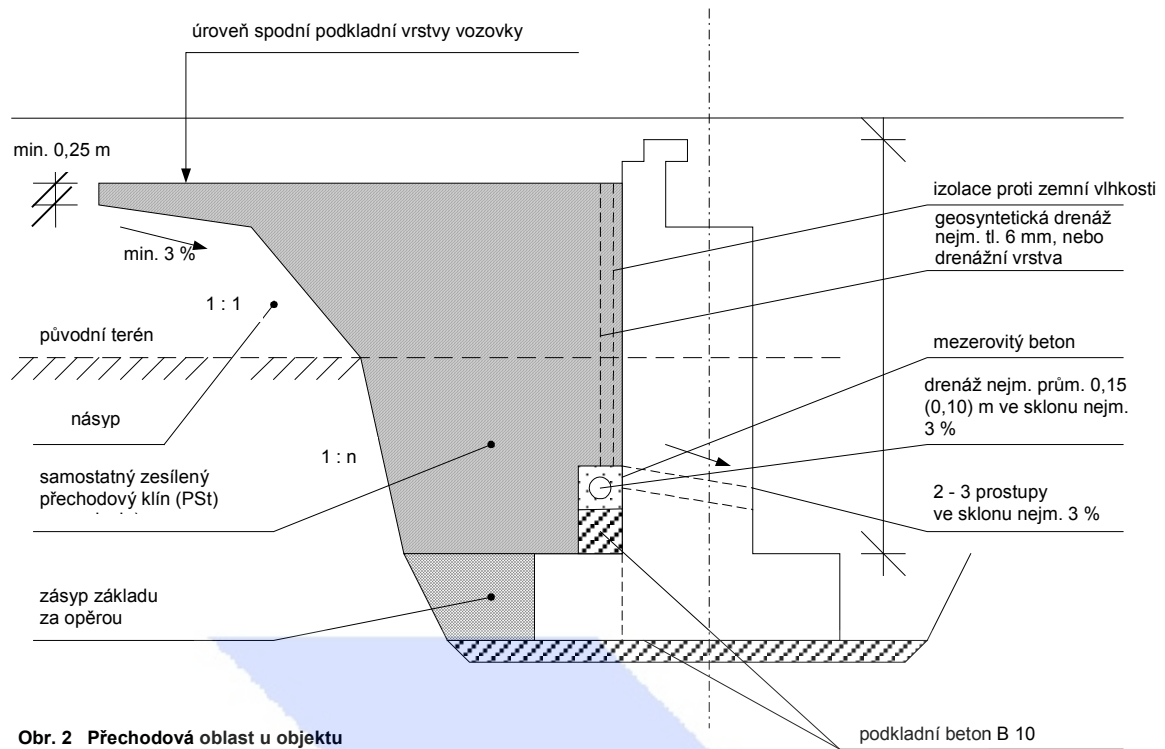
**5.1.2** Vhodnost návrhu zemního tělesa s využitím PP a výrobků z nich se posuzuje s ohledem na účel a místo násypu a na význam komunikace - na podkladě znalosti geotechnických vlastností místních zemín na staveništi a s ohledem na vlastnosti a vzdálenost zdroje PP. PP, FPP a PSt jsou zvlášť vhodné pro navržení násypu na málo únosném a stlačitelném podloží a pro použití do přechodových oblastí mezi násypem a mostní konstrukcí podle ČSN 73 6244 - v důsledku menšího zatížení podloží se dosáhne zmenšení celkové hodnoty a příznivějšího průběhu sedání. Variantní uspořádání násypu je na obr. 1.

PSt se použije do aktivní zóny, do konstrukčních prvků přechodu podle obrázku 2 a 3, tj. do:

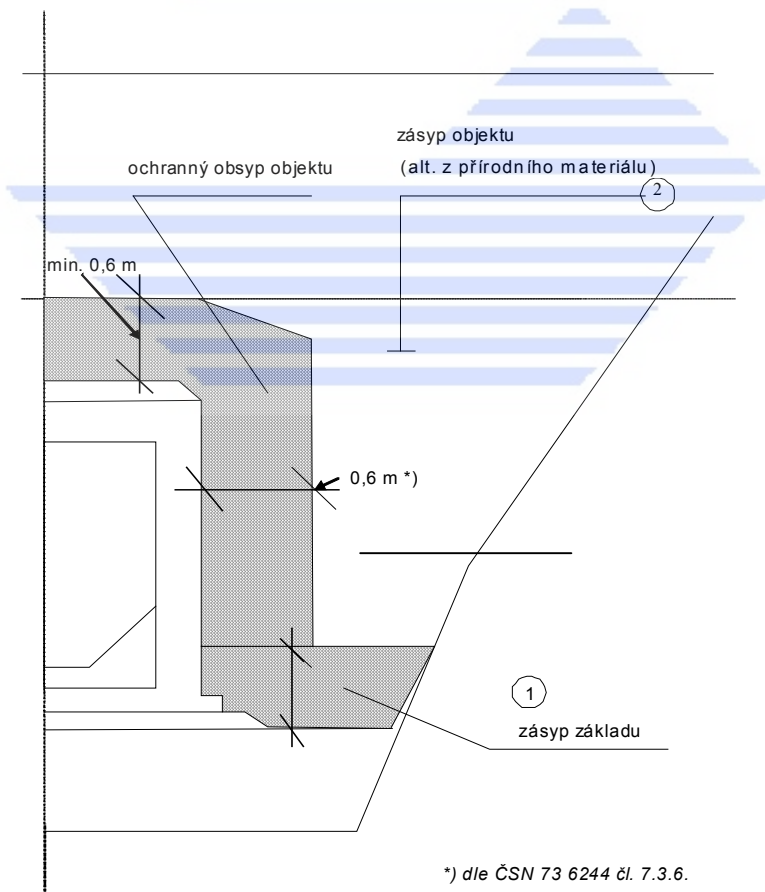
- zásypu základu za opěrou,
- zásypu opěry,
- obsypu objektu s přesypávkou.



Obr. 1 Vzorový řez násypem – varianty při použití PP a výrobků z nich



Obr. 2 Přechodová oblast u objektu



Obr. 3 Zásyp a obsyp objektu s přesypávkou



## **5.2 Konstrukční požadavky pro návrh tělesa PK**

**5.2.1** PP a FPP do násypu lze použít pouze nad hladinou podzemní vody. Proti vzlínivosti vody z podloží je nutné vrstvu popílku chránit těsnicí a/nebo přerušovací vrstvou.

K oddělení materiálu z PP a FPP v násypu od zvodnělého podloží je nutné provést těsnicí vrstvu nebo takovou úpravu, aby vrstva popílku nebo popela byla nejméně 0,5 m nad hladinou podzemní vody (popř. i výměnu podloží z hlediska omezení nadměrného sedání v případě lokálního omezeného výskytu nepoužitelných zemin v podloží dle ČSN 73 6133).

Zemní těsnění se provádí v tloušťce 0,3 m až 0,5 m z materiálů se součinitelem filtrace rovným nebo menším než  $k = 1 \times 10^{-7}$  m/s. U těsnicí vrstvy se požaduje míra zhutnění 100 % PS.

Povrch násypu z popílku musí být chráněn proti erozi a promrzání ochranným přísypem z běžné sypaniny o mocnosti min. 0,6 m.

*POZNÁMKA: Podmínky uvedené v čl. 5.2.1 neplatí pro zeminy upravené popílkem, kde PP, PSt/FPP mají funkci pojiva nebo se použijí pro zlepšení vlhkosti a/nebo zrnitosti.*

**5.2.2** Do částí násypů a obsypů ve styku s podzemní vodou, a při výšce násypu menší než 0,5 m je možno používat pouze PSt, u nějž je prokázáno, že jeho technické vlastnosti se stykem s podzemní vodou nezhoršují. Na kontaktu s hladinou podzemní vody (hvp) lze použít rovněž strusku.

**5.2.3** Pokud nestabilizovaný zhutněný PP nezaručuje dostatečně stabilní násyp, musí se podle zásad konstrukce vrstevnatého násypu podle ČSN 73 6133 střídat konstrukční vrstvy z PP s vrstvami ztužujícími z vhodné zeminy, anebo s vrstvami PSt tloušťky cca 0,15 m až 0,2 m. Vzájemný poměr tloušťek vrstev je nutno v návrhu optimalizovat tak, aby byla zaručena stabilita zemního tělesa v každé fázi výstavby.

Místo vrstevnatého násypu je možné použít jiný i výztužný systém, např. s výztužnými geosyntetiky podle TP 97 (viz obrázek 1).

I když je celková stabilita násypu ze zhutněného PP dostatečná, doporučuje se nejméně po dosažení výšky násypu cca 4 m vybudovat konstrukční ztužující vrstvu.

**5.2.4** Svahy násypu z popílku nebo výrobku z nich musí být opatřeny ochrannou vrstvou ze zeminy proti účinkům povětrnosti (eroze srážkovou vodou, promrzání) – viz čl. 5.3.5.1 Svahy zemního přísypu musí mít takový sklon, aby byla zajištěna jak stabilita vlastního přísypu, tak zajištění stability proti usmyknutí na styku přísypu s popílkovým tělesem.

**5.2.5** Pokud se v podloží násypu nebo zásypu vyskytnou nepoužitelné zeminy, postupuje se v souladu s článkem 6.2 ČSN 73 6133.

**5.2.6** Konstrukční požadavky a další ustanovení týkající se násypů v přechodové oblasti, zásypů a obsypů objektů, jsou souhrnně specifikovány v ČSN 73 6244.

Pro násyp v přechodové oblasti, zásyp nebo obsyp mostních objektů (viz obrázek 2 a 3) lze použít pouze:

- a) popílkový stabilizát, který musí vykazovat odolnost proti mrazu a vodě  $R_C$  v třídě  $C_{1,5/2}$  v cyklech a teplotě zmrazování podle mrazového indexu lokality.
- b) strusku z granuláčních kotlů prokládanou po vrstvách nepřesahujících 1,0 m ztužující vrstvou vhodné zeminy nebo PSt o tloušťce min. 0,15 m.

Pozn.: Použitím technologie a) nebo b) je možno nahradit zesílení přechodového klínu, viz ČSN 73 6244.

**5.2.7** Při použití PSt pro zásyp základu a pro obsyp objektu (popř. potrubí) z betonu je nutné posoudit jejich agresivitu na zasypávanou nebo obsypávanou konstrukci a potrubí podle ČSN EN 206-1.

## **5.3 Provádění násypu, zásypu a obsypu**

**5.3.1** Pro ochranu staveniště před škodlivým účinkem povrchových vod musí se po celou dobu výstavby zajistit jejich odvedení. Srážková voda se odvádí obvykle po povrchu vyspádané a zhutněné vrstvy ke svahům násypu. Povrch násypu má mít proto při navážení sklon do strany



(alespoň 3 %). Denně, před ukončením práce ve směně, je nutno navezenou vrstvu ztuhnout, aby případná srážková voda mohla s násypu stékat. Dojde-li k prosycení povrchu vrstvy srážkovou vodou, je nutno před pokračováním prací veškerý znehodnocený materiál odstranit.

Při deštivém počasí je nutno pozorně sledovat vlhkost PP a v případě nutnosti včas práce přerušit, aby nedošlo k nadměrnému nasycení PP vodou a tím k nebezpečí jeho ztekucení. PSt/FPP se nesmí zpracovávat za trvalého deště, aby nedošlo k narušení jeho zpracovatelnosti i následného zpevňovacího procesu (zrání). Použití PSt je možné i při teplotách pod bodem mrazu, pokud je zajištěno, že technologická vrstva dosáhne předpokládané pevnosti a nebude mrazem narušena. Při pojíždění vrstvy technologickou dopravou není přípustné pojíždění v jedné stopě a otáčení vozidel.

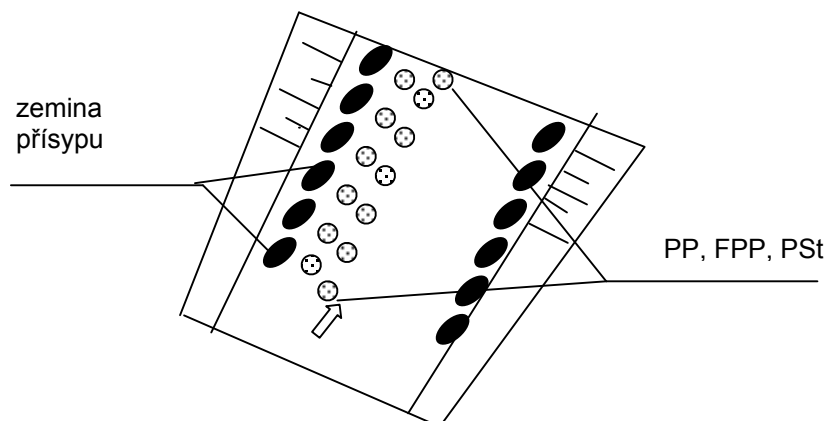
**5.3.2** PP nebo PSt se musí ukládat po vrstvách na plnou šířku násypu v souladu s příslušným příčným řezem a podle 5.3.5.1, a to na takovou délku, která umožní nasazení mechanismů pro rozhrnování a hutnění vrstev o jednotné tloušťce. Pracovní záběr je nutno volit tak, aby ke konci každé směny byla nasypaná vrstva urovnaná a ztuhněna. Zvlhčený PSt musí být zpracován před uplynutím laboratorně stanovené maximální přípustné doby technologické prodlevy (viz. Příloha č. 5).

**5.3.3** Materiál musí být sypán na tloušťku vrstvy (před ztuhnutím) stanovenou ztuhňovací zkouškou podle ČSN 72 1006 příloha H pro stejný typ válce a druh materiálu. Při rozhrnování vrstvy se dodržuje předepsaná tloušťka s tolerancí  $\pm 50$  mm. Pro zpracování PSt musí být vypracován individuální postup dle výsledků příslušných technologických průkazných zkoušek (kupř. stanovení max. přípustné prodlevy mezi zvlhčením a ztuhňováním produktu, stanovení tolerancí vlhkosti v závislosti na  $w_{opt}$  dle zkoušky Proctor Standard a délce dopravy atd.).

**5.3.4** Vlhkost rozprostřeného PP i PSt se musí před zahájením ztuhňovacích prací vyskytovat v intervalu vlhkostí určeném podle výsledků laboratorní zkoušky Proctor Standard, ověřeném povinnou ztuhňovací zkouškou podle 5.3.6.1. Je-li vlhkost PP mimo meze stanovené Proctorovou ztuhňovací zkouškou, je možné pokračovat v pracích až po snížení vlhkosti. Ke snížení nadměrné vlhkosti je možné vrstvu rozrušit a prosušit (za příznivého počasí), přimístit suchý PP, popř. použít příměs vápna, aplikovanou mísením na místě. Při vlhkosti nižší než je přípustná mez, je nutné vrstvu rovnoměrně kropit vodou, promístit frézami, popř. jinými prostředky a ztuhňovat až při vyhovující vlhkosti. Vlhkost PSt připraveného v míchacím centru, nesmí být na staveništi upravována.

### 5.3.5 Svahy násypu z PP, FPP, PSt

**5.3.5.1** Materiály z PP, FPP nebo PSt se do násypů ukládají tak, aby byly svahy násypu překryty přísypem tloušťky min. 0,6 m ze zeminy vhodné popř. podmíněčně vhodné nebo upravené nevhodné zeminy podle ČSN 73 6133. Zemina přísypu se ukládá na podélnou hrázku po vrstvách vždy před sypáním PP, FPP a PSt a v téže vrstvě se rozhrnuje a ztuhňuje buď současně s tímto materiálem (viz schéma na obrázku 4), nebo se nejprve vystaví hrázka a popílek se ukládá mezi ně (viz Příloha 1). Před účinky mrazu musí být dokončená ztuhněná vrstva PSt chráněna přesypáním zeminou, pokud není prokázána odolnost PSt proti mrazu. Při použití strusky není nutné pracovní pláň chránit.



**Obrázek 4 – Schéma sypaní přísypu při technologické vrstvě**

**5.3.5.2** Svahy násypů musí být upraveny tak, aby výsledné sklony odpovídaly sklonům podle dokumentace stavby a byla u nich prokázána vyhovující stabilita dle ČSN EN 1997-1, případně aby splňovaly požadovaný minimální stupeň stability  $F = 1,3$  popř.  $1,5$  (viz ČSN 73 6133).

Pro orientační posouzení bezpečného sklonu svahu se zemním přísypem na násypovém tělese z PP, FPP, PSt lze pro výšku násypu  $h = 6$  m až 9 m použít grafů v Příloze č. 4, a to pro suchý i částečně až zcela nasycený svah, pro uvedené geotechnické parametry násypu i zemního přísypu. Pro mezilehlé výšky je možná interpolace stupně stability.

*POZNÁMKA - Grafy jsou výstupem stabilního výpočtu dle stupně bezpečnosti.*

### **5.3.6 Zhutňování násypu, zásypu a obsypu z PP, FPP nebo PSt**

**5.3.6.1** Tloušťka zhutňované vrstvy materiálu, účinnost a vhodnost zhutňovacího prostředku a potřebný počet pojezdů se stanoví zhutňovací zkouškou podle ČSN 72 1006 příloha H.

*POZNÁMKA - Zhutnitelnost PP i PSt je značně rozdílná - podle zrnitosti a vlhkosti. Proto také pro každý materiál je nutno ověřit účinnost předpokládaného zhutňovacího prostředku.*

**5.3.6.2** Zhutňování zásypu základu za opěrou, zásypu opěry, popř. obsypu objektu FPP, PSt se provádí středně těžkými až lehkými zhutňovacími prostředky (hladkými válci s vibrací, pneumatikovými válci) po vrstvách maximálně 0,30 m tlustých (před zhutněním) nebo dusacími pěchy po vrstvách (tloušťky menší než 0,2 m). Obsyp objektu (je-li PSt použit jako nenamrzavá zemina podle ČSN 73 6133) se zhutňuje vibračními deskami nebo dusacími pěchy po vrstvách (tloušťky menší než 0,2 m) odpovídajících účinnosti použitého prostředku. Přitom se postupuje rovnoměrně po obou stranách objektu a rozdíl mezi vrstvami před a za objektem nesmí přesáhnout 0,5 m.

**5.3.6.3** Při provádění zásypů je nutné zabezpečit odvodnění výkopu a ochránit jej před zaplavením srážkovou vodou.

**5.3.6.4** U PSt v přechodové oblasti se požaduje míra zhutnění dle ČSN 73 6244:

- a) pro zásyp za opěrou (mimo aktivní zónu) minimálně 100 % PS,
- b) pro zásyp základu za opěrou minimálně 95 % PS,
- c) pro obsyp objektu minimálně 100 % PS,
- d) pro aktivní zónu minimálně 100 % PS.

**5.3.6.5** U PP, FPP v násypu se požaduje míra zhutnění min. 95 %. V případě, že toto zhutnění není možno u nestabilizovaného PP dosáhnout, musí se použít PSt. Jiné parametry, jako odolnost proti mrazu a pevnost v tlaku prostém PSt, se předepisují pouze v případě, že tyto vlastnosti vyžaduje dokumentace stavby nebo zvláštní technické kvalitativní podmínky pro příslušný konstrukční prvek (viz. Příloha č. 2).

### **5.3.7 Opatření při přerušení prací**

**5.3.7.1** Po přerušení sypání PP na dobu delší než týden musí se vrchní vrstva znovu zhutnit stanoveným počtem pojezdů válce, popř. po nezbytné úpravě vlhkosti, znovu zkontrolovat míru zhutnění a pak je přípustné pokračovat v sypání další vrstvy. Rovněž je nutné během přerušení prací zamezit prášení (kropením povrchu, přikrytím vrstvou zeminy apod.).

Při přerušení prací na delší dobu je vhodné provést opatření zamezující nakypření povrchové vrstvy násypu spočívající např. ve vytvoření ztužující vrstvy, v úpravě horní vrstvy PP pojivem, přesypání ochranou zemní vrstvou proti promrznutí, vysušení apod.

Po přerušení prací s PSt a FPP je třeba před zahájením sypání další vrstvy provést vizuální kontrolu a případně narušenou povrchovou vrstvu odstranit.

**5.3.7.2** Není přípustné vybudovat násyp z PP před zimním obdobím bez úpravy až po úroveň aktivní zóny. Sypání násypu je vhodné ukončit cca 1 m pod úroveň zemní pláně a provést opatření podle 5.3.7.1.

### **5.3.8 Povětrnostní podmínky**

**5.3.8.1** Do zemního tělesa není dovoleno ukládat zmrzlý nebo deštěm či sněhem promáčený PP popř. převlhčený materiál z nedostatečně odvodněného složiště. Pro použití PP, FPP s větší vlhkostí platí ustanovení čl. 5.3.4, použití PSt je omezeno požadavky čl. 5.3.1, týkajícími se povětrnostních podmínek. Při použití PSt nebo FPP, které při zpracování vyvíjejí teplo, lze tyto materiály zpracovávat i při teplotách nižších než + 5 °C. Až do nabytí požadované pevnosti PSt nesmí dojít k promrznutí.

## **6. AKTIVNÍ ZÓNA A PLÁŇ**

### **6.1 Všeobecně**

Do aktivní zóny může být použit pouze PSt, FPP nebo zemina upravená PSt/FPP.

### **6.2 Konstrukční požadavky**

Při použití PSt jsou základní požadavky uvedeny v ČSN 73 6133. Podrobnosti jsou v příloze č. 1 těchto TP a v příslušném technologickém předpisu.

### **6.3 Provádění**

**6.3.1** Pláň tělesa PK musí být provedena v předepsaných příčných a podélných sklonech a výškových tolerancích a v souladu se směrovým vytyčením. Pláň musí být upravena tak, aby tvořila rovný, homogenní povrch a vyhověla požadavkům na povrchové nerovnosti (viz kapitola 4 TKP).

**6.3.2** V celé mocnosti aktivní zóny musí být dodržen předepsaný stupeň zhutnění min. 100 % PS. Na povrchu pláně musí být dosažen předepsaný modul přetvárnosti z druhého zatěžovacího cyklu  $E_{def,2} = 45$  MPa, pokud dokumentace stavby nestanoví hodnoty vyšší.

Žádná z naměřených hodnot modulu přetvárnosti pláně nesmí být nižší o více než 10 % od předepsané hodnoty. Hodnot menších než předepsané kritérium nesmí být více než 10 %. Zatěžovací zkouška se provádí až po vytvrzení vrstvy, v závislosti na použitém materiálu.

**6.3.3** Dokončená pláň musí být ze strany zhotovitele chráněna. Sklárky stavebního materiálu jsou na pláni zakázány.

Přejezdy vozidel po dokončené pláni musí být minimalizovány. Pokud nedošlo před zimním obdobím k zakrytí pláně stmelovou vrstvou konstrukce vozovky, je třeba z takové pláně v další sezóně odstranit narušenou vrstvu a doplnit do předepsaného výškového příčného a podélného řezu čerstvě dovezeným PSt/FPP, s předepsanou kontrolou dle čl. 6.3.2. Tato úprava podléhá odsouhlasení objednatelům z hlediska zhutnění, výškového uspořádání a rovnosti.

## **7. PODKLADNÍ VRSTVY VOZOVEK**

### **7.1 Všeobecně**

**7.1.1** PSt/FPP lze použít jako stabilizovanou podkladní vrstvu vozovky jak samostatně, tak jako součást směsi ve smyslu ČSN EN 14227-4

### **7.2 Konstrukční požadavky**

**7.2.1** Podklad pro konstrukční vrstvu z PSt/FPP musí splňovat požadavky pro aktivní zónu stanovené dokumentací stavby v souladu s článkem 6 těchto TP a TKP 5 (Podkladní vrstvy). Konstrukční postup musí zhotovitel stavby popsat v technologickém předpisu.

### **7.3 Provádění**

**7.3.1** Požadavky na provádění podkladních vrstev z PSt/FPP jsou uvedeny v technologickém předpisu zpracovaného zhotovitelem.

## **8. ZKOUŠENÍ**

### **8.1 Druhy zkoušek**

Požadované vlastnosti vstupních materiálů (PP, FPP, aditiva, vody, případně kameniva), dále PSt i hotových částí konstrukce PK, v nichž bylo použito těchto materiálů, se ověřují zkouškami průkaznými a kontrolními.

Materiály, určené pro zabudování do zemního tělesa a konstrukce vozovky, musí být doloženy certifikáty a protokoly průkazných zkoušek podle příslušných norem a těchto TP v souladu s platnými předpisy. Certifikáty a protokoly o průkazných a kontrolních zkouškách jsou též podkladem k převzetí stavby a její části.

**8.1.1 Průkazní zkoušky směsí.** PP a FPP musí být dodán s prohlášením o shodě a protokoly průkazných zkoušek dle čl. 8.2 těchto TP. Posouzení shody vstupních materiálů (PP, FPP, aditiva a vody) odpadá, je-li posuzována shoda výrobku (PSt).

Průkazními zkouškami se potvrzuje shoda vlastností výrobku s požadavky technických předpisů pro jejich použití. Zajišťuje je zhotovitel u laboratoře se způsobilostí dle metodického pokynu SJ-PK čj. 20840/01-120 část II/3 ve znění pozdějších změn. Druhy průkazných zkoušek materiálu a výrobků jsou uvedeny v čl. 8.2 a v příloze č. 1.

**8.1.2 Kontrolní zkoušky.** Kontrolními zkouškami se prokazuje shoda vlastností materiálu (směsí) během stavebního zpracování s výsledky průkazných zkoušek materiálu i s požadavky ostatních předpisů pro stavební provedení.

**8.1.3 Kontrolními zkouškami** hotových vrstev se kontrolují dosažené vlastnosti vrstvy při ukončeném zpracování materiálu v zemním tělese PK.

Doporučuje se, aby cca 20 % z celkového počtu kontrolních zkoušek provedla nezávislá zkušebna – mimo podnik zhotovitele, s příslušnou způsobilostí dle metodického pokynu MD ČR viz [www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz).

### **8.2 Průkazní zkoušky směsí (laboratorní)**

**8.2.1** Za průkazní zkoušky PP z odkališť (složišť) slouží výsledky zkoušek z geotechnického průzkumu dle TP 76.

**8.2.2** Technické požadavky na zkoušky PP a PSt/FPP pro těleso násypů jsou sestaveny v tab. č. 2, na PSt/FPP, pro ostatní konstrukce PK jsou v tab. č. 3. Množství průkazných zkoušek musí charakterizovat daný materiál, zkoušky se provádějí při každé změně materiálu.

**Tabulka č. 2 – Základní průkazní zkoušky PP, FPP a PSt pro těleso násypu**

Zkouška	Parametr	Požadovaná hodnota	Norma/předpis
Zrnitost */	křivka zrnitosti	Není stanovena	ČSN CEN ISO/TS 17892-4
Zkouška Proctor-Standard (PS)	max. $\rho_d$ , $W_{opt}$	95 % max. $\rho_d$	ČSN EN 13286-2
Pórovitost */	$n\% = (1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}) \cdot 100$	$n \leq 65\%$ při zhutnění 95 % PS	
Únosnost CBR	index CBR po 4 denním uložení na vzduchu při zabránění odpařování	CBR <sub>10</sub> při 95 % PS u PP	ČSN EN 13286-47
	index CBR <sub>sat</sub> po 4 denním sycení vodou**/	CBR <sub>15</sub> při 95 % PS u PSt/FPP (po 7 dnech uložení ve vlhku a následném sycení)	
Objemové změny	% bobtnání v CBR válci	LS <sub>5</sub>	ČSN EN 13286-47
Analýza výluhů	Zastoupení prvků (v mg/l)	viz. tab. č. 1	

\*/ U PSt odpadá

\*\*/ Pokud se průběžným měřením prokáže, že sycení vzorku je ukončeno dříve, je možné zkoušku CBR provést za kratší dobu než za 4 dny.

**8.2.3** Pro aktivní zónu, podkladní vrstvy vozovky a ostatní konstrukční prvky dle čl. 5.1.2 může být použit pouze PSt/FPP. Kromě zkoušek uvedených v tab. 2 se provedou ještě doplňující zkoušky podle tab. č. 3.

**Tabulka č. 3 – Doplňující průkazní zkoušky PSt/FPP pro aktivní zónu, obsypy a zásypy objektů, přechodové oblasti mostů, spodní podkladní/ochranné vrstvy**

Zkouška	Parametr	Požadovaná hodnota	Norma
Zkouška Proctor-Standard (PS)	Max. $\rho_d$ $W_{opt}$	100 %	ČSN EN 13286-2
Zkouška pevnosti v tlaku */	pevnost v tlaku $R_c$ MPa	$C_{1,5/2}$	ČSN EN 14227-14
Odolnost proti mrazu a vodě */	pevnost po nasycení ve vodě MPa **/	$C_{0,8/1}$	
Objemové změny - bobtnání	bobtnání	< 3 % ***/	příloha 2
Délka technologické prodlevy	doba tuhnutí	dle příl. 4	příloha 4
Modul přetvárnosti ze zatěžovací zkoušky ****/	$E_{def 2}$	$\geq 45$ MPa	ČSN 72 1006, A

\*/ zkouší se až po úplném vytvrzení vzorku (7 – 90 dní)

\*\*/ zjišťuje se postupem dle přílohy NB ČSN EN 14227-5

\*\*\*/ zkouší se až 3 dny po nahutnění a zrání v klimatizační komoře

\*\*\*\*/ zkouší se na technologické vrstvě po zhutnění



### 8.3. Kontrolní zkoušky zpracovaného materiálu (vrstvy)

**8.3.1** Součástí kontrolních zkoušek materiálu je povinná zhutňovací zkouška prováděná podle ČSN 72 1006 (1998) příloha H k ověření závěrů a předpokladů učiněných na základě laboratorních zkoušek. Dále slouží k ověřování navržené zhutňovací technologie (typ válce, tloušťka vrstvy před zhutněním, atp.) a k ověření dosažitelných geotechnických parametrů zhutněného PP nebo PSt. Provádí se 1x za stavbu nebo při změně technologie nebo materiálu.

**8.3.2** Druhy kontrolních zkoušek pro ověřování nestabilizovaných PP v násypu jsou uvedeny s druhy průkazných zkoušek v čl. 8.2. Četnost kontrolních zkoušek je uvedena v tabulce č. 4.

**Tabulka č. 4 – Četnost kontrolních zkoušek PP**

Zkouška	Min. četnost *)
Vlhkost	1x na 500 m <sup>3</sup> min. 1x denně
Míra zhutnění	1x na 1 600 m <sup>3</sup> nebo 4000 m <sup>2</sup> , min. 3x denně
IBI (pouze u ztuzující vrstvy násypu)	1x na 1 000 m <sup>3</sup> nebo 1 x denně
Chemický rozbor (výluhy)	1x na každou stavbu

\*) Platí pro čtyř a vícepruhové komunikace. U ostatních PK může dokumentace počet zkoušek upravit.

**8.3.3** Charakteristika kontrolních zkoušek PSt v tělese násypu je popsána články 8.1.2 a 8.1.3. Kontrolní zkoušky PSt se provádějí v potřebném rozsahu a četnosti jako součást kontrolních zkoušek finálního produktu (vrstvy), tj. během a po jejich stavebním zpracování. V souladu s ustanoveními ČSN 73 6133 jsou tyto zkoušky uvedeny v tabulce č. 2 a 3 a jejich četnost je specifikována v tab. č. 5.

**Tabulka č. 5 – Četnost kontrolních zkoušek PSt**

Zkouška	Četnost
Vlhkost	1x na 1 250 m <sup>2</sup> zpracovávané vrstvy
Míra zhutnění	1x na 4 000 m <sup>2</sup> zpracovávané vrstvy
Modul přetvárnosti*)	1x na 100 bm dopravního pásu

\*) Pouze na pláni násypu

**8.3.4.** Na povrchu aktivní zóny (pláni PK) se dále kontroluje:

- objemová hmotnost a vlhkost ke stanovení míry zhutnění dle ČSN 72 1006 (minimální požadovaná hodnota  $D \geq 100 \% PS$ ),
- modul přetvárnosti z druhé zatěžovací větve s četností provádění dle TKP 4,
- nerovnosti pláně dle TKP 4.

### 8.3.5 Podkladní/ochranná vrstva z PSt

Pro zkoušky hotové podkladní vrstvy z PSt platí TKP 5.

### 8.3.6 Přejímová oblast

Při zpracování PSt do zásypu za opěrou, zásypu základu za opěrou, popř. obsypu objektu se kontroluje míra zhutnění a objemová hmotnost podle ČSN 72 1006 zkouškami s minimální četností a v těchto profilech:

- a) zásyp základu za opěrou: nejméně na jednom místě zhutňované vrstvy,
- b) zásyp za opěrou: ve 3 profilech na každé zhutňované vrstvě, nejméně na jednom místě zkoušeného profilu, přičemž jednotlivé profily musí být nejméně 5 m od sebe. Zkoušené profily

se nachází ve vzdálenostech: 1 m od rubu opěry, dále ve vzdálenosti rovnající se 3/4 výšky násypu (zásypu) a 1,5 násobku výšky násypu,  
c) obsyp opěry (přesypaného objektu): nejméně na jednom místě zhutňované vrstvy.  
Předepsané hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 3 a čl. 5.3.6.4 těchto TP.

## **9. ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

Po odsouhlasení a převzetí prací platí všechna příslušná ustanovení, uvedená v předpisech pro konstrukce zemních těles v PK z přírodních zemních materiálů, viz. TKP 4 a TKP 5.

## **10. ENVIRONMENTÁLNÍ POŽADAVKY**

**10.1** Obecné požadavky a souhrn zákonných opatření jsou v kap. 1 TKP.

**10.2** Při pracích na staveništi je povinností zhotovitele při manipulaci se škodlivými látkami a následně při zneškodňování odpadů postupovat v souladu se zákonem 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů a prováděcími předpisy. Všechny druhotné materiály zabudované do zemního tělesa musí splňovat ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů a souvisejících právních předpisů uvedených v TKP 1.

**10.3** V průběhu výstavby nesmí docházet k nadměrnému znečišťování povrchových vod a ohrožování kvality podzemních vod. Zhotovitel musí dodržovat zejména ustanovení uvedená v zákonu č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ve znění nařízení vlády 229/2007 Sb. (TP 83 Odvodnění PK).

**10.4** Při těžbě, úpravě a ukládání PP/FPP a směsí z PP/FPP musí zhotovitel zvolit takovou techniku, aby nedošlo k porušení zákona č. 258/2000 Sb. a nařízení vlády č. 502/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a zákona č. 349/2004 Sb. Stroje a vozidla musí být v řádném technickém stavu, aby nedocházelo k úniku olejů, maziv a pohonných hmot.

**10.5** Při dopravě a zpracování PP/FPP do zemního tělesa PK může docházet ke zvýšené prašnosti, zejména při suchém, teplém a větrném počasí. Vozidla proto musí být vybavena plachtami k zakrytí přepravovaného PP/FPP na korbě nákladního auta. Navezený PP/FPP se musí bezodkladně rozhrnout a zhutnit, aby nedošlo ke ztrátě vlhkosti, která zabraňuje prašnosti. Staveniště a jeho okolí je rovněž zatěžováno emisemi z provozu stavebních strojů, prachem, uvolňováním prchavých látek a dalšími druhy znečištění ovzduší.

**10.6** Zhotovitel je povinen se řídit ustanoveními zákona č. 86/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Zejména musí dbát na to, aby:

- motory automobilů a stavebních strojů byly v dobrém technickém stavu a jejich emise nepřekračovaly přípustné meze,
- všechna pracoviště byla udržována v čistotě,
- pojízdné zpevněné plochy byly pravidelně čištěny,
- pojízdné nezpevněné plochy byly ošetřovány (např. kropením) s cílem omezit prašnost na nejmenší - možnou míru,
- veřejné komunikace u výjezdů ze staveniště, případně jejich úseky používané staveništní dopravy byly chráněny před znečištěním a řádně udržovány,
- na stavbě se omezilo používání materiálů s neekologickými prchavými a ropnými látkami,
- zneškodnění odpadů bylo prováděno na vhodných místech a povoleným způsobem

## **11. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI**

**10.1** Požadavky na bezpečnost práce a ochranu zdraví pracovníků, bezpečnost technických zařízení, jakož i na požární ochranu, obecně stanoví kapitola 1 TKP.



**10.2** Podle charakteru stavby (objektu) je třeba na každé stavbě zajistit ochranu zdraví a bezpečnost pracovníků a provést příslušná školení bezpečnosti práce podle profesí na stavbě.

**10.3** Při přepravě PP a suchých směsí pro výrobu PSt je nutno zabránit znečišťování ovzduší vhodnými prostředky (např. zkrápěním, plachtami, volbou vhodných dopravních prostředků apod.).

**10.4** Pro těžbu ve složišti/odkališti platí zásady stanovené dokumentací stavby. V žádném případě nesmí nastat podkopání paty těžební stěny. Pokud dojde k zestržení přípustného sklonu svahu, musí se řešit způsob bezpečné sanace.

**10.5** Pokud se těží PP v odkališti, kde hladina podzemní vody je nad úroveň báze těžby, je nutné posoudit vliv ořesů, vnikajících při těžbě na případné ztekucení PP. Těžební stroje musí stát na rostlém terénu, nebo na suché popílkové pláži v dostatečné vzdálenosti, aby nedošlo k jejich hrožení případnou deformací těžební stěny.

## **12. CITOVANÉ A SOUVISÍCÍ NORMY**

ČSN 07 7002 Likvidace tuhých zbytků po spalování uhlí

ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin

ČSN 72 1010 Stanovení objemové hmotnosti zemin. Laboratorní a polní metody

ČSN 72 1018 Laboratorní stanovení relativní ulehlosti nesoudržných zemin

ČSN 72 1191 Zkoušení míry namrzavosti zemin

ČSN 73 6100-1 Názvosloví pozemních komunikací - Část 1: Základní názvosloví

ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic

ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN 73 6244 Přechody mostů pozemních komunikací

ČSN 75 3310 Odkaliště

ČSN EN 196-3+A1 Metody zkoušení cementu – Část 3: Stanovení dob tuhnutí a objemové stálosti

ČSN EN 206-1 Beton. Specifikace, vlastnosti, výroba, shoda

ČSN EN 450-1+A1 Popílek do betonu – Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody

ČSN EN 450-2 Popílek do betonu – Část 2: Hodnocení shody

ČSN EN 451-1 Metoda zkoušení popílku - Část 1 – Stanovení obsahu volného oxidu vápenatého

ČSN EN 451-2 Metoda zkoušení popílku - Část 2 – Stanovení jemnosti proséváním za mokra

ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 12457-1 Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 1: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 2 l/kg pro materiály s vysokým obsahem sušiny a zrnitostí menší než 4 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním)

ČSN EN 12457-2 Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 2: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 4 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním)

ČSN EN 12457-3 Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 3: Dvoustupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 2 l/kg a 8 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 4 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním)

ČSN EN 12457-4 Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 4: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 10 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním)

ČSN EN 12920+A1 Charakterizace odpadů – Metodický postup pro stanovení vyluhovatelnosti odpadů za definovaných podmínek

ČSN EN 13286-2 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti – Proctorova zkouška

ČSN EN 13286-45 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 45: Zkušební metody pro stanovení doby zpracovatelnosti směsí stmelovaných hydraulickými pojivy

- ČSN EN 13286-47 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 47: Zkušební metody pro stanovení kalifornského poměru únosnosti, okamžitého indexu únosnosti a lineárního bobtnání
- ČSN EN 13286-49 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 49: Zkušební metody pro stanovení zrychleného bobtnání zemín zlepšených vápnem a/nebo hydraulickými pojivy
- ČSN EN 14227-3 Směsi stmelené hydraulickými pojivy – Specifikace – Část 3: Směsi stmelené popílkem
- ČSN EN 14227-4 Směsi stmelené hydraulickými pojivy – Specifikace – Část 4: Popílký pro směsi stmelené hydraulickými pojivy
- ČSN EN 14227-14 Směsi stmelené hydraulickými pojivy – Specifikace – Část 14: Zeminy upravené popílkem
- ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 1: Stanovení vlhkosti zemín
- ČSN CEN ISO/TS 17892-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 2: Stanovení objemové hmotnosti jemnozrnných zemín
- ČSN CEN ISO/TS 17892-3 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 3: Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic zemín pomocí pyknometru
- ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 4: Stanovení zrnitosti zemín
- ČSN CEN ISO/TS 17892-7 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 7: Zkouška pevnosti v prostém tlaku u jemnozrnných zemín
- ČSN CEN ISO/TS 17892-11 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 11: Stanovení propustnosti zemín při konstantním a proměnném spádu

### **Souvisící zahraniční normy**

ASTM E 2277-03 Standard Guide for Design and Construction of Coal Ash in Structural Fills

### **Citované a souvisící právní předpisy**

- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů
- Zákon 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů rozvojových koncepcí a programů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny a vyhláška MŽP ČR č.395/1992 Sb., kterou se provádí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.289/1995 Sb., o lesích (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.48/1982 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízeních při stavebních pracích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů v platném znění
- Vyhláška č.104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška SÚJB č. 499/2005 Sb. o radiační ochraně
- Vyhláška č. 13/2009 Sb., o stanovení požadavků na kvalitu paliv pro stacionární zdroje z hlediska ochrany ovzduší
- Nařízení vlády č. 312/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky
- Obchodní zákoník č.513/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 1907/2006 o registraci, hodnocení a povolování a omezování chemických látek

## **Citované a související resortní předpisy**

Směrnice pro dokumentaci staveb pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy, ve znění Dodatku č. 1

Technické podmínky Ministerstva dopravy (TP)

TP 53 Protierozní opatření na svazích pozemních komunikací

TP 76 Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace

TP 94 Úprava zemin

TP 97 Geosyntetika v zemním tělese PK

TP 146 Povolování a provádění výkopů a zásypů rýh pro inženýrské sítě ve vozovkách PK

TP 170 Navrhování vozovek PK

Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy ČR

TKP 4 – Zemní práce

TKP 5 – Podkladní vrstvy

Vzorové listy staveb pozemních komunikací

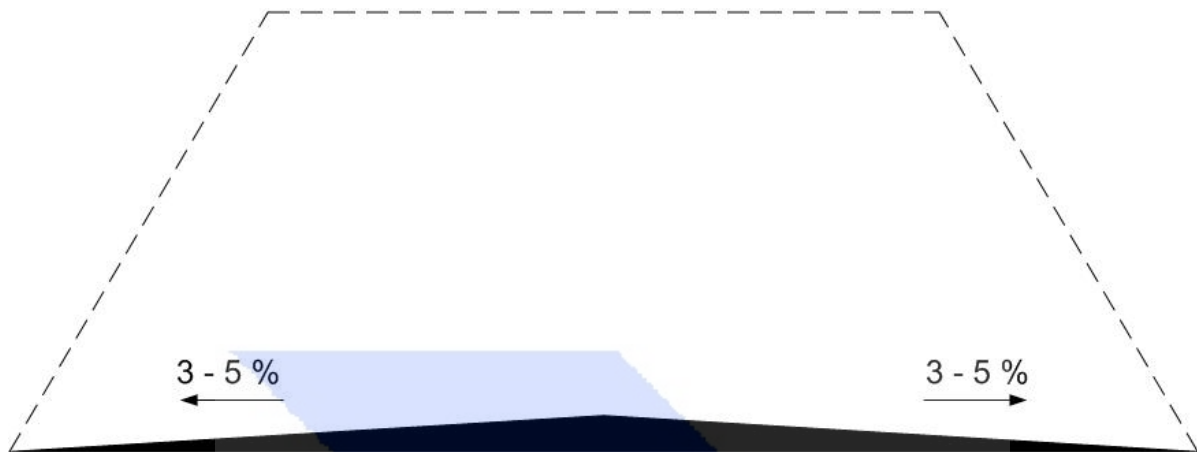
VL2 Silniční těleso, Dopravoprojekt

[www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz) Politika jakosti pozemních komunikací

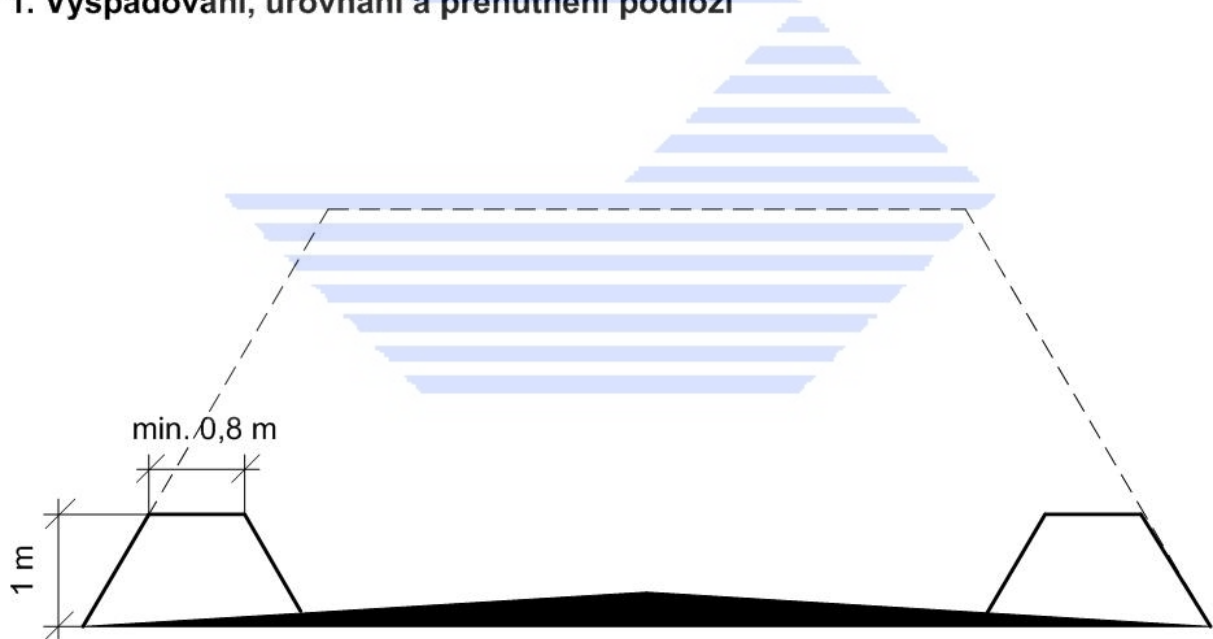


## PŘÍLOHA 1

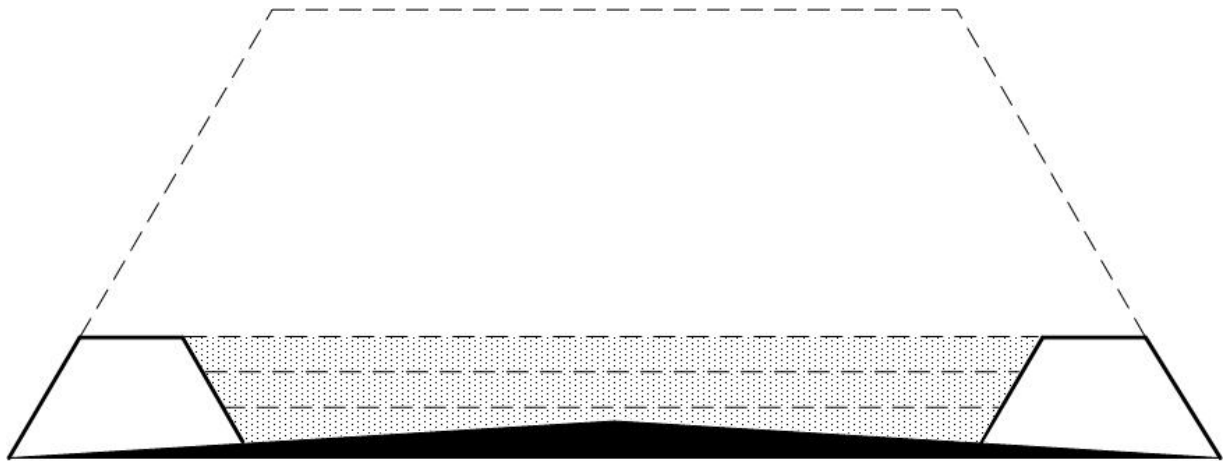
### Postup výstavby zemního tělesa pozemních komunikací z popílku



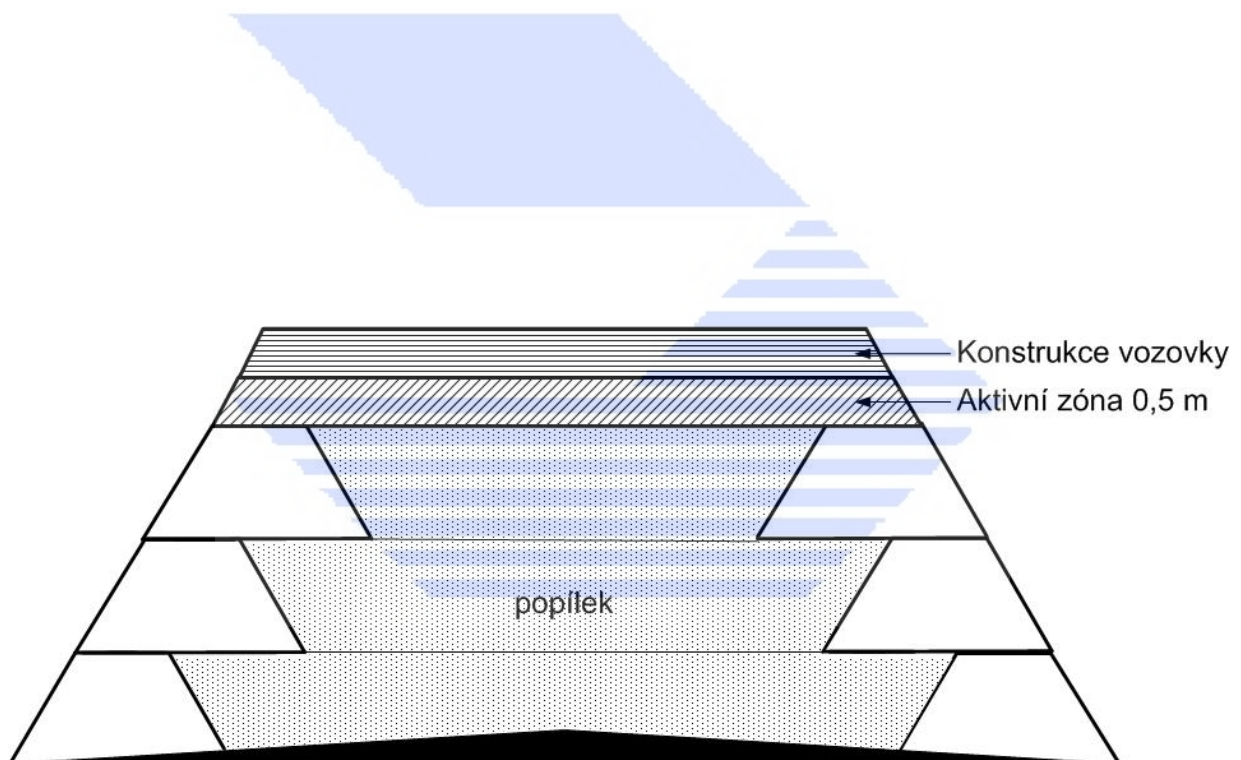
#### 1. Vyspádování, urovnání a přehutnění podloží



#### 2. Vybudování základních hrázek z běžné zeminy



**3. Navezení vrstvy popílku mezi hrázky a zhutnění.  
Vrstva cca 0,30 - 0,35 m**



**4. Dokončení zemního tělesa z popílku, aktivní zóna z vhodné zeminy splňující kritéria  $E_o = 45$  MPa při 100 % zhutnění**

## PŘÍLOHA 2

### Popílkový stabilizát (PSt)

#### 1. Všeobecně

**1.1.** Základní složkou PSt jsou PP a FPP. Prvotní směs PP nebo FPP s pojivem (např. vápno, cement) po přidání vody tvrdne. (Stabilizát z fluidního popílku má i samotuhnoucí schopnost). Při tom může docházet k tvorbě ettringitu, který způsobuje objemové změny).

Podle složení směsi a vzájemného poměru komponentů, množství přidané vody a způsobu zpracování vzniká hmota, podobná svou pevností i dalšími fyzikálními vlastnostmi (propustnost, hmotnost, tepelná vodivost) lehčeným betonům.

FPP obsahuje kromě nerostných zbytků ze spalované směsi tuhého paliva (mletého uhlí) s vápencem sloučeniny, vzniklé z chemických reakcí probíhajících při odsiřovací procesu. Je to zejména uhličitán vápenatý ( $\text{CaCO}_3$ ), volné vápno ( $\text{CaO}$ ) a síran vápenatý ( $\text{CaSO}_4$ ).

Z hlediska použitelnosti PP a FPP jako PSt, je důležitý především obsah volného vápna, který ovlivňuje jeho vytvrzování.

Vysokoteplotní PP se zpravidla těží z deponie nebo z odkaliště, nad hladinou podzemní vody nebo odebírá ze zásobníků v elektrárnách. Jeho zrnitostní složení se mění v širokých mezích, odvislých od podmínek sedimentace na odkališti. Tento materiál je většinou možno bez dalších úprav používat pouze do násypů.

Zvlhčený PSt se zhutňuje jako přírodní zemní materiál. Obvykle se k jeho zhutňování používají hladké válce s vibrací nebo bez vibrace a tandemové pneumatikou válce.

**1.2.** Jako **pojivo** lze použít Portlandský a Portlandský struskový cement (ČSN EN 197-1), pomalu tuhnoucí pojivo, vápenný hydrát, vápno hydraulické, směsné hydraulické pojivo nebo odpadní vápenné hydráty. Dávkování pojiv musí být určeno průkaznými zkouškami.

**1.3.** Pro vlhčení PSt se může používat **voda**, splňující požadavky ČSN EN 206,-1 dále i voda z technologického procesu (REA voda), pokud je prokázáno že nemá nepříznivý vliv na fyzikální nebo ekologické vlastnosti výrobku, viz čl. 3.4. těchto TP.

#### 2. Popílkový stabilizát – příprava, složení, užití, úprava

**2.1.** Použití PSt v konstrukcích PK je přehledně shrnuto v tabulce č. 1. Podrobně je popsáno v příslušných článcích těchto TP ve vztahu k jednotlivým částem konstrukce PK.

**Tabulka č. 1 Užití popílkového stabilizátu v konstrukcích pozemních komunikací**

Konstrukční část PK	Předpis	Poznámka
Těleso násypu (mimo aktivní zónu)	ČSN 73 6133, TKP 4, TP 94	možno použít i PP
Aktivní zóna	ČSN 73 6133, TKP 4	pouze PSt
Konstrukce vozovky: podkladní a ochranné vrstvy	ČSN EN 14227-3, -4 TKP 5	
Obsypy objektů, přechodové oblasti	ČSN 73 6244, TKP 4, TP 94	

**2.2.** PP z granulačních kotlů, vznikající při teplotách spalování  $> 1\,000\text{ °C}$ , je nutno aditivovat pojivem (vápno, cement), aby se stabilizát vytvrzoval. Popílek z fluidního spalování je vzhledem ke zvýšenému obsahu volného  $\text{CaO}$  a dalších sloučenin, vzniklých při odsiřování spalin ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ) schopen samovytržování při zvlhčení.

**2.3.** Poměr jednotlivých složek – PP nebo FPP – aditiva – voda – je u výrobků, připravovaných v míchacím centru producenta stanoven v receptuře. Dodavatel garantuje v prohlášení o



shodě a v dodacím listu požadované vlastnosti materiálu. Úprava vlhkosti během zpracování je nepřijatelná a nesmí být překročena max. technologická prodleva (viz. Příloha č. 5) do zpracování.

**2.4.** Pokud se připravuje směs pro PSt mísením jednotlivých složek přímo na staveništi, dávkuje se pojivo na vrstvu popílku z cisterny, rozmíchává se zemní frézou, skrání autokropičkou a ihned hutní. Obvyklé množství pojiva (vápno, cement) je 2 – 4 %, optimální vlhkost bývá zpravidla 30 – 40 %.

**2.5.** Zpracovatelnost směsi a vlastnosti zhutněného PSt se určují laboratorními zkouškami před zhutňovací zkouškou. Druhy zkoušek a požadované technické vlastnosti PSt po zpracování jsou uvedeny v kapitole 8 (Průkazní zkoušky). Tyto vlastnosti se zkouší po vytvrzení stabilizátu.

Doba zrání vzorků pro zkoušky:

- U PSt z fluidního popílku je to 28, 60, 90 dní pro sérii zkoušek v prostém tlaku a 60 a 90 dní pro zkoušky mrazuvzdornosti. U ostatních druhů PSt se řídí podle ČSN EN 14227-14 v závislosti druhu pojiva a činí 7 nebo 28 dní pro zkoušky v prostém tlaku, pro zkoušky mrazuvzdornosti 28 nebo 60 dní.

**2.6.** Vzhledem k tomu, že chemický proces tuhnutí a tvrdnutí PSt začíná probíhat ihned po zvlhčení směsi, je nutné určit max. délku tzv. technologické prodlevy, po jejímž proběhnutí je negativně ovlivněna zpracovatelnost směsi. Příslušná zkouška je uvedena v Příloze č. 5.





## PŘÍLOHA 3

### Objemové změny (bobtnavost) popílkového stabilizátu

#### 1. Účel zkoušky

Předmětem zkoušky je informativní stanovení součinitele lineární nebo objemové bobtnavosti. U stabilizátů z FPP je tato zkouška povinná.

Bobtnání je zvětšování objemu stabilizátu způsobené fyzikálně-chemickými pochody v materiálu (popř. i dodatečným nasáváním vody).

#### 2. Zkušební zařízení

Laboratorní zařízení pro zkoušku CBR – moždíř a ostatní vybavení, používané pro přípravu a provedení zkoušky CBR dle ČSN EN 13286-47.

#### 3. Zkušební metodika – příprava vzorku a postup zkoušky

**3.1.** Směs, zvlhčená na  $w_{opt}$  dle zkoušky PS se zhutní ve válci CBR energií Proctor standard (PS). Bobtnání se měří po 3 dnech zrání ve vlhkém prostředí, při teplotě  $20 \pm 2$  °C, stejným postupem, jako při zkoušce CBR, tj. měří se změna výšky povrchu zhutněného, sycené vzorku, zatíženého zátěží. Na indikátorových hodinkách se odečítají údaje až do ustálení deformací.

**3.2** U stabilizátů z FPP se vzorky nechají zrát 48 hod., 7, 28, 60 a 90 dní a pak se sytí vodou 3 dny, popř. až do odeznění deformací. V uvedených časových intervalech se měří výšky vzorku. Zkouška se provádí min. na 3 vzorcích.

#### 4. Vyhodnocení zkoušky bobtnání

Celkové lineární nabobtnání se vyjadřuje v parametrech původní výšky vzorku ( $\equiv$  hloubky moždíře CBR).

Ze zkoušky je možno určit:

- součinitel lineárního bobtnání  $b_t$
- součinitel objemového bobtnání  $B_t$
- časový průběh bobtnání – závislost  $b_t$  ( $B_t$ ) na čase  $t$ .

$$b_t = \frac{\Delta l_{x,t}}{l_1}$$

$$B_t = \frac{\Delta V_t}{V_1}$$

$l_1$  ..... původní výška vzorku

$l_t$  ..... výška vzorku po uplynutí doby  $t$

$V_1$  ..... objem vzorku

$$\Delta l_{x,t} = l_t - l_1$$

- součinitel lineárního bobtnání  $b_t$ :

$$b_t = \frac{\Delta l_{x,t}}{l_{x,1}}$$

$l_{x,1}$  = počáteční délka vzorku ve směru  $x$   
 $\Delta l_{x,t}$  = změna délky ve směru  $x$  za čas  $t$

- součinitel objemového bobtnání  $B_t$ :

$$B_t = \frac{\Delta V_t}{V_1}$$

$V_1$  = počáteční objem vzorku  
 $V_t$  = změna objemu vzorku v čase  $t$

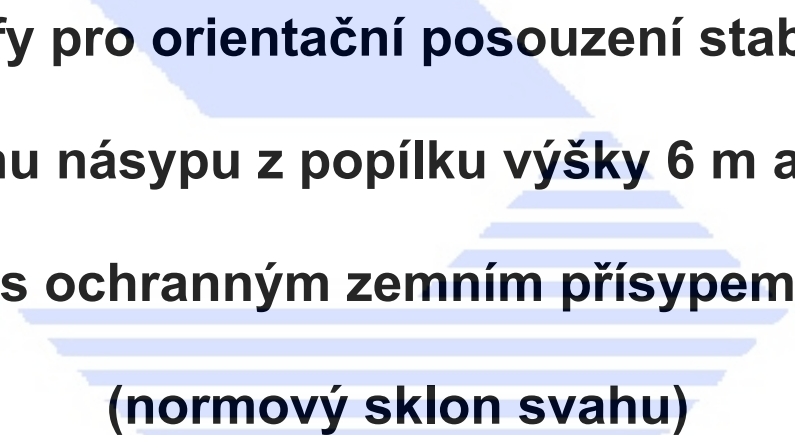
- časový průběh bobtnání: grafické vyjádření závislosti  $b_t$  (popř.  $B_t$ ) na čase  $t$
- Informativně lze určit i bobtnací tlak: u vzorku, v moždíři CBR se od okamžiku počátku bobtnání ( $t = 0$ ) nárůst deformace vyrovnává přitěžováním pístu. Maximální dosažený tlak je považován za bobtnací tlak.

*Poznámka:*

*Jednotlivé výsledky 3 dílčích zkoušek se nesmí od průměru lišit více než o 10 %, jinak je nutno zkoušku opakovat.*



## **PŘÍLOHA 4**

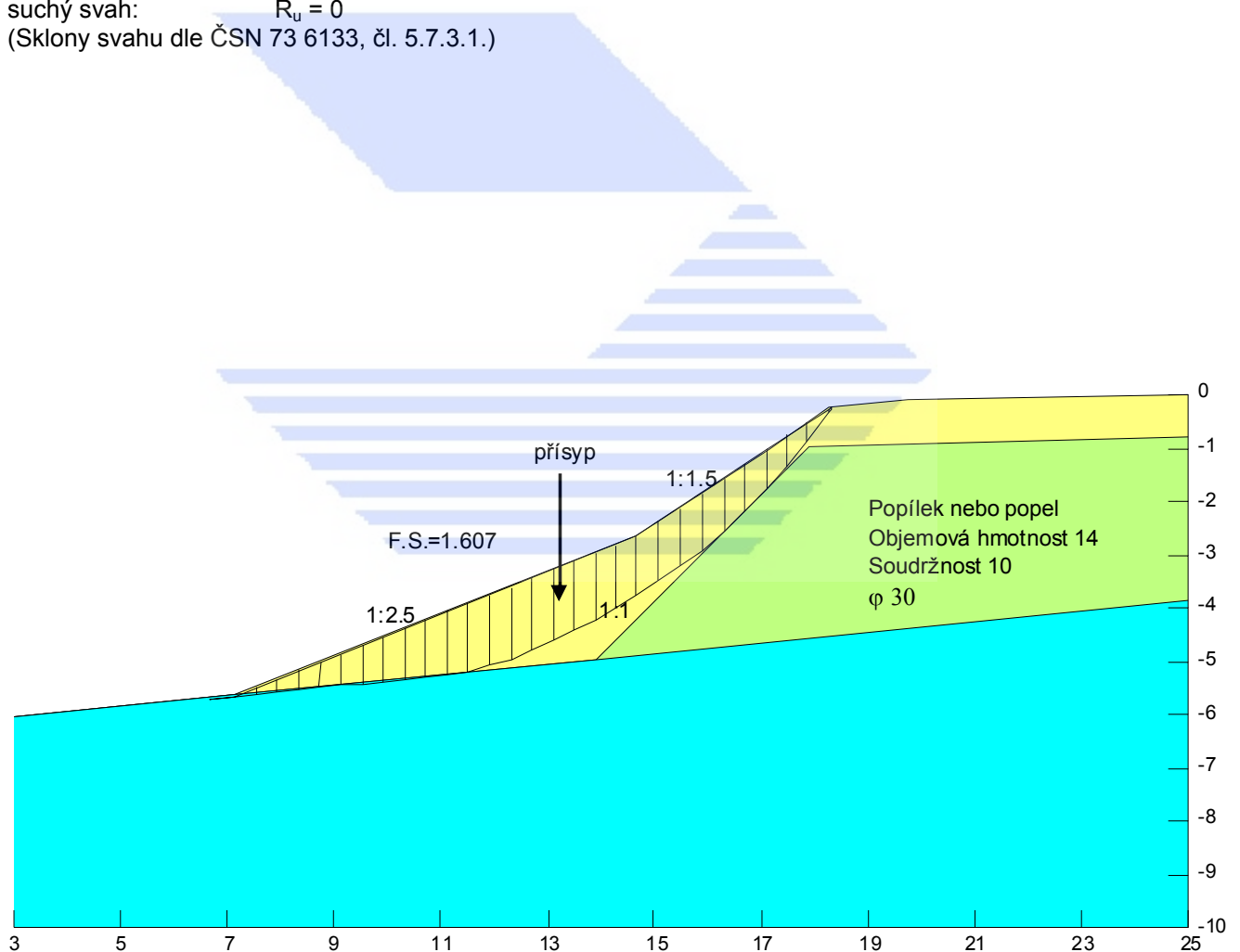


**Grafy pro orientační posouzení stability  
svahu násypu z popílku výšky 6 m a 9 m  
s ochranným zemním přísypem  
(normový sklon svahu)**

## Násyp výšky 6 m

Příklad výpočtu při použití grafů (str. 3.2.) pro výchozí parametry přísypu:

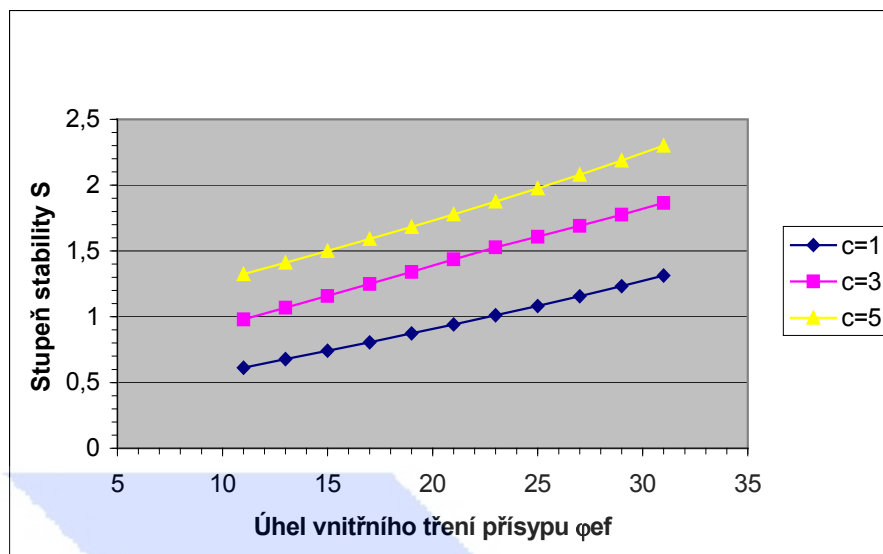
objemová tíha:  $\gamma_n = 19 \text{ kN/m}^3$   
smyková pevnost:  $\varphi = 25^\circ$ ,  $c_{ef} = 3 \text{ kPa}$   
suchý svah:  $R_u = 0$   
(Sklony svahu dle ČSN 73 6133, čl. 5.7.3.1.)



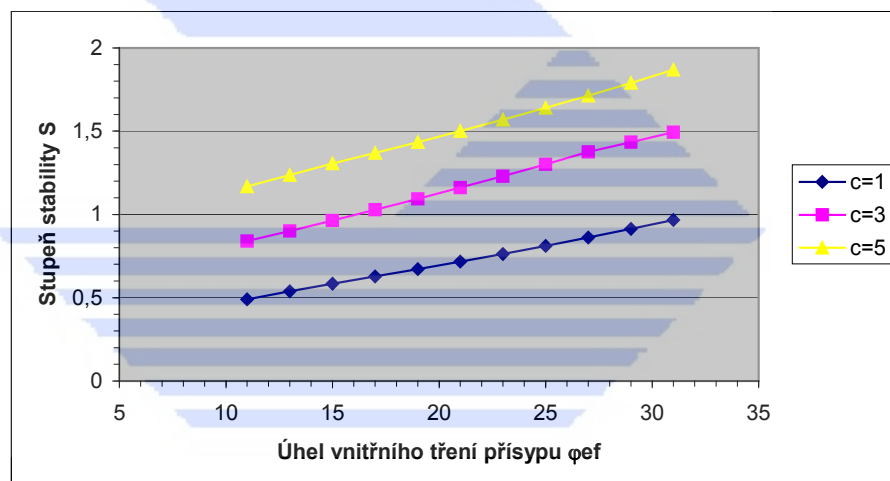
## Stabilitní grafy pro násyp 6 m vysoký

$r_u = 0$   
(suchý svah)

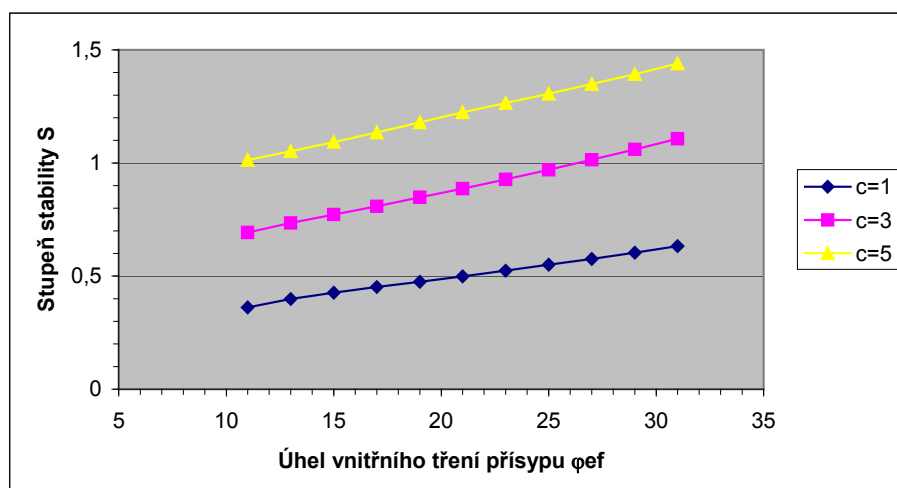
+



$r_u = 0,25$   
(svah částečně  
zvodnělý)



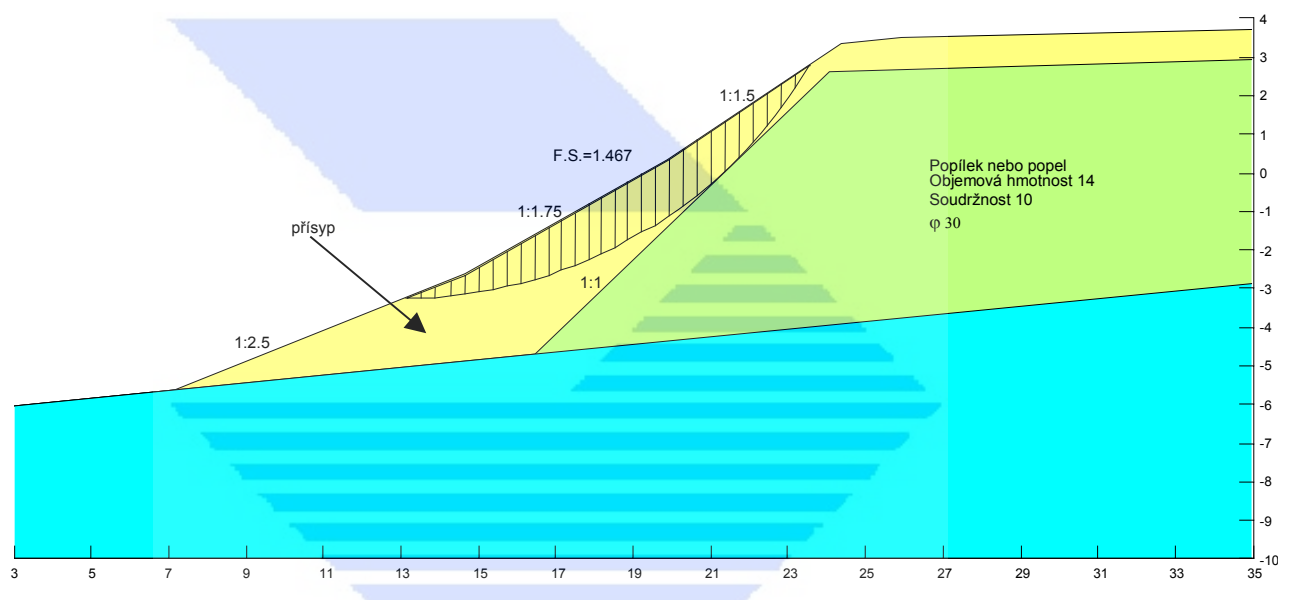
$r_u = 0,5$   
(svah zcela  
nasycený)



## Násyp výšky 9 m

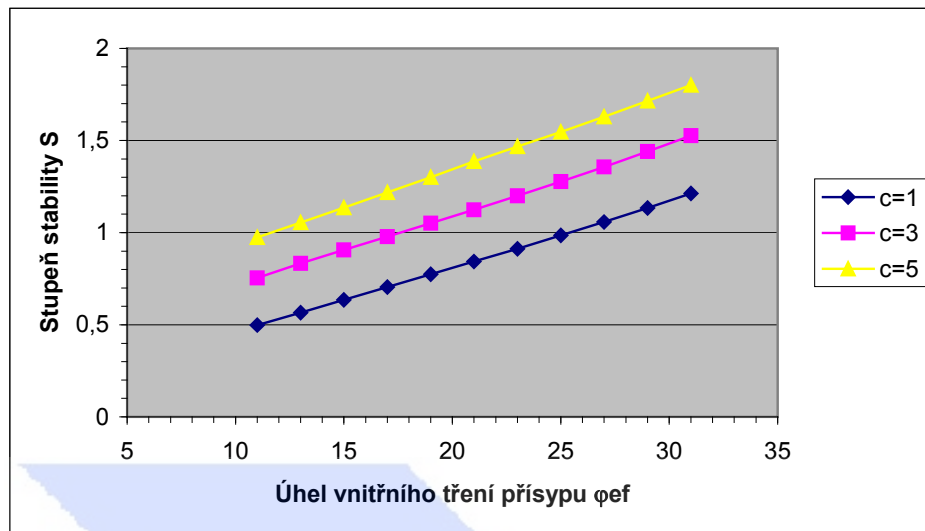
Příklad výpočtu při použití grafů (str. 3.4.) pro výchozí parametry přísypu:

objemová tíha:  $\gamma_n = 19 \text{ kN/m}^3$   
smyková pevnost:  $\varphi = 23^\circ$ ,  $c_{ef} = 5 \text{ kPa}$   
suchý svah:  $R_u = 0$

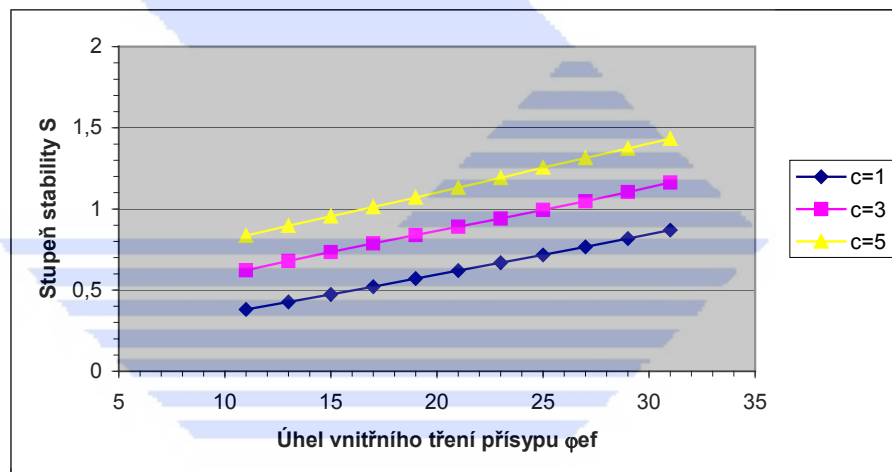


## Stabilitní grafy pro násyp 9 m vysoký

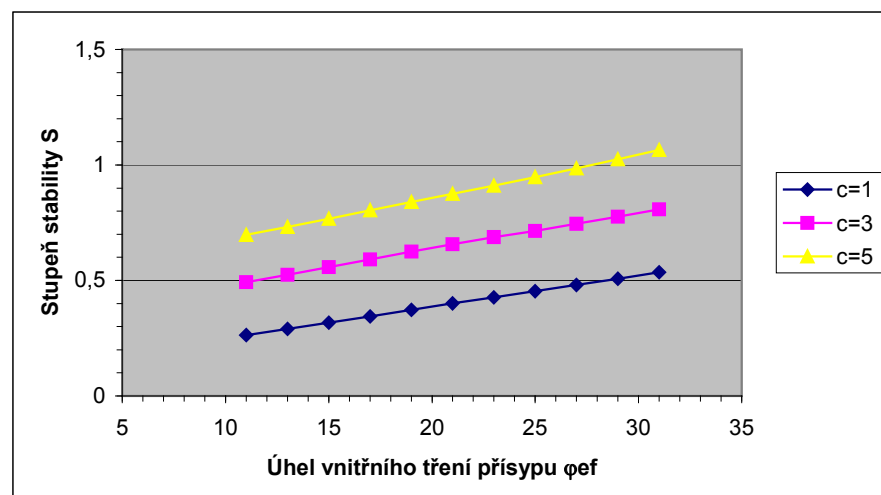
$r_u = 0$   
(suchý svah)



$r_u = 0,25$   
(svah částečně zvodnělý)



$r_u = 0,5$   
(svah zcela nasycený)





## PŘÍLOHA 5

# Určení maximální technologické prodlevy pro zpracovatelnost prvotní směsi PSt

### 1. Účel stanovení

Účelem zkoušky je zjistit časový úsek mezi zvlhčením prvotní směsi (fluidní popílek – aditivum) a počátkem jejího tvrdnutí. Podle výsledku se určí maximální přípustná délka doby, která je k dispozici pro dopravu a zpracování PSt. Pokud by se stavebně zpracovával (zhuťňoval) PSt až po uplynutí této doby, došlo by ke ztrátě schopnosti vytvrzování a tím k podstatnému zhoršení jeho technických vlastností.

### 2. Zkušební vybavení

Pro laboratorní zkoušku je zapotřebí Proctorův přístroj popř. jiné jednoduché zařízení (moždíř, pěch s konstantní výškou pádu), v němž je možné zhuťňovat sypaninu konstantní energií. Dále je potřebné vybavení pro stanovení (suché) objemové hmotnosti dle ČSN 72 1010. Pro orientační posouzení je možné použít i kapesní penetroměr.

### 3. Metodika zkoušky

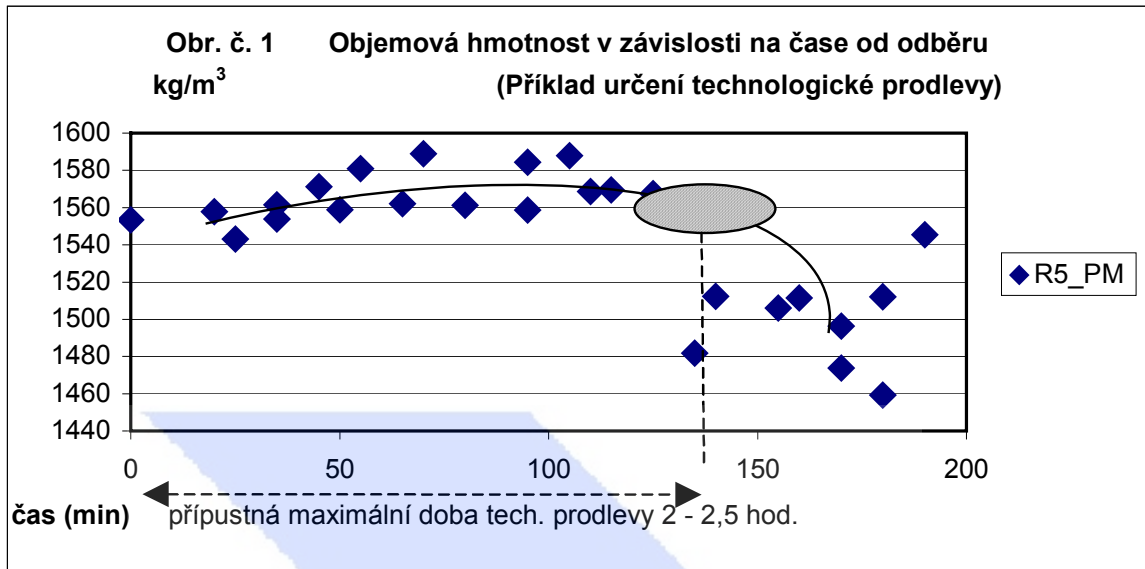
- Z volně naspaného technologického vzorku zvlhčené směsi se odebere dílčí vzorek, který se ihned zhuťní v moždíři konstantní energií. Zjistí se dosažená objemová hmotnost (suchá).
- Po uplynutí 1. hodiny od zvlhčení směsi se odebere další dílčí vzorek, zhuťní se stejným způsobem a určí se jeho objemová hmotnost.
- Zkouška se opakuje pravidelně v cca 30 min. intervalech, dokud se vizuální prohlídkou technologického vzorku nezjistí narůstající tvorba hrudek, která pokračuje tvrdnutím volně naspaného stabilizátu. V moždíři hrudkovitá struktura vzorku s mezerami zůstává i po zhuťnění. Tvrdnutí zpravidla začíná po 3 – 4 hodinách od zvlhčení směsi.

Kapesním penetrometrem je možno stanovovat průběh tvrdnutí dle nárůstu penetračního odporu.

### 4. Vyhodnocení zkoušky

Dosažené hodnoty objemové hmotnosti vzorků zhuťňovaných v intervalech 30 min – 1 hod. se vynesou do grafu (závislost objemové hmotnosti na čase uplynulém mezi přípravou a zpracováním směsi) – viz. obr. 1. Za maximální přípustnou délku technologické prodlevy se považuje doba, po jejímž uplynutí se v průběhu grafu u zhuťněného vzorku začne projevovat zřetelný pokles objemové hmotnosti.

Tato doba se ještě porovnává s průběhem tvorby hrudek a tvrdnutím nezpracovaného volně uloženého materiálu, popř. s výsledky měření penetroměrem na zhuťněných vzorcích. Podle získaných výsledků se stanoví maximální přípustná délka technologické prodlevy. Příklad empirického určení optimální délky pro zpracování PSt a maximální technologické prodlevy je na obr. č. 1.



## TECHNICKÉ PODMÍNKY STAVEB POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Číslo: TP 93

Název: Návrh a provádění staveb pozemních komunikací s využitím popílků a popelů  
Technické podmínky

Vydal: Ministerstvo dopravy  
Odbor silniční infrastruktury

Zpracovatel revize TP 93 (2011): ARCADIS Geotechnika, a.s.,  
Ing. Vítězslav Herle

Technická redakční rada: Ing. L. Tichý, CSc. MD-OSI  
Mgr. Václav Mráz MD-OSI  
Ing. Josef Sláma, CSc. ŘSD-GŘ  
Ing. Ján Marusič ŘSD-GŘ  
RNDr. V. Köllner ŘSD-GŘ  
Ing. Marie Birnbaumová ŘSD-ZB  
Doc. Ing. L. Vebr, CSc. ČVUT  
Doc. Ing. F. Luxemburk, CSc. ČVUT  
RNDr. Jan Sotorník EUROVIA CS  
Ing. D. Stehlík, Ph.D. VUT Brno  
Ing. Vladimíra Pchálková TPA ČR  
RNDr. František Kresta ARCADIS Geotechnika

Náklad: 300 ks

Počet stran: 31

Formát: A4

Tisk a distribuce: ARCADIS Geotechnika, a.s.  
Geologická 4  
152 00 Praha 5 - Barrandov