

**Ministerstvo dopravy a výstavby SR  
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

**TKP 27**

**TECHNICKO-KVALITATÍVNE PODMIENKY  
ZLEPŠOVANIE A STABILIZÁCIA ZEMÍN**

účinnosť od: 25.09.2021

## OBSAH

1	Úvodná kapitola .....	3
1.1	Vzájomné uznávanie .....	3
1.2	Predmet technicko-kvalitatívnych podmienok (TKP).....	3
1.3	Účel TKP.....	3
1.4	Použitie TKP .....	3
1.5	Vypracovanie TKP .....	3
1.6	Distribúcia TKP .....	3
1.7	Účinnosť TKP .....	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov .....	4
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy .....	4
1.10	Súvisiace a citované normy .....	4
1.11	Súvisiace a citované technické predpisy rezortu.....	6
1.12	Použité skratky .....	6
2	Termíny a definície .....	6
3	Označovanie.....	7
3.1	Označovanie v projektovej dokumentácii.....	7
3.2	Označovanie výrobcom v skúške typu .....	8
4	Použitie .....	8
5	Stavebné materiály.....	8
5.1	Cement .....	8
5.2	Vápno .....	8
5.3	Hydraulické cestné spojivo .....	8
5.4	Zmesné spojivo .....	8
5.5	Popolček .....	9
5.6	Voda .....	9
5.7	Zemina.....	9
6	Skúšky typu .....	9
6.1	Pôvodná zemina.....	9
6.2	Upravená zemina .....	9
7	Stavebné práce .....	11
7.1	Miešanie .....	11
7.2	Hutnenie a ošetrovanie zmesí .....	11
8	Plánované skúšky zhotoviteľa stavby.....	11
9	Plánované skúšky objednávateľa stavby .....	13
10	Preberacie skúšky .....	13
11	Meranie výmer .....	13
12	Ochrana zdravia pri práci, ochrana životného prostredia.....	13

## 1 Úvodná kapitola

Tieto technicko-kvalitatívne podmienky (TKP) sú spracované v súlade s platnými normami (STN EN, STN) a schválenými Technickými podmienkami rezortu (TPR). Sú spracúvané na základe najnovších overených poznatkov vedy, techniky a praxe. Ich cieľom je priniesť optimálne a racionálne riešenia predovšetkým z hľadiska kvality, hospodárnosti, jednotnosti parametrov, životnosti a bezpečnosti práce pri realizovaní objektov a stavieb pozemných komunikácií (PK).

### 1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy ("Slovenská technická norma") alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- (a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- (b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- (c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- (d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS v platnom znení.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti.

„Štát EHP“ znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

“Slovenská norma” (“Slovenská technická norma”) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych, medzinárodných alebo zahraničných noriem.

### 1.2 Predmet technicko-kvalitatívnych podmienok (TKP)

TKP platia pre použitie spojivom zlepšenej a stabilizovanej zeminy podľa STN EN 14227-15 pri stavbe ciest a iných dopravných plôch. TKP stanovujú podmienky na zhotovenie vrstiev s využitím rôznych typov spojív, požiadavky na kontrolu, bezpečnosť pri práci a ochranu životného prostredia.

### 1.3 Účel TKP

Účelom týchto TKP je definovanie vlastností materiálov a podmienok na vykonávanie prác, skúšanie a preberanie prác pri stavbe vrstiev zo zeminy zlepšenej a stabilizovanej hydraulickým spojivom v zemnom telese a vo vozovkách na diaľniciach, cestách I., II. a III. triedy, prípadne miestnych a účelových komunikáciách.

### 1.4 Použitie TKP

Tieto TKP sú určené pre projektantov, investorov, zhotoviteľov a správcov cestných komunikácií, miestnych komunikácií, účelových komunikácií a parkovísk, pri stavbe ktorých sa používa technológia zlepšovania a stabilizácia zeminy na mieste.

### 1.5 Vypracovanie TKP

Tieto TKP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť Technický a skúšobný ústav stavebný, n. o. Studená 3, 821 04 Bratislava.

Zodpovedný riešiteľ:

Ing. Ján Gillinger, PhD., tel. č.: +421 (55) 6226 171 / e-mail: gillinger@tsus.sk

### 1.6 Distribúcia TKP

Elektronická verzia TKP sa po schválení zverejní na webovom sídle SSC: [www.ssc.sk](http://www.ssc.sk) (Technické predpisy rezortu).

## 1.7 Účinnosť TKP

Tieto TKP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

## 1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TKP nahrádzajú TKP 27 – Zlepšovanie zemín, MDVRR SR: 2015 v celom rozsahu.

## 1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z2] zákon č. 87/2018 Z. z. o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z3] vyhláška MZ SR č. 98/2018 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o obmedzovaní ožiarenia pracovníkov a obyvateľov z prírodných zdrojov ionizujúceho žiarenia;
- [Z4] vyhláška FMD č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon);
- [Z5] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z6] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z7] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov.;
- [Z8] zákon č. 91/2016 Z. z. o trestnej zodpovednosti právnických osôb a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z9] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z10] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov, v znení neskorších predpisov;
- [Z11] nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS v platnom znení;
- [Z12] delegované nariadenie Komisie (EÚ) č. 574/2014 z 21. februára 2014, ktorým sa mení príloha III k nariadeniu Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 o vzore, ktorý sa použije na vypracovanie vyhlásenia o parametroch pre stavebné výrobky;

## 1.10 Súvisiace a citované normy

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| STN 72 1001               | Klasifikácia zemín a skalných hornín                                |
| STN 72 1010               | Stanovenie objemovej hmotnosti zemín. Laboratórne a poľné metódy    |
| STN 72 1014               | Laboratórne stanovenie medze tekutosti zemín Casagrandeho metódou   |
| STN 72 1021               | Laboratórne stanovenie organických látok v zeminách                 |
| STN 72 1191               | Skúšanie miery namŕzavosti zemín                                    |
| STN 73 1375               | Rádiometrické skúšanie objemovej hmotnosti a vlhkosti               |
| STN 73 6100               | Názvoslovie pozemných komunikácií                                   |
| STN 73 6114               | Vozovky pozemných komunikácií. Základné ustanovenia pre navrhovanie |
| STN 73 6124-1             | Stavba vozoviek. Časť 1: Hydraulicky stmelené vrstvy                |
| STN 73 6125               | Stavba vozoviek. Upravené zeminy                                    |
| STN 73 6133               | Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií                          |
| STN 73 6190               | Statická zaťažovacia skúška stavebných konštrukcií doskou           |
| STN 73 6192               | Rázová zaťažovacia skúška vozoviek a podlažia                       |
| STN EN 196-1<br>(72 2100) | Metódy skúšania cementu. Časť 1: Stanovenie pevnosti                |

STN EN 197-1	Cement. Časť 1: Zloženie, špecifikácie a kritériá na preukazovanie zhody cementov na všeobecné použitie
STN EN 451-1 (72 2061)	Metóda skúšania popolčeka. Časť 1: Stanovenie obsahu voľného oxidu vápenatého
STN EN 459-1 (72 2200)	Stavebné vápno. Časť 1: Definície, požiadavky a kritériá zhody
STN EN 459 - 2 (72 2200)	Stavebné vápno. Časť 2: Skúšobné metódy
STN EN 459 - 3 (72 2200)	Stavebné vápno. Časť 3: Hodnotenie zhody
STN EN 932-1 (72 1185)	Skúšky na stanovenie všeobecných vlastností kameniva. Časť 1: Spôsoby vzorkovania
STN EN 932-2 (72 1185)	Skúšky na stanovenie všeobecných vlastností kameniva. Časť 2: Postupy zmenšovania laboratórnych vzoriek
STN EN 933-1 (72 1186)	Skúšky na stanovenie geometrických charakteristík kameniva. Časť 1: Stanovenie zrnitosti. Sitový rozbor
STN EN 933-10 (72 1186)	Skúšky na stanovenie geometrických charakteristík kameniva. Časť 10: Hodnotenie jemných zrn. Zrnitosť kamennej múčky (triedenie v prúde vzduchu)
STN EN 1008 (73 2028)	Zámesová voda do betónu. Špecifikácia odberu vzoriek, skúšania a preukazovania vhodnosti vody, vrátane recyklovanej vody z postupov betonárskych prác, ako zámesovej vody do betónu
STN EN 1097-5 (72 1187)	Skúšky na stanovenie mechanických a fyzikálnych vlastností kameniva. Časť 5: Stanovenie obsahu vody sušením vo vetranej sušiarňi
STN EN 13036-7 (73 6171)	Povrchové vlastnosti vozoviek. Skúšobné metódy. Časť 7: Meranie nerovnosti vrstiev vozovky latou
STN EN 13282-1 (72 2120)	Hydraulické spojivá pre vozovky. Časť 1: Rýchlotvrdnúce hydraulické spojivá pre vozovky. Zloženie, požiadavky a kritériá zhody
STN EN 13282-2 (72 2120)	Hydraulické spojivá pre vozovky. Časť 2: Normálne tvrdnúce hydraulické spojivá pre vozovky. Zloženie, požiadavky a kritériá zhody
STN EN 13282-3	Hydraulické spojivá pre vozovky. Časť 3: Hodnotenie zhody
STN EN 13285 (73 6182)	Nestmelené zmesi. Špecifikácie
STN EN 13286-1 (73 6181)	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 1: Laboratórna skúšobná metóda určovania porovnávacej objemovej hmotnosti a vlhkosti. Úvod, všeobecné požiadavky a odber vzoriek
STN EN 13286-2 (73 6181)	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 2: Laboratórna skúšobná metóda merania porovnávacej objemovej hmotnosti a vlhkosti. Proctorova skúška
STN EN 13286-41 (73 6181)	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 41: Skúšobná metóda určovania pevnosti v tlaku hydraulicky stmelených zmesí
STN EN 13286-45 (73 6181)	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 45: Skúšobná metóda na stanovenie spracovateľnosti hydraulicky stmelených zmesí
STN EN 13286-46 (73 6181)	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 46: Skúšobná metóda na určovanie vlhkostných podmienok
STN EN 13286-47 (73 6181)	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 47: Skúšobná metóda stanovenia Kalifornského pomeru únosnosti, indexu okamžitej únosnosti a lineárneho napúčania
STN EN 13286-49 (73 6181)	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 49: Zrýchlená skúška napučievania zeminy upravenej vápnom a/alebo hydraulickým spojivom
STN EN 13286-50	Nestmelené a hydraulicky stmelené zmesi. Časť 50: Metóda na výrobu skúšobných telies z hydraulicky stmelených zmesí zhutnením v Proctorovom prístroji alebo na vibračnom stole
STN EN 14227-4 (73 6184)	Hydraulicky stmelené zmesi. Špecifikácie Časť 4: Popolček pre hydraulicky stmelené zmesi
STN EN 14227-15 (73 6184)	Hydraulicky stmelené zmesi. Špecifikácie. Časť 15: Hydraulicky stabilizované zeminy
STN EN 16907-1 (73 3000)	Zemné práce. Časť 1: Zásady a všeobecné pravidlá

- STN EN 16907-2 Zemné práce. Časť 2: Klasifikácia materiálov  
(73 3000)  
STN EN 16907-4 Zemné práce. Časť 4: Upravovanie zeminy vápnom a spojivami  
(73 3000)

*Poznámka: Súvisiace a citované normy vrátane aktuálnych zmien, dodatkov a národných príloh.*

### 1.11 Súvisiace a citované technické predpisy rezortu

- [T1] TP 033 Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek, MDPT SR: 2009 + Dodatok č. 1, MDVRR SR: 2015;  
[T2] TKP 0 Všeobecne, MDVRR SR: 2012;  
[T3] TKP 2 Zemné práce, MDV SR: 2019;  
[T4] TKP 5 Podkladové vrstvy z nestmelených a hydraulicky stmelených zmesí, MDV SR: 2020;  
[T5] KLHS 1/2016 Katalógové listy hydraulických spojív, MDVRR: 2016

### 1.12 Použité skratky

- CBR (angl.: California bearing ratio) Kalifornský pomer únosnosti. Pomer, ktorý charakterizuje pevnosť zmesi po určenej dobe ošetrovania;  
CL (angl.: calcium lime) biele vápno;  
DL (angl.: dolomitic lime) dolomitické vápno;  
EAD Európsky hodnotiaci dokument;  
ETA Európske technické posúdenie;  
 $E_{def2}$  statický modul deformácie zistený statickou zaťažovacou skúškou;  
HRB (angl.: hydraulic road binder) hydraulické cestne spojivo;  
IBI (angl.: immediate bearing index) index okamžitej únosnosti;  
 $I_p$  index plasticity;  
KLHS katalógové listy hydraulických spojív;  
PD Projektová dokumentácia;  
PK pozemné komunikácie;  
SK TP SK technické posúdenie;  
ST Skúška typu;  
TDZ trieda dopravného zaťaženia;  
TKP technicko-kvalitatívne podmienky;  
TP technické podmienky;  
VoP vyhlásenie o parametroch;  
ZZV zemina zlepšená vápnom;  
ZSC zemina stabilizovaná cementom;  
ZSHCS zemina stabilizovaná hydraulickým cestným spojivom;  
ZSZS zemina stabilizovaná zmesným spojivom;  
ZSC zemina stabilizovaná cementom;  
ZSP zemina stabilizovaná popolčekom;  
Q (angl.: quicklime) nehasené vápno;  
w vlhkosť zeminy;  
 $w_L$  vlhkosť na medzi tekutosti;  
 $w_{opt}$  optimálna vlhkosť zeminy stanovená Proctorovou skúškou;  
 $w_p$  vlhkosť na medzi plasticity.

## 2 Termíny a definície

Základné termíny súvisiace s predmetom týchto TKP sú uvedené v STN 72 1001, STN 73 6125, STN 73 6133, STN EN 197-1, STN EN 459-1, STN EN 13282-1, STN EN 14227-15, STN EN 16907-4, STN EN 13282-2, STN EN 13286-47 a v ďalších citovaných normách alebo súvisiacich predpisoch.

Základné definície:

**Podložie násypu:** časť terénu, ktorý po odstránení ornice je základom násypu, je vymedzené hrúbkou, v ktorej pôsobí zaťaženie od násypu, do hrúbky zemného telesa sa počíta hrúbka, do ktorej sa realizovali stavebné úpravy (zvislé drény, výmena nevhodnej zeminy, zlepšenie zeminy a pod.).

**Aktívna zóna:** horná vrstva zemného telesa v násype, v teréne a záreze (časť podložia vozovky), ktorá je ovplyvnená klimatickými účinkami, zemné teleso v násype a teréne je obvyčajne ovplyvnené do hĺbky 0,5 m a v záreze 0,3 m.

**Ochranná vrstva:** ochraňuje vrchné vrstvy vozovky pred vztlánaním vody, roznáša napätie do podložia a ochraňuje vozovku pred účinkami premrzania podložia.

**Zemina:** nespevnená alebo spevnená hornina, t.j. hornina bez pevných štruktúrnych väzieb.

**Upravená zemina:** mechanicky alebo chemicky upravená zemina (úprava zrnitosti, zlepšenie vápnom a pod.).

**Mechanicky upravená zemina:** zmes zeminy pripravená úpravou zrnitosti a homogenizáciou pôvodnej zeminy zmiešaním s inou zeminou alebo zrnitými materiálmi, ktorej výsledné charakteristiky vyhovujú zvolenému účelu použitia.

**Chemicky upravená zemina:** zmes zeminy s hydraulickým spojivom, ktorej výsledné charakteristiky vyhovujú zvolenému účelu použitia. Medzi upravené zeminy patria zeminy zlepšené hydraulickým spojivom a zeminy stabilizované hydraulickým spojivom.

**Zemina zlepšená spojivom:** zmes, ktorá vznikne úpravou zeminy spojivom, ktoré zlepšujú okamžité vlastnosti zmesi zredukovaním vlhkosti, zvýšením únosnosti, úpravou plasticity. Vytvára pracovnú pláň pre polozenie nasledujúcej vrstvy.

**Zemina stabilizovaná spojivom:** zmes, ktorá vznikne úpravou zeminy spojivom, a ktorá vo všeobecnosti výrazne zvýši (stredno až dlhodobu) jej mechanické vlastnosti, stabilitu, odolnosť proti pôsobeniu vody a mrazu.

### 3 Označovanie

#### 3.1 Označovanie v projektovej dokumentácii

Pri označovaní v PD sa uvádza: označenie technológie (vrstvy), kategória IBI pre zlepšené zeminy alebo kategória CBR pre stabilizované zeminy, hrúbka vrstvy a číslo normy.

##### PRÍKLAD 1

ZZV IBI<sub>10</sub> 350 mm; STN EN 14227-15

Vrstva zo zeminy zlepšenej vápnom, s kategóriou indexu okamžitej únosnosti IBI<sub>10</sub>, hrúbky 350 mm, zodpovedajúceho STN EN 14227-15.

##### PRÍKLAD 2

ZSHCS CBR<sub>20</sub> 350 mm; STN EN 14227-15

Vrstva zo zeminy stabilizovanej hydraulickým cestným spojivom, s kategóriou kalifornského pomeru únosnosti CBR<sub>20</sub>, hrúbky 350 mm, zodpovedajúceho STN EN 14227-15.

##### PRÍKLAD 3

ZSZS CBR<sub>20</sub> 350 mm; STN EN 14227-15

Vrstva zo zeminy stabilizovanej zmesným spojivom, s kategóriou kalifornského pomeru únosnosti CBR<sub>20</sub>, hrúbky 350 mm, zodpovedajúceho STN EN 14227-15.

##### PRÍKLAD 4

ZSC CBR<sub>30</sub> 350 mm; STN EN 14227-15

Vrstva zo zeminy stabilizovanej cementom, s kategóriou kalifornského pomeru únosnosti CBR<sub>30</sub>, hrúbky 350 mm, zodpovedajúceho STN EN 14227-15.

## PRÍKLAD 5

ZSP CBR<sub>20</sub> 350 mm; STN EN 14227-15

Vrstva zo zeminy stabilizovanej popolčekom, s kategóriou kalifornského pomeru únosnosti CBR<sub>20</sub>, hrúbky 350 mm, zodpovedajúceho STN EN 14227-15.

### 3.2 Označovanie výrobcom v skúške typu

Pri označovaní hydraulicky stmelенých zmesí výrobcom sa uvádza: značka zmesi, kategória IBI pre zlepšené zeminy alebo kategória IBI a kategória CBR pre stabilizované zeminy, názov spojiva, norma.

#### PRÍKLAD 1

ZZV IBI<sub>10</sub> – CL 90 Q STN EN 14227-15

#### PRÍKLAD 2

ZSHCS IBI<sub>15</sub>, CBR<sub>20</sub> – HRB E2 STN EN 14227-15

## 4 Použitie

Technológie zlepšovania a stabilizácie zemín spojivom sa používajú pri zhotovovaní podloží násypov, zemných plání, aktívnych zón, vrstiev násypu vozoviek a ochranných vrstiev vozoviek. Pre návrh a posúdenie vrstiev zo zlepšenej zeminy vo vozovke platia všeobecné ustanovenia STN 73 6114 a [T1]. Najväčšia hrúbka vrstvy pri miešaní je 500 mm. Najväčšiu hrúbku vrstvy, ktorú možno zhutniť naraz treba stanoviť na základe výsledkov terénneho hutniaceho pokusu.

## 5 Stavebné materiály

### 5.1 Cement

Cement musí vyhovovať STN EN 197-1 aj aktuálne platným KLHS. Výrobca cementu musí v procese posudzovania parametrov dodržať všetky ustanovenia [Z11] a musí deklarováť jeho vlastnosti vo VoP vypracovanom podľa prílohy [Z12]. Vo VoP musí výrobca deklarováť najmenej tie vlastnosti a dosiahnutie tých parametrov, ktoré sú požadované v [T5]. Na použitie sú vhodné cementy: CEM II/A-S 32,5 N, CEM II/B-S 32,5 N, CEM II/A-M 32,5 N, CEM II/B-M 32,5 N, CEM III/A 32,5 N, CEM III/A 32,5 N, CEM III/B 32,5 N, CEM III/B 32,5 L, CEM III/B – SR 32,5 N, CEM III/C – SR 32,5 N, CEM III/B 32,5 N – LH.

### 5.2 Vápno

Vápno musí byť vzdušné vápno a musí spĺňať požiadavky uvedené v STN EN 459-1 aj aktuálne platných [T5]. Výrobca vápna musí v procese posudzovania parametrov dodržať všetky ustanovenia [Z11] a musí deklarováť jeho vlastnosti vo VoP vypracovanom podľa prílohy [Z12]. Vo VoP musí výrobca deklarováť najmenej tie vlastnosti a dosiahnutie tých parametrov, ktoré sú požadované v [T5]. Na použitie sú vhodné biele vápna CL 90 Q, CL 80 Q, alebo dolomitické vápno DL 90-30.

### 5.3 Hydraulické cestné spojivo

Hydraulické spojivo musí vyhovovať STN EN 13282 aj aktuálne platným [T5]. Výrobca hydraulického spojiva musí v procese posudzovania parametrov dodržať všetky ustanovenia [Z11] a musí deklarováť jeho vlastnosti vo VoP vypracovanom podľa prílohy [Z12]. Vo VoP musí výrobca deklarováť najmenej tie vlastnosti a dosiahnutie tých parametrov, ktoré sú požadované v [T5]. Na použitie sú vhodné typy hydraulických spojív HRB E2, HRB E3, HRB E4, HRB E4-RS 4.

### 5.4 Zmesné spojivo

Zmesné spojivo musí mať vydané buď ETA vypracované na základe EAD alebo SK TP. V prípade zmesného spojiva podľa EAD musí výrobca hydraulického spojiva v procese posudzovania parametrov dodržať všetky ustanovenia [Z11] a musí deklarováť jeho vlastnosti vo VoP vypracovanom



podľa prílohy [Z12]. Ak má výrobca vydané SK TP musí v procese posudzovania parametrov dodržať všetky ustanovenia [Z7] a musí deklarovať jeho vlastnosti vo VoP vypracovanom podľa prílohy [Z10]. Vo VoP musí výrobca deklarovať tie vlastnosti a dosiahnutie tých parametrov, ktoré sú uvedené v ETA, resp. v SK TP.

## 5.5 Popolček

Popolček musí plniť požiadavky uvedené v STN EN 14227-4 aj aktuálne platným [T5]. Ak má výrobca vydané SK TP musí v procese posudzovania parametrov dodržať všetky ustanovenia [Z7] a musí deklarovať jeho vlastnosti vo VoP vypracovanom podľa prílohy [Z10]. Môže sa použiť kremičitý, prípadne vápenatý popolček. Vo VoP musí výrobca deklarovať najmenej tie vlastnosti a dosiahnutie tých parametrov, ktoré sú požadované v [T5]. Použitie popolčeka do podložia násypu a aktívnej zóny nie je povolené. Ostatné obmedzenia sa riadia ustanoveniami uvedenými v STN 73 6133.

## 5.6 Voda

Voda použitá pri výrobe zmesí musí spĺňať požiadavky STN EN 1008.

## 5.7 Zemina

Zeminy podľa 5.1.7, STN 73 6133 a zeminy, ktoré nespĺňajú požiadavky podľa 5.1.8, STN 73 6133 na stavbu zemného telesa a do aktívnej zóny sa môžu zabudovať po úprave rôznymi spojivami na zlepšenie ich spracovateľnosti a výsledných technických parametrov. Obsah organických látok upravovanej zeminy musí byť menší ako 6 % .

Rozhodujúca je ekonomická náročnosť úpravy s porovnaním s inými možnosťami na dosiahnutie požadovaných parametrov násypu alebo ochrannej vrstvy vozovky.

Nevhodné zeminy v zmysle STN 73 6133 nie je možné použiť na chemickú úpravu hydraulickými spojivami a je ich potrebné odstrániť.

## 6 Skúšky typu

Na potreby spracovania ST sa odoberie zemina v množstve potrebnom na vykonanie predpísaných skúšok (cca 180 kg). Pri litologicky odlišných zeminách sa odoberie z každého druhu cca 80 kg.

### 6.1 Pôvodná zemina

Pred návrhom zlepšenia zeminy je potrebné stanoviť jej základné charakteristiky. Stanovia sa tieto vlastnosti:

- stanovenie prirodzenej vlhkosti,
- stanovenie medze tekutosti  $w_L$ , medze plasticity  $w_p$ , indexu plasticity  $I_p$ ,
- stanovenie humusovitosti (stanovenie prítomnosti organických látok podľa STN 72 1021),
- zrnitosť zeminy a jej posúdenie na namázavosť podľa Scheibleho kritéria (obrázok 2, STN 73 6133),
- zatriedenie zeminy,
- stanovenie maximálnej objemovej hmotnosti pri optimálnej vlhkosti Proctorovou skúškou,
- stanovenie IBI a CBR.

Po zatriedení a vyhodnotení skúšok sa zvolí druh a obsah spojiva v zmesi podľa čl. 5.6.3, STN 73 6133.

### 6.2 Upravená zemina

Súdržné zeminy s indexom plasticity väčším ako 7 a menším ako 27, alebo s mäkkou konzistenciou (tabuľky 2 a 11, STN 73 6133) sa zlepšujú vápnom. Na ich úpravu stačí dávkovanie od 2 % do 4 %. Na zníženie vlhkosti zeminy o 1 % je potrebné počítať s dávkovaním cca 1 % hmotnosti drveného vzdušného vápna, čo zároveň zvýši optimálnu vlhkosť zmesi o 0,5 % až 0,7 %. Ak sa počas výstavby predpokladá, že zlepšovanie bude prebiehať v mokrych zeminách, tak sa percento vápna musí prispôsobiť prirodzenej vlhkosti zeminy. Množstvo spojiva, ktoré je potrebné na dosiahnutie hodnoty IBI požadovanej v tabuľke 1, sa môže stanoviť pomocou grafov uvedených v STN EN 16907-4.

Na spevnenie súdržných zemín sa používa vápno, zmesné hydraulické spojivo, pomaly tuhnúce zmesné spojivo. Do aktívnej zóny vozovky sa môže použiť aj podmienenčne vhodná zemina

podľa tabuľky 3, STN 73 6133, ak sa jej úpravou dosiahnu požadované hodnoty, uvedené v tabuľke 1 tohto TKP.

Na upravenej zemine s tromi rôznymi percentuálnymi obsahmi spojiva sa vykoná:

- stanovenie maximálnej objemovej hmotnosti a vlhkosti Proctorovou skúškou,
- pre zlepšené zeminy: stanovenie IBI – pri  $w_{opt}$ ,
- pre stabilizované zeminy: stanovenie IBI a CBR – pri  $w_{opt}$ ,
- stanovenie závislosti dávkovania spojiva od vlhkosti zeminy na dosiahnutých hodnotách IBI a CBR,
- pre použitie do aktívnej zóny a do ochrannej vrstvy sa overí odolnosť proti mrazu stabilizovanej zeminy, stanovením pevnosti v tlaku po vystavení príslušnému počtu zmrazovacích cyklov podľa tabuľky 2. Výnimku tvoria stabilizované nenamfzavé zeminy v zmysle poznámky 6, v tabuľke 1,
- odolnosť proti vode skúškou lineárneho napučievania sa overí pri zemine pre použitie po stabilizácii do aktívnej zóny.

Požadované parametre mechanických vlastností sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Požadované hodnoty parametrov mechanických vlastností pre chemicky upravenú zeminu

Druh zmesi	Použitie zmesi	Kategória indexu okamžitej únosnosti IBI <sup>1)</sup>	Kategória kalifornského pomeru únosnosti CBR <sup>2)</sup>	Kategória lineárneho napučievania <sup>3)</sup>	Pevnosť v tlaku po zmrazovacích cykloch $R_c$ <sup>5), 6)</sup>
Zlepšená zemina	Vrstva násypu	IBI <sub>10</sub>	-	-	-
Stabilizovaná zemina	Vrstva násypu	IBI <sub>15</sub>	CBR <sub>20</sub>	-	-
Stabilizovaná zemina	Podložie násypu <sup>7)</sup>	IBI <sub>15</sub>	CBR <sub>20</sub>	-	-
	Aktívna zóna <sup>7)</sup>	IBI <sub>20</sub>	CBR <sub>30</sub>	LS <sub>2</sub> % <sup>4)</sup>	C <sub>1,2/1,5</sub>
	Ochranná vrstva <sup>7)</sup>	IBI <sub>20</sub>	CBR <sub>30</sub>	LS <sub>2</sub> % <sup>4)</sup>	C <sub>1,2/1,5</sub>

<sup>1)</sup> Hodnota IBI stanovená na vzorke 90 min. po výrobe podľa STN EN 13286-47.  
<sup>2)</sup> Hodnota CBR stanovená podľa STN EN 13286-47 na skúšobných telesách uložených 7 dní pri teplote  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  a relatívnej vlhkosti min. 95 % a následne 4 dni vo vode  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .  
<sup>3)</sup> Lineárne napučievanie stanovené podľa STN EN 13286-47 na skúšobných telesách uložených 7 dní pri teplote  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  a relatívnej vlhkosti min. 95 % a následne 4 dni ponorených v odvzdušňovanej vode  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .  
<sup>4)</sup> Kategória lineárneho napučievania podľa tabuľky 12, STN EN 16907-4.  
<sup>5)</sup> Pevnosť v tlaku  $R_c$  stanovená podľa STN EN 13286-41 na skúšobných telesách uložených 24 h vo forme pri  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , potom 27 dní pri teplote  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  a relatívnej vlhkosti min. 95 %, následne vystavených počtu zmrazovacích cyklov podľa tabuľky 2. Skúšobné telesá sa pred zmrazovaním kapilárne nasýtia vodou do ustálenia hmotnosti. Potom sa uložia do mraziacej skrine na 6 h pri teplote predpísanej v tabuľke 2 týchto TKP. Po zmrazení sa uložia na 18 h pri teplote od  $+20^\circ\text{C}$  do  $+25^\circ\text{C}$  tak, aby plstená podložka, na ktorej ležia, bola ponorená vo vode a aby bolo možné kapilárne nasýtenie. Súčasne s nasycovaním prebieha rozmrazovanie skúšobných telies. Skúška pokračuje novým zmrazením a opakuje sa v predpísanom počte cyklov najmenej na troch skúšobných telesách. Po skončení posledného cyklu sa skúšobné telesá po rozmrazení uložia na 5 h do vody, aby došlo k nasýteniu a skúša sa pevnosť v prostom tlaku.  
<sup>6)</sup> Nepožaduje sa pre stabilizované nenamfzavé zeminy podľa upraveného Scheibleho kritéria na obrázku 2, STN 73 6133.  
<sup>7)</sup> Použitie popoľčka nie je povolené.

Tabuľka 2 Teploty zmrazovania a počty cyklov zmrazovania pre stabilizované zeminy

Použitie zmesi	Teplota zmrazovania [°C]	Počet cyklov podľa návrhového indexu mrazu danej oblasti [°C, deň]		
		do 350	300-600	nad 600
Aktívna zóna Ochranná vrstva	-10	5	7	10

## 7 Stavebné práce

Pred začiatkom prác zhotoviteľ musí overiť návrh úpravy zeminy terénnou skúškou zhutniteľnosti podľa STN 73 6133 príloha A. Po dosiahnutí požadovaných parametrov pre konkrétne podmienky stavby predloží zhotoviteľ technologický postup zástupcovi technického dozoru stavby.

Zlepšovanie a stabilizácia zemín sa nesmie realizovať zo zamrznutej zeminy, na zamrznutom podloží, pri daždi, mrznúcom daždi alebo snežení. Najnižšia teplota vzduchu pri kladení a zhutňovaní nesmie klesnúť pod +5 °C, pričom teplota vzduchu za posledných 24 h nesmie klesnúť pod +3 °C. Pri prerušení prác pred zimným obdobím je potrebné upravené zeminy prekryť ochrannou vrstvou, ktorou sa eliminujú negatívne zmeny vlhkosti a mrazu.

### 7.1 Miešanie

Na dávkovanie spojiva na povrch vrstvy sa použije dávkovač spojiva, ktorým sa dávkuje predpísané množstvo spojiva na povrch vrstvy s presnosťou  $\pm 10\%$ .

Na miešanie zmesi sa použije špeciálne strojné zariadenie – zemná fréza. Musí umožňovať dávkovanie vody potrebnej v prípade doplnenia do optimálnej vlhkosti. Homogenizácia zmesi sa vykonáva v miešačke frézy.

Pri miešaní susedného pásu sa vykoná aj miešanie predchádzajúceho pásu s prekrytím najmenej 100 mm. Premiešanie musí zabezpečiť vytvorenie homogénnej zmesi v celej požadovanej hrúbke vrstvy.

### 7.2 Hutnenie a ošetrovanie zmesi

Najväčšia hrúbka zhotovovanej vrstvy je obmedzená výkonnosťou a účinnosťou zhutňovacieho prostriedku tak, aby predpísané zhutnenie bolo dosiahnuté v celej hrúbke vrstvy. Minimálna hrúbka jednej zhotovovanej vrstvy po zhutnení je 300 mm. Maximálna hrúbka jednej zhotovovanej vrstvy po zhutnení je 500 mm.

Pri zhutňovaní sa musia použiť vhodné technologické postupy, ktoré sa overia pri zhutňovacom pokuse podľa STN 73 6133. Ďalšia vrstva sa nemôže položiť bez prevzatia predchádzajúcej vrstvy objednávatelom.

Hutnenie vrstvy musí byť dokončené do:

- 90 minút od pridania cementu a hydraulického spojiva pri miešaní,
- 120 minút od pridania zmesného spojiva a popoľčeka pri miešaní,
- 240 minút od pridania vápna pri miešaní.

Zhutnenú vrstvu aktívnej zóny, ochrannej vrstvy a podložia násypu treba počas zrenia - 7 dní chrániť pred vyparovaním vody napríklad kropením. Vrstva sa môže po 7 dňoch ošetrovania zaťažiť nevyhnutnou staveniskovou dopravou.

Zhutnenú vrstvu pred uložením ďalšej vrstvy zo zlepšenej zeminy je potrebné pokropiť vodou. Položenú ochrannú vrstvu je potrebné pred zimným obdobím prekryť ďalšími konštrukčnými vrstvami. V prípade neprekrytia zlepšenej, prípadne stabilizovanej zeminy ďalšou vrstvou pred zimným obdobím, sa v jarných mesiacoch vykoná kontrola vrstvy statickou zaťažovacou skúškou. Na základe výsledkov skúšky sa rozhodne o ponechaní alebo odstránení narušenej hrúbky.

## 8 Plánované skúšky zhotoviteľa stavby

Počas výstavby jednotlivých vrstiev vozovky sa na základe plánu kontroly a skúšania overujú vlastnosti zabudovaných zmesí. Početnosť skúšok je uvedená v predloženom pláne kontroly kvality, ktorý schvaľuje investor. Skúšky vykonáva akreditované laboratórium. Odber a výrobu vzoriek zabezpečuje osoba poverená na výkon skúšok.

V tabuľke 3 je uvedená minimálna početnosť skúšok vstupných materiálov a v tabuľke 4 je uvedená minimálna početnosť skúšok stavebnej zmesi.

Tabuľka 3 Skúšky stavebných materiálov

Položka	Skúška	Predpis	Početnosť
Zemina	vlhkosť	STN EN 1097-5	2 x denne
Dávkovanie spojiva	množstvo na m <sup>2</sup>	-	po každom naplnení dávkovača
Vápnop	reaktívna a voľné CaO	STN EN 459-2	1 x za týždeň
Cement	pevnosť v tlaku	STN EN 196-1	1 x za týždeň
Zmesné spojivo			
Hydraulické spojivo			
Vápenatý popolček	zrornosť	STN EN 933-10	1 x za týždeň
	reaktívne CaO	STN EN 197-1	
Kremičitý popolček	zrornosť	STN EN 933-10	1 x za týždeň
	voľné CaO	STN EN 451-1	

Tabuľka 4 Skúšky stavebnej zmesi

Položka	Predpis	Početnosť	Poznámka
Vlhkosť	STN EN 1097-5	2x denne min. 1 x na vrstvu	<sup>1)</sup>
Index okamžitej únosnosti	STN EN 13286-47	1x 2000 m <sup>2</sup>	-
Kalifornský pomer únosnosti	STN EN 13286-47	1x 5000 m <sup>2</sup>	-
Pevnosť v tlaku po zmrazovacích cykloch	STN EN 13286-41, poznámky 6, v tabuľke 1 tohto TKP	1x 2000 m <sup>2</sup>	<sup>2), 3)</sup>
Obsah organických látok	STN 72 1021	1x 5000 m <sup>2</sup>	<sup>2)</sup>
Hrudkovitosť	vizuálne	po každom cyklu úpravy pred hutnením	<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> So súhlasom objednávateľa sa môžu použiť aj iné metódy za predpokladu, že sa stanovil príslušný vzťah s referenčnou metódou.

<sup>2)</sup> Skúša sa len pre použitie v aktívnej zóne a v ochrannej vrstve.

<sup>3)</sup> Ak sa nepoužila na stabilizáciu nenamrzavá zemina podľa upraveného Scheibleho kritéria na obrázku 2, STN 73 6133.

<sup>4)</sup> Maximálny priemer hrudiek zeminy je 25 mm.

## 9 Plánované skúšky objednávateľa stavby

Objednávateľ stavby je oprávnený počas realizácie prác v ľubovoľnom rozsahu vykonať overenie dodržiavania technologickej disciplíny a kvality zabudovaných zmesí.

## 10 Preberacie skúšky

Preberacie skúšky pozostávajú z meraní, vykonaných na hotovej úprave. Požadované parametre sú uvedené v tabuľke 5 a v tabuľke 6.

Tabuľka 5 Preberacie skúšky vrstvy

Parameter		Požiadavka na vrstvu				Početnosť
		Ochranná vrstva	Aktívna zóna	V telese násypu	Podložie násypu	
Hrúbka vrstvy h (mm) <sup>1)</sup>	priemerná min $h_{priem}$	0,95 h	0,95 h	-	0,90 h	100 m
	minimálna min $h_{min}$	0,90 h	0,90 h	-	0,85 h	
Odchýlka od pričného sklonu max (%) <sup>2)</sup>		± 0,5	± 0,5	-	± 0,5	100 m
Miera zhutnenia min. (%) <sup>3) 5)</sup>		102	100	95	95	2000 m <sup>2</sup>
Celistvosť povrchu <sup>4)</sup>		vizuálne				priebežne

<sup>1)</sup> Hrúbka vrstvy sa stanoví sondami alebo niveláciou.  
<sup>2)</sup> Odchýlka od pričného sklonu sa meria niveláciou, musí byť vždy zaistené dobré odvodnenie povrchu vrstvy.  
<sup>3)</sup> Miera zhutnenia vychádza z použitej zhutňovacej práce – Proctorova skúška.  
<sup>4)</sup> Nedostatok celistvosti je výskyt výtlkov, rýh a pod.  
<sup>5)</sup> Platí pre cesty II. a III. triedy. Pre cesty I. triedy, R a D treba počet skúšok zdvojnásobiť.

Tabuľka 6 Preberacie skúšky – únosnosť vrstvy

Typ vrstvy	TDZ	Modul deformácie $E_{def2}$ (MPa)	Pomer $E_{def2}/E_{def1}$	Skúšobná norma	Početnosť
Podložie násypu	I.–VI.	≥ 30	≤ 2,5	STN 73 6190	1/2 000 m <sup>2</sup>
Teleso násypu	I.–VI.	≥ 45	≤ 2,5		1/2 000 m <sup>2</sup>
Aktívna zóna	I.–III.	≥ 90	≤ 2,5		1/2 000 m <sup>2</sup>
	IV.–VI.	≥ 50	≤ 2,5		1/3 000 m <sup>2</sup>
Ochranná vrstva	IV.–VI.	≥ 55	≤ 2,5		1/3 000 m <sup>2</sup>

## 11 Meranie výmer

Mernou jednotkou na účely fakturácie je m<sup>2</sup> dokončenej vrstvy upravenej zeminy. Počet m<sup>2</sup> hotovej vrstvy sa zistí dĺžkou meranou v osi na povrchu vrstvy, vynásobenou šírkou podľa dokumentácie stavby, pri zohľadnení všetkých križovatiek a rozšírení schválených obstarávateľom.

## 12 Ochrana zdravia pri práci, ochrana životného prostredia

Pred začatím prác musia byť všetci pracovníci písomne oboznámení so všetkými predpismi o ochrane zdravia a bezpečnosti pri práci v zmysle [Z9] a s obsahom bezpečnostného listu.

Pri všetkých stavebných činnostiach podľa týchto TKP musí zhotoviteľ dodržiavať všetky platné predpisy na ochranu zložiek životného prostredia. Sú to najmä predpisy súvisiace s ochranou pôdneho fondu, zdrojov vody a ovzdušia.