

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

**TP 113**

**TECHNICKÉ PODMIENKY  
PRECHODOVÉ OBLASTI CESTNÝCH A DIAĽNIČNÝCH  
MOSTOV**

**účinnosť od: 07. 02. 2019**

**OBSAH**

1	Úvodná kapitola .....	3
1.1	Vzájomné uznávanie .....	3
1.2	Predmet technických podmienok (TP) .....	3
1.3	Účel TP .....	3
1.4	Použitie TP .....	3
1.5	Vypracovanie TP .....	3
1.6	Distribúcia TP .....	3
1.7	Účinnosť TP .....	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 .....	5
1.12	Súvisiace zahraničné predpisy .....	5
1.13	Použité skratky .....	6
2	Všeobecne .....	6
2.1	Termíny a definície .....	6
3	Požiadavky na materiály prechodových oblastí .....	7
3.1	Zásyp základov .....	7
3.2	Tesniaca vrstva .....	7
3.3	Zásyp za oporou .....	8
3.4	Prechodový klin .....	8
3.5	Zosilnený prechodový klin .....	8
3.6	Násyp v prechodovej oblasti .....	8
3.7	Plošná drenáž .....	8
4	Geotechnické pomery na stavbe, zložitosť stavby a požiadavky na vyhodnotenie geotechnických prieskumov .....	8
4.1	Geotechnický prieskum .....	8
4.2	Vyhodnotenie geotechnického prieskumu .....	9
5	Navrhovanie prechodových oblastí .....	9
5.1	Všeobecne .....	9
5.2	Nerovnomerné sadanie .....	9
5.3	Návrhové požiadavky .....	10
5.4	Konštrukčné požiadavky na prechodovú oblasť .....	11
5.5	Návrh prechodovej dosky .....	13
6	Zhotovovanie prechodových oblastí .....	15
7	Skúšanie, kontrola a monitoring .....	16
7.1	Skúšanie a kontrola .....	16
7.2	Monitoring .....	16
Príloha A	Príklady konštrukcií prechodových oblastí .....	17
Príloha B	Prognóza a výpočet sadania násypu .....	24
B.1	Postup výpočtu sadnutia vlastného násypu .....	24
B.2	Výpočet sadania podložia pod násypom .....	24
B.3	Výpočet konsolidácie .....	25
Príloha C	Schéma výstuže priamych prechodových dosiek .....	28

# 1 Úvodná kapitola

## 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 (EÚ) č. 305/2011.

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

„Štát EHP“ a Turecko 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 technických podmienok (TP)

Predmetom týchto TP sú zásady a postupy pre navrhovanie a zhotovovanie prechodov zo zemného telesa na trvalé cestné mostné objekty.

## 1.3 Účel TP

Vplyvom nerovnomerného sadania krajnej opory mostného objektu a príslušného zemného telesa by mohli vznikať v oblasti tohto prechodu nerovnosti vozovky, ktoré ohrozujú bezpečnosť a plynulosť cestnej dopravy a znižujú komfort jazdy. Následkom týchto nerovností a pôsobením dopravného zaťaženia vznikajú v prechodovej oblasti poruchy vozovky.

Aby sa týmto javom predišlo, alebo aspoň obmedzili ich nepriaznivé dôsledky, je potrebné aby bola prechodová oblasť navrhnutá v súlade s týmto TP a so súborom noriem STN EN 1990, STN EN 1992, STN EN 1997.

## 1.4 Použitie TP

Tieto TP sa použijú pri návrhu a zhotovovaní prechodových oblastí pri nových mostoch a rekonštrukciách starých cestných mostov a lávok na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II. a III. triedy a miestnych komunikáciách.

## 1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť: Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 11, 810 05 Bratislava.

Zodpovední riešitelia:

doc. Ing. Viktor Borzovič, PhD., tel. č.: +421 2 59 274 542, e-mail: viktor.borzovic@stuba.sk

prof. Ing. Jana Frankovská, PhD., tel. č.: +421 2 59 274 624, e-mail: jana.frankovska@stuba.sk

Spoluriešitelia:

Ing. František Brliť, tel. č.: +421 2 53 633 134, e-mail: brlit@ceмос.sk, CEMOS, s.r.o., Mlynské nivy 70, 821 05 Bratislava,

Ing. Kamil Laco, PhD., tel. č.: +421 2 59 274 705, e-mail: kamil.laco@stuba.sk

Ing. Jakub Panuška, PhD., tel. č.: +421 2 59 274 676, e-mail: jakub.panuska@stuba.sk.

## 1.6 Distribúcia TP

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

## 1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

## 1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú OTN 73 6244 Prechody na cestných a diaľničných mostoch, 1981 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] vyhláška FMD č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon);
- [Z3] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z4] 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;
- [Z5] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 91/2016 Z. z.;
- [Z6] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov v znení vyhlášky č. 177/2016 Z. z.;
- [Z7] 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.

## 1.10 Súvisiace a citované normy

STN 72 1001	Klasifikácia zemín a skalných hornín
STN 72 1510	Kamenivo na stavebné účely. Názvoslovie a klasifikácia
STN 73 0039	Navrhovanie objektov na poddolovanom území. Základné ustanovenia
STN 73 0090	Geotechnický prieskum
STN 73 1001	Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6133	Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií
STN 73 6200	Mostné názvoslovie
STN 73 6201	Projektovanie mostných objektov
STN 73 3040	Geosyntetika. Základné ustanovenia a technické požiadavky
STN 73 3041	Horninové konštrukcie vystužené geosyntetikou. Technické požiadavky
STN 73 6124-2	Stavba vozoviek. Časť 2: Medzerovitý betón
STN EN 13242+A1 (72 1504)	Kamenivo do nestmelených a hydraulicky stmelených materiálov používaných v inžinierskom staviteľstve a pri výstavbe ciest (Konsolidovaný text)
STN EN 13285 (73 6182)	Nestmelené zmesi. Požiadavky
STN EN 13670 (73 2400)	Zhotovovanie betónových konštrukcií
STN EN 13282-1 (72 2120)	Hydraulické spojivá pre vozovky. Časť 1: Rýchlotvrdnúce hydraulické spojivá pre vozovky. Zloženie, požiadavky a kritériá zhody
STN EN 14227-1 až 5 (73 6184)	Hydraulicky stmelené zmesi (časti 1 až 5)
STN EN 1990 (73 0031)	Eurokód: Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1 (73 0035)	Eurokód 1: Zaťaženie konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-2 (73 6203)	Eurokód 1: Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou
STN EN 1992-1-1+A1 (73 1201)	Eurokód 2: Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy (Konsolidovaný text)

STN EN 1992-2 (73 6206)	Eurokód 2: Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 2: Betónové mosty. Navrhovanie a konštruovanie
STN EN 1997-1 (73 0091)	Eurokód 7: Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 1997-2 (73 0091)	Eurokód 7: Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia
STN EN 206+A1 (73 2403)	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 14475 (73 1009)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Vystužené zemné konštrukcie
STN EN 14679 (73 1023)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Hĺbkové zlepšovanie zemín
STN EN 14731 (73 1008)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Zlepšovanie zemín hĺbkovou vibráciou
STN EN 15237 (73 1024)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Zvislé odvodňovanie
STN EN ISO 22 475-1 (72 1005)	Geotechnický prieskum a skúšky. Metódy odberu vzoriek a meranie hladín podzemnej vody. Časť 1: Technické zásady vykonávania (ISO 22475-1: 2006)

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

### 1.11 Súvisiace a citované technické predpisy rezortu

[T1]	TP 028	Vykonávanie inžinierskogeologického prieskumu pre cestné stavby, MDPT SR: 2008;
[T2]	TP 033	Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek, MDPT SR: 2009 + Dodatok č. 1, MDVRR SR: 2015;
[T3]	TP 044	Recyklácia asfaltových zmesí na mieste za horúca pre vozovky s dopravným zaťažením triedy II až VI, MDV SR: 2017;
[T4]	TP 068	Protikoročná ochrana oceľových konštrukcií mostov, MDVRR SR: 2016;
[T5]	TP 081	Základné ochranné opatrenia pre obmedzenie vplyvu bludných prúdov na mostné objekty pozemných komunikácií, MDVRR SR: 2014;
[T6]	TKP 0	Všeobecne, MDVRR SR: 2012;
[T7]	TKP 2	Zemné práce, MDVRR SR: 2011;
[T8]	TKP 4	Odvodňovacie zariadenia a chráničky pre inžinierske siete, MDVRR SR: 2010;
[T9]	TKP 15	Betónové konštrukcie všeobecne, MDV SR: 2018;
[T10]	TKP 27	Zlepšovanie zemín, MDVRR SR: 2015;
[T11]	TKP 31	Zvláštne zemné konštrukcie, MDVRR SR: 2014;
[T12]	TKP 35	Geotechnický monitoring pre objekty líniových častí pozemných komunikácií, MDVRR SR: 2016;
[T13]	KLEaZ 1/2014	Katalógové listy emulzií a zálievok, MDVRR SR: 2014 + Dodatok č. 1/2016 ku KLEaZ 1/2014, MDVRR SR: 2016;
[T14]	VL 2	Teleso pozemných komunikácií, MDVRR SR: 2016;
[T15]	VL 4	Mosty, MDV SR: 2018.

### 1.12 Súvisiace zahraničné predpisy

[T16]	ČSN 73 6244	Přechody mostů pozemných komunikací, [Prechodové oblasti mostov pozemných komunikácií];
[T17]	RVS 15.06.11	Brücken – Unterbau – Schleppplatten und Hinterfüllungen [Mosty – Dolná stavba – Prechodové dosky a zásypy];
[T18]	Katalog detali mostowych	Katalog detali mostowych [Katalóg mostných detailov];
[T19]	ASTRA 12 004	Konstruktive Einzelheiten von Brücken – Kapitel 3: Brückenende [Konštrukčné detaily mostov – Kapitola 3: Ukončenie mostov];
[T20]	Projektierungsgrundlagen Kunstbauten 2016	Projektierungsgrundlagen Kunstbauten 2016 – 4400 Brückenabschluss [Podklady pre projektovanie inžinierskych stavieb 2016 – 4400 Prechodové oblasti mostov].

### 1.13 Použité skratky

$c_v$	súčiniteľ konsolidácie
$d_i, h_i$	hrúbka $i$ -tej vrstvy
$k$	súčiniteľ filtrácie
$m_i$	koeficient štruktúrnej pevnosti $i$ -tej vrstvy
$n$	počet vrstiev
$s_c$	celkové sadnutie vlastného telesa násypu alebo podložia
$s_N$	sadnutie vlastného telesa násypu uvažovaného od času $t_0$
$s_t$	sadnutie v čase $t$ vlastného telesa násypu alebo podložia
$s_{t\infty,PN}$	konečná hodnota sadnutie podložia násypu
$s_{t0,PN}$	hodnota sadnutie podložia násypu v čase $t_0$
$s_{t\infty,OP}$	konečná hodnota sadnutie základu krajnej opory
$s_{t0,OP}$	hodnota sadnutie základu krajnej opory v čase $t_0$
$s_v$	sadnutie vlastného telesa násypu uvažovaného od času $t_0$
$s_1$	teoretický sklon nivelety
$s_2$	sklon nivelety v prechodovej oblasti po nadvýšení
$s_3$	sklon nivelety v prechodovej oblasti po poklesu nivelety
$t_0$	čas spojenia vozovky prechodovej oblasti a mosta
$E_{oed,i}$	oedometrický modul materiálu $i$ -tej vrstvy
$H_N$	výška násypu
$H_{OP}$	výška krajnej opory
$L_d$	dĺžka prechodovej dosky
$T$	časový faktor
$U_{(T)}$	stupeň konsolidácie
$\Delta s$	veľkosť výškového nerovnomerného sadania objektu a násypu
$\sigma_{z,i}$	zvislé napätie v uvažovanom bode v strede $i$ -tej vrstvy od priťaženia násypom
$\sigma_{or,i}$	pôvodné geostatické napätie v strede $i$ -tej vrstvy

## 2 Všeobecne

Vplyvom nerovnomerného sadania mostného objektu a priliehajúceho cestného telesa vznikajú v prechodovej oblasti nerovnosti vozovky, ktoré by mohli negatívne ovplyvniť bezpečnosť, plynulosť a komfort cestnej dopravy.

V dôsledku týchto nerovností môžu vzniknúť poruchy vozovky. Zároveň prejazdom vozidiel na styku mostného objektu a zemného telesa dochádza k zvýšenému namáhaniu mostných záverov, dohutňovaniu vozovky a zemného telesa v bezprostrednej blízkosti za oporou, čo sa môže prejavovať výraznou diskontinuitou nivelety a ďalej zhoršujúcim sa stavom prechodu.

Aby sa predišlo týmto javom, alebo sa aspoň obmedzili ich nepriaznivé dôsledky, je nutné, aby sa prechodová oblasť navrhovala v súlade s týmto technickým predpisom a normami STN 73 6101, STN 73 6201 a STN 73 6133.

Aktívna zóna (podložie vozovky) prechodovej oblasti sa navrhuje, zhotovuje a kontroluje podľa STN 73 6133.

Ak sa v prechodovej oblasti nachádzajú inžinierske siete, je potrebné ich chrániť v zmysle [T8].

### 2.1 Termíny a definície

Na účely týchto TP platia nasledovné termíny a definície:

Prechodová oblasť, prechod	Konštrukcia zemného telesa priliehajúca k opore mosta, prípadne presýpaného objektu v násype, do vzdialenosti približne 1,5-násobku výšky násypu (zásypu) od rubu opory. Prejavujú sa v nej vplyvy nerovnomerného sadania mostného objektu a prilahlej časti násypu.
Podložie násypu prechodovej oblasti	Časť terénu po odstránení ornice alebo upravený terén tvoriaci základ násypu, ohraničený šírkou, dĺžkou prechodovej oblasti a hĺbkou deformačnej zóny.

Zásyp za oporou, zásyp objektu Prechodový klin	Časť geotechnickej konštrukcie prechodovej oblasti za rubom opory (mosta s presypaním), obvykle klinovitého tvaru. Konštrukčný prvok zemného telesa prechodovej oblasti s premennou hrúbkou vytvorený z nestlačiteľného, alebo málo stlačiteľného materiálu.
Samostatný prechodový klin	Prechodový klin, ktorého funkcia je podobná ako funkcia prechodovej dosky.
Podkladný prechodový klin Prechodová doska	Prechodový klin, slúžiaci ako podklad prechodovej dosky. Doskový železobetónový prvok prechodovej oblasti, ktorý čiastočne vyrovnáva rozdielne sadnutie objektu a priľahlého zemného telesa.
Most s presypávkou	Most, kde spodná hrana vrstiev vozovky neleží priamo na nosnej konštrukcii mosta, ale je oddelená zeminou (alebo iným geomateriálom).
Zásyp základu	Časť geotechnickej konštrukcie prechodovej oblasti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pri plošných a hlbinných základoch zhotovovaných z pôvodného terénu je vymedzená úrovňou základovej škáry opory a obvykle povrchom pôvodného terénu,</li> <li>- pri plošných a hlbinných základoch zhotovovaných na svahu (zárezu) s nízkym priľahlým násypom je obvykle zásyp základu obmedzený drikom opory,</li> <li>- pri plošných a hlbinných základoch umiestnených na telese násypu sa zásyp základu nenavrhuje.</li> </ul>
Ochranný a drenážny zásyp, obsyp za oporou	Časť zásypu dotýkajúca sa opory, prípadne rubu mostnej konštrukcie s presypaním z nenamfzajúcej hrubozrnnej sypaniny, ktorého účelom je zamedzenie objemových zmien, ktoré môžu nastať v dôsledku premfzania zeminy cez oporu a krídla opory, a tiež prípadné odvedenie vody, pokiaľ táto ochrana proti premfzaniu nie je zabezpečená iným spôsobom. Súčasťou zásypu je obvykle aj drenážny systém na rube opory, ktorý slúži ako ochrana izolácie pred poškodením a tiež k odvedeniu prípadnej presiaknutej vody.
Tesniaca vrstva	Tesniaca fólia uložená v ochrannej vrstve slúžiaca na ochranu zásypu a podložia základu pred presakujúcou vodou.
Štrkopiesok	Prírodné kamenivo (štrk so zaoblenými zrnami) s obsahom jemných častí menej ako 5 %.

### 3 Požiadavky na materiály prechodových oblastí

Ak zasahuje zásyp alebo obsyp objektu do aktívnej zóny, musia všetky použité materiály spĺňať požiadavky na fyzikálno-mechanické vlastnosti aktívnej zóny uvedené v STN 73 6133. Použitie popola a/alebo popolčeka do aktívnej zóny násypu nie je povolené. Ako tesnenie medzi ochranným zásypom za oporou a zásypom základu sa môže použiť tesniaca vrstva.

#### 3.1 Zásyp základov

Pre oblasť zásypu nad hladinou podzemnej vody sa vo všeobecnosti použije vhodná alebo podmienične vhodná zemina podľa STN 73 6133. Môže sa použiť pôvodná vyťažená zemina, ak splňuje požiadavky na fyzikálno-mechanické vlastnosti uvedené v STN 73 6133.

Ak oblasť zásypu nad hladinou podzemnej vody nie je možné odvodniť, musí sa zaplniť takým materiálom, ktorý neumožňuje hromadenie vody.

Pre oblasť zásypu pod hladinou podzemnej vody sa vyžaduje individuálny návrh a geotechnický prieskum.

#### 3.2 Tesniaca vrstva

Pre tesniacu vrstvu medzi základom a zásypom za oporou sa použije tesniaca fólia vložená do vrstvy štrku (tried G1, S1, štrkopiesok) frakcie 0/32 mm. Vrstvy štrkopiesku sa môžu nahradiť ochrannou geotextíliou v zmysle STN 73 3040.

Použije sa fólia s pevnosťou min. 20 kN/m a s prietlačnosťou min. 20 % v oboch smeroch. Tesniaca fólia bude vyvedená pod plošnú drenáž za oporou.

### 3.3 Zásyp za oporou

Pre zásyp za oporou objektu sa musí použiť priepustný a nenamrzavý materiál s obsahom jemnozrnných častíc menej ako 5 %. Použije sa dobre zrnený štrk veľkosťou zŕn do 63 mm triedy G1 v zmysle STN 72 1001, štrkodrvina v zmysle STN 72 1510.

### 3.4 Prechodový klin

Pre prechodový klin sa použije materiál:

- a) štrkodrvina frakcie 0/32 mm;
- b) rovnozrnný medzerovitý betón podľa STN 73 6124-2;
- c) stmelené zmesi hydraulickými spojivami v zmysle súboru noriem STN EN 14227 a [T10].

### 3.5 Zosilnený prechodový klin

Pre zosilnený prechodový klin sa použije:

- a) vystužená zemina podľa STN EN 14475 a STN 73 3041;
- b) chemicky alebo mechanicky upravená zemina v zmysle [T10].

### 3.6 Násyp v prechodovej oblasti

Pre násyp v prechodovej oblasti sa použije vhodná alebo podmiennečne vhodná zemina podľa STN 73 6133. Môžu sa použiť aj vedľajšie priemyselné produkty a upravené zeminy, ak spĺňajú požiadavky uvedené STN 73 6133. Recyklované stavebné materiály sa môžu použiť v prípade preukázania splnenia požiadaviek uvedených v STN 73 6133 a STN EN 13242+A1. Stavba vrstevnatého násypu z neupravených nevhodných alebo podmiennečne vhodných zemín v prechodovej oblasti mostov sa nedovoľuje.

### 3.7 Plošná drenáž

Pre plošnú drenáž sa môžu použiť nasledujúce materiály:

- a) nopová fólia použiteľná pre drenáž s hrúbkou min. 6 mm,
- b) drenážny geokompozit v hrúbke min. 6 mm po stlačení s technickými požiadavkami podľa STN 73 3040.

Použitie materiály musia mať priepustnosť, charakterizovanú súčiniteľom filtrácie  $k$ , väčšiu ako  $k = 1 \cdot 10^{-3}$  m/s.

## 4 Geotechnické pomery na stavbe, zložitosť stavby a požiadavky na vyhodnotenie geotechnických prieskumov

### 4.1 Geotechnický prieskum

Geotechnický a inžinierskogeologický prieskum sa plánuje a uskutočňuje podľa zásad a pravidiel uvedených v STN EN 1997-2, STN 73 0090 a [T1]. Rozsah a náplň geotechnického prieskumu sa riadi zložitou základových pomerov a náročnosti konštrukcie a vykonáva sa v etapách.

Stavenisko sa predbežne zatriedi do geotechnickej kategórie podľa zásad v STN EN 1997-1 a STN 73 6133 a STN 73 0039. Geotechnická kategória sa môže zmeniť na základe doplňujúceho geotechnického prieskumu, ktorý sa môže vykonať v každej etape prieskumu.

Terénny prieskum, odber vzoriek, laboratórne skúšky a merania hladín podzemnej vody sa vykonávajú podľa STN EN 1997-2 a STN EN ISO 22475-1.

Geotechnický prieskum musí obsahovať údaje o inžinierskogeologických pomeroch, vrátane nepriaznivých geodynamických javov a hladine podzemnej vody. Deformačné správanie podložia je potrebné stanoviť do hĺbky minimálne 5 m pod terénom v závislosti od výšky násypu v prechodovej oblasti.



## 4.2 Vyhodnotenie geotechnického prieskumu

Geotechnický prieskum sa vyhodnocuje podľa STN EN 1997-1 a STN EN 1997-2. Správa z geotechnického prieskumu musí obsahovať údaje, potrebné pre výpočet sadania a časového priebehu sadania (konsolidácie) podložia násypu a sadanie vlastného telesa násypu, ak je to relevantné.

## 5 Navrhovanie prechodových oblastí

### 5.1 Všeobecne

Prechodová oblasť musí byť navrhnutá tak, aby bola zaistená jej spoľahlivosť proti:

- strate únosnosti,
- vzniku nadmerných deformácií, ktoré by mohli byť príčinou porúch konštrukčných prvkov prechodu, alebo ktoré by mohli spôsobiť neprimerané deformácie svahov, či iných plôch priľahlých konštrukcií,
- vplyvom povrchovej, prípadne vnútornej erózie,
- vzniku zvýšených účinkov zemných tlakov na oporu mostného objektu,
- vzniku nepriaznivých účinkov na hlbinné základové prvky od konsolidácie prechodovej oblasti.

Tieto požiadavky sa považujú za splnené, ak sú prechodová oblasť a príľahlé objekty navrhnuté v zmysle platných slovenských technických noriem pre zaťaženie a navrhovanie konštrukcií (geotechnických, betónových, cestných telies a pod.) a platných technických predpisov.

### 5.2 Nerovnomerné sadanie

Pre navrhovanie prechodových oblastí je potrebné zohľadniť sadanie základu mosta v mieste opory (objektu) a násypu v mieste prechodu. Nerovnomerné sadanie  $\Delta s$  je vzájomný rozdiel týchto hodnôt v úrovni vozovky zohľadňujúci časový priebeh sadaní pri predpokladanom postupe zhotovovania uvažovaného v dokumentácii stavby.

Nerovnomerné sadanie  $\Delta s$  sa stanoví ako rozdiel dodatočných sadaní od času spojenia vozovky mostného objektu s vozovkou prechodu podľa zásad mechaniky zemín.

Faktory ovplyvňujúce nerovnomerné sadanie sú:

- vlastnosti zemín v podloží a ďalšie geotechnické podmienky,
- vlastnosti materiálov určených na stavbu násypu,
- technologický postup výstavby násypu,
- spôsob založenia objektu.

#### 5.2.1 Stanovenie nerovnomerného sadania

Nerovnomerné sadanie je potrebné stanoviť:

- v prípade výšky násypu pri objekte viac ako 7 m,
- ak je krajná podpera objektu založená plošne alebo hlbkovo pri výskyte veľmi stlačiteľných zemín v podloží, a to aj v prípade, že výška násypu pri objekte je nižšia ako 7 m.

Pre násypy výšky 3 m až 7 m a objekty zatriedené do 2. geotechnickej kategórie sa nerovnomerné sadanie odporúča stanoviť.

Výpočet nerovnomerného sadania objektu a násypu sa nepožaduje pokiaľ je násyp v prechodovej oblasti vysoký maximálne 3 m a geologické pomery sú jednoduché.

#### 5.2.2 Veľkosť nerovnomerného sadania

Veľkosť nerovnomerného sadania  $\Delta s$  je daná vzťahom:

$$\Delta s = s_N + (s_{t_{\infty}, PN} - s_{t_0, PN}) - (s_{t_{\infty}, OP} - s_{t_0, OP}) \quad [\text{mm}] \quad (1)$$

kde:

- $s_N$  je sadnutie vlastného telesa násypu uvažovaného od času  $t_0$ ,  
 $s_{t_{\infty}, PN}$  konečná hodnota sadnutia podložia násypu,  
 $s_{t_0, PN}$  hodnota sadnutia podložia násypu v čase  $t_0$ ,  
 $s_{t_{\infty}, OP}$  konečná hodnota sadnutia základu krajnej opory,

$s_{t_0,OP}$  hodnota sadnutia základu krajnej opory v čase  $t_0$ ,  
 $t_0$  čas spojenia vozovky prechodovej oblasti a mosta.

Ak je násyp zhotovený z vhodných, dobre priepustných zemín, pri ktorých sa predpokladá, že väčšina sadnutia prebehne počas výstavby, je možné považovať  $s_N = 0$  mm. Pokiaľ je však násyp navrhnutý z málo vhodných, pomaly konsolidujúcich zemín, je potrebné uvažovať s hodnotou sadnutia vlastného telesa násypu a jeho časovým priebehom.

Stanovenie časových úsekov od priťaženia podložia násypu po čas  $t_0$  spojenia vozovky prechodovej oblasti a mosta, ako aj od priťaženia základovej škáry krajnej opory po čas  $t_0$  sa považuje za dostatočne presné so zaokrúhlením na 0,5 roka.

### 5.2.3 Časová prognóza sadania

Pre výpočet nerovnomerného sadania  $\Delta s$  je dovolené stanoviť sadnutie vrstvy zeminy pod základovou škárou opory, podložia násypu alebo vlastného telesa násypu  $s_t$  za určitý časový úsek z hodnoty celkového sadnutia tejto vrstvy  $s_c$ .

Výpočet sadnutia s uvažovaním časového priebehu sa stanoví podľa prílohy B týchto TP, poprípade podľa STN EN 1997-1. Je dovolené použiť aj iný osvedčený postup mechaniky zemín, resp. numerické modelovanie.

## 5.3 Návrhové požiadavky

Pre stanovenie dĺžky prechodovej oblasti sú rozhodujúce tieto kritériá:

- veľkosť nerovnomerného sadania stanoveného podľa čl. 5.2.2 týchto TP,
- zmena sklonu nivelety vozovky potrebná k vyrovnaní nerovností očakávaných podľa projektu po skončení sadania násypu za oporou a krajnej opory.

### 5.3.1 Zmena sklonu nivelety

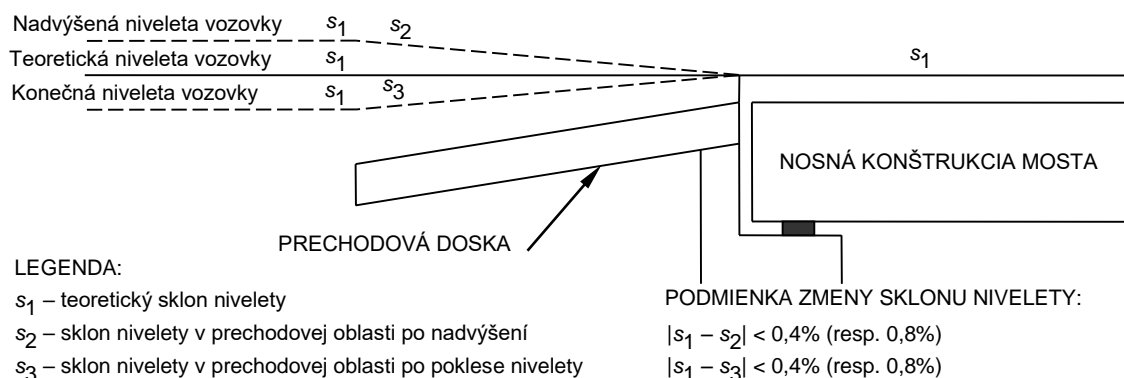
Najväčšia prípustná zmena sklonu nivelety pre cesty s asfaltovou vozovkou je:

- 0,4 % pre diaľnice, rýchlostné cesty a cesty I. triedy,
- 0,8 % pre cesty II., III. triedy a miestne komunikácie.

Maximálna zmena sklonu nivelety sa pre účelové komunikácie a objekty pre migráciu zvery nestanovuje.

### 5.3.2 Nadvýšenie cestného násypu

Ak je očakávaná značná veľkosť nerovnomerného sadania a dĺžka prechodovej oblasti odvodená z dovolenej zmeny sklonu nivelety by presiahla výšku násypu, je dovolené urobiť nadvýšenie cestného násypu a nivelety vozovky v blízkosti mosta tak, aby vzniknutá zmena sklonu opačného zmyslu (obrázok 5.1) nepresiahla limitné hodnoty podľa čl. 5.3.1 týchto TP.



Obrázok 5.1 – Schematické znázornenie zmeny sklonu nivelety v prípade poklesu násypu a nadvýšenia nivelety vozovky v prechodovej oblasti

### 5.3.3 Opatrenia k zmierneniu nerovnomerného sadania

Pokiaľ ani opatrenie podľa čl. 5.3.2 týchto TP nevedie k zmenšeniu dĺžky prechodovej oblasti na primeranú mieru, je potrebné navrhnuť opatrenia k zmenšeniu rozdielu v sadaní opory a násypu ako napríklad:

- urýchliť konsolidáciu podložia násypu (pozri čl. 5.3.4 týchto TP),
- založiť oporu na násype,
- násyp za oporou navrhnuť z materiálu s nízkou objemovou hmotnosťou (podľa STN 73 6133),
- vykonať hĺbkové zlepšenie zemín v podloží podľa STN EN 14679,
- prechodovú oblasť založiť na pilótach s roznášacím výstužným vankúšom podľa STN EN 14475,
- zvoliť iné usporiadanie mosta a podobne.

### 5.3.4 Urýchlenie konsolidácie podložia

Ak je požadované urýchlenie konsolidácie podložia, je možné voľiť nasledujúce technické opatrenia:

- násyp zhotoviť v dostatočnom predstihu na skonsolidovanie podložia pred výstavbou krytu,
- dočasne prevýšiť násyp. Pri tomto opatrení je nutné posúdiť stabilitu zvýšeného násypu. (toto opatrenie je málo účinné v prípade, že v podloží sú nasýtené ílovité zeminy),
- odstrániť málo únosnú zeminu v podloží a nahradiť ju únosným a málo stlačiteľným materiálom podľa [T7] do hĺbky 2 m,
- v prípade veľkej mocnosti málo únosného podložia zhotoviť plošné odvodňovacie štrkopieskové vankúše v kombinácii so systémom zlepšenia zemín napríklad:
  - drenážnymi rebrami (konsolidačných rýh),
  - štrkových pilierov podľa STN EN 14731,
  - prefabrikovaných zvislých odvodňovacích drénov v podloží násypu podľa STN EN 15237.

Pre podložie násypu tvorené stlačiteľnými, vodou nasýtenými zeminami je vhodné na kontrolu priebehu a na zistenie dosiahnutého stupňa konsolidácie včas predpísať metodiku geotechnického monitoringu vrátane technického vybavenia (napríklad návrh meracieho profilu, meranie pórového tlaku a podobne). Požiadavky na monitoring sú uvedené v STN EN 1997-1.

## 5.4 Konštrukčné požiadavky na prechodovú oblasť

### 5.4.1 Druhy prechodových oblastí

Podľa skladby rozlišujeme tieto typy prechodových oblastí:

- s prechodovou doskou (príloha A, obrázok A.1),
- bez prechodovej dosky a bez prechodového klinu (príloha A, obrázok A.2),
- s prechodovým klinom (príloha A, obrázok A.3),
- prechodová oblasť presypaného objektu (príloha A, obrázok A.4),
- opora v násype založená na pilótach (príloha A, obrázok A.5),
- rámové mosty (príloha A, obrázok A.6),
- prechodová oblasť so zosilneným prechodovým klinom (príloha A, obrázok A.7).

### 5.4.2 Prechodové dosky

Prechodové dosky zvyčajne nie je potrebné navrhovať v týchto prípadoch:

- mosty s príľahlým násypom do 3 m,
- mosty s násypom do výšky 6 m v jednoduchých základových pomeroch podľa STN 73 0090,
- mosty na obslužných cestách, účelových komunikáciách vrátane lesných a poľných ciest, mosty pre migráciu zvery a dočasných mostoch.

V ostatných prípadoch sa navrhuje prechodová oblasť s prechodovou doskou, s prechodovým klinom alebo so zosilneným prechodovým klinom.

### 5.4.3 Podložie násypu

Podložie násypu musí byť zrovnané a zhutnené podľa STN 73 6133 a [T7]. Ak sú v podloží násypu stlačiteľné a málo únosné zeminy, musia sa navrhnuť opatrenia na urýchlenie konsolidácie a zvýšenie únosnosti podložia podľa [T7] uvedené v 5.3.4.

#### 5.4.4 Zásyp základov

Zhutnenie zásypu základov musí spĺňať požiadavky uvedené v STN 73 6133 pre konštrukčnú pláň. Hrúbka jednej vrstvy je maximálne 30 cm a požadovaná miera zhutnenia  $D_{PS}$  je uvedená v STN 73 6133 v závislosti na maximálnej objemovej hmotnosti materiálu. Predpísané zhutnenie hrubozrnných zemín (pieskov a štrkov) sa navrhuje podľa STN 73 6133 relatívnou uľahutosťou  $b$  a je minimálna hodnota je 0,7 alebo 0,75 pre štrky a 0,75 alebo 0,8 pre piesky v závislosti od podielu jemných častíc. Požadovaný modul deformácie  $E_{def2} \geq 45$  MPa.

#### 5.4.5 Tesniaca vrstva

Materiály v tesniacej vrstve musia byť v sklone najmenej 10 % smerom ku drenáži.

Tesniaca vrstva sa nepožaduje v prípade, keď je podložie násypu v prechodovej oblasti tvorené z priepustných hrubozrnných zemín.

#### 5.4.6 Zásyp za oporou

Materiál zásypu za oporou, zásypu krídel a obsypu objektov s presypávkou sa navrhuje podľa STN 73 6133. Požaduje sa modul deformácie zistený statickou zaťažovacou skúškou  $E_{def2} \geq 70$  MPa.

#### 5.4.7 Konštrukcia prechodového klinu

Prechodový klin sa navrhuje ako konštrukčný prvok prechodovej oblasti (príloha A, obrázok A.3) alebo ako zosilnený (príloha A, obrázok A.7) .

##### 5.4.7.1 Prechodový klin

Pri navrhovaní sa požaduje:

- navrhuje sa približne do 1/3 výšky opory nad terénom,
- spodná hrana prechodového klinu je v spáde minimálne 10 % smerom k odvodneniu,
- izolácia opory je doplnená o drenážnu vrstvu s trvalou funkciou, ktorá je zaústená do priečnej drenáže za oporou (čl. 5.4.8 týchto TP).

Požaduje sa modul deformácie zistený statickou zaťažovacou skúškou  $E_{def2} \geq 90$  MPa. Materiál musí byť zhutnený podľa STN 73 6133.

##### 5.4.7.2 Zosilnený-prechodový klin

Navrhuje sa pokiaľ je prechodový klin zhotovovaný ako náhrada zásypu za oporou (príloha A obrázok A.7). Zhutnenie sa požaduje, ak je relevantné, podľa príslušnej normy. Klin môže byť navrhnutý:

- z medzerovitého betónu podľa STN 73 6124-2 (MCB D – CI 1,0 –  $D_{max22}$ ),
- z upravenej zeminy podľa STN 73 6133,
- zo zmesi stmelenej hydraulickým spojivom podľa STN 14227,
- z vystuženej zeminy podľa STN EN 14475.

#### 5.4.8 Odvodnenie rubu opory

Krajné opory vrátane krídel a presypané objekty sa odvodňujú pomocou materiálov definovaných v čl. 3.7 týchto TP. Filtračná vrstva je privedená k drenážnej trúbke. Presakujúca voda sa zachytí priečnou drenážou z drenážnej trúbky na podkladnom betóne C8/10 – X0(Sk) s minimálnou hrúbkou 150 mm. Voda sa odvedie zo svahu najmenej 0,5 m nad úrovňou 10-ročnej vody. Drenážna perforovaná rúra je minimálne priemeru DN 150 s kruhovou tuhosťou SN 8 pred perforáciou, perforácia 100 cm<sup>2</sup>/m. Chráni sa obsypom zo štrku (štrkodrviny) alebo obetónovaním medzerovitým betónom o rozmere 0,4 m×0,4 m.

#### 5.4.9 Úprava krytu vozovky

Na mostoch bez prechodovej dosky a mostného záveru sa v kryte vozovky zhotoví priečna špára v úrovni rubu záverného múrika. Vozovka sa prereže na hĺbku polovice hrúbky vozovky v danom mieste, najmenej však na výšku obrusnej vrstvy. Následne sa vytvorí komôrka s minimálnou šírkou 12 mm a minimálnou výškou 25 mm a špára sa zaplní modifikovanou asfaltovou zálievkou.

## 5.5 Návrh prechodovej dosky

### 5.5.1 Geometria prechodovej dosky

Šírka prechodovej dosky sa navrhuje na šírku vozovky a spevnenej krajnice alebo ako voľná šírka na moste.

Sklon prechodovej dosky sa navrhuje zvyčajne v sklone 1:10 (až 1:15) od roviny nivelety v smere od opory. Minimálny sklon od vodorovnej roviny v smere od opory je 3 %.

Horná hrana prechodovej dosky pri mostnom závere má byť v úrovni hornej hrany mostovky, tak aby najmenšia hrúbka vozovky na prechodovej doske bola rovnaká ako na moste.

Minimálna hrúbka prechodovej dosky sa uvažuje podľa tabuľky 5.1 v závislosti od dĺžky prechodovej dosky.

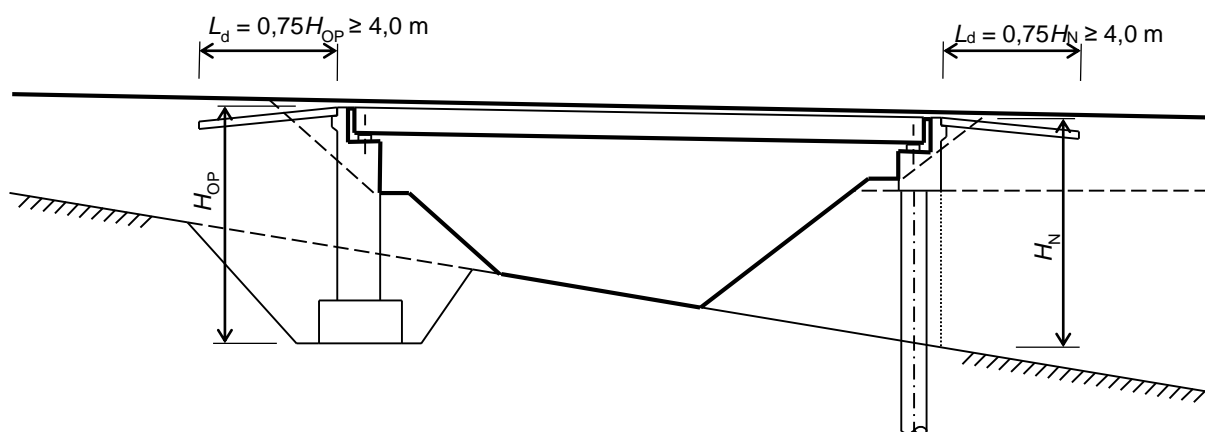
Tabuľka 5.1 - Minimálne hrúbky prechodovej dosky v závislosti na jej dĺžke

Dĺžka prechodovej dosky (m)	3	4	5	6	7	8	9
Hrúbka prechodovej dosky (m)	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36

### 5.5.2 Dĺžka prechodovej dosky

Dĺžka prechodovej dosky sa stanoví z veľkosti nerovnomerného sadania medzi násypom a krajinou oporou a z podmienok prípustnej zmeny nivelety (čl. 5.3 týchto TP).

V podmienkach 2. geotechnickej kategórie sa navrhuje dĺžka prechodovej dosky ako 0,75-násobok väčšej z hodnôt výšky násypu alebo výšky krajnej opory. Minimálna dĺžka je v tomto prípade 4,0 m (obrázok 5.2).



Obrázok 5.2 – Dĺžka prechodovej dosky v závislosti od výšky opory a násypu

### 5.5.3 Uloženie na opore

Uloženie prechodovej dosky na opore sa navrhuje kĺbové, neposuvné pomocou vrubového kĺbu. Cez vrubový kĺb prechádza zvislý trň  $\varnothing$  25 mm z betónárskej výstuže B500B. Dĺžka trňa je 0,5 m a osová vzdialenosť medzi trňami 0,5 m. Protikoročná ochrana sa vyhotoví v zmysle [T4].

Dĺžka uloženia prechodovej dosky na opore  $u = 250$  mm pre prechodové dosky dĺžky 3 m až 5 m. Dĺžka uloženia prechodovej dosky na opore  $u = 300$  mm pre prechodové dosky dĺžky 6 m až 9 m.

Spodná hrana prechodovej dosky v mieste uloženia tvorí jednu líniu.

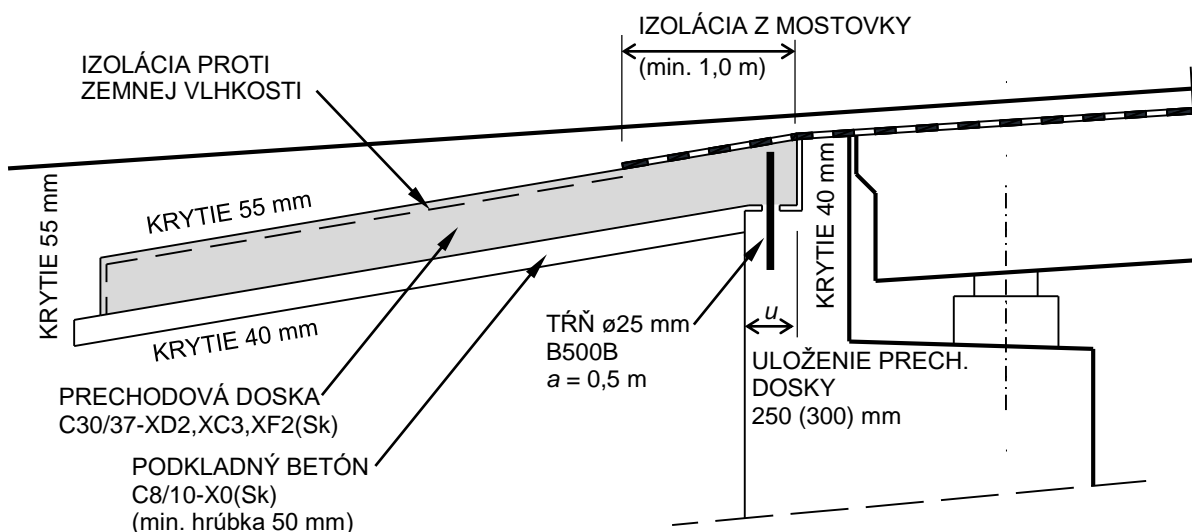
### 5.5.4 Hydroizolácia

Prechodová doska je vždy izolovaná na hornom povrchu proti presakujúcej vode. Na dĺžke 1 m od opory je izolačný systém rovnaký ako na mostovke. Ostatnú časť postačuje izolovať proti zemnej vlhkosti. Detaily konštrukčného riešenia sú uvedené v [T15].

Pre prechodové oblasti sú záväzné požiadavky na elektrické vlastnosti izolácie podľa [T5].

### 5.5.5 Podklad pod prechodovou doskou

Podklad pre prechodovú dosku tvorí prostý betón minimálnej hrúbky 50 mm bez nároku na pevnostnú triedu.



Obrázok 5.3 – Konštrukčné zásady pre prechodovú dosku

### 5.5.6 Pôsobenie prechodovej dosky

Prechodové dosky sa zvyčajne navrhujú ako monolitické železobetónové doskové prvky. Sú namáhané hlavne ohybom a šmykom v pozdĺžnom smere. Doska je na jednom okraji podopretá na opore. Pri nerovnomernom sadaní cestného telesa a opory a v dôsledku konsolidácie prechodovej oblasti pod doskou vzniká druhá podpera ako teoretické podopretie na štrkovom vankúši na voľnom okraji dosky.

Pri individuálnych návrhoch prechodových dosiek s inou geometriou ako sa predpokladá v tomto TP, je možné konzervatívne uvažovať teoretickú podperu na voľnom konci prechodovej dosky.

Zaťaženia prechodovej dosky sa uvažujú v zmysle STN EN 1991-1-1 a STN EN 1991-2. Okrem stálych zaťažení pôsobí na dosku zaťaženie dopravou. Rozhodujúcim zaťažovacím modelom je LM1. Kombinácie sa uvažujú podľa STN EN 1990.

### 5.5.7 Konštruovanie

Minimálna pevnostná trieda betónu prechodovej dosky je C30/37. Odporúčané stupne prostredia pre prechodovú dosku sú XD2, XC3, XF2 podľa STN EN 1992-2. Nominálna hodnota krycej vrstvy je odvodená v závislosti od stupňov prostredia. Pri spodnom povrchu je krytie 40 mm a pri hornom povrchu 55 mm.

Veľkosť krytia môže ovplyvniť v niektorých prípadoch aj ochrana proti bludným prúdum definovaná v [T5]. Zvýšením hrúbky krytia je potrebné zároveň zvýšiť hrúbku dosky definovanej v tabuľke 5.1.

Návrh výstuže sa urobí podľa STN EN 1992-2. Hodnoty vnútorných síl pre pozdĺžny smer a podperových reakcií je možné prevziať z grafu na obrázkoch 5.4 a 5.5.

Hlavná pozdĺžna výstuž sa ukladá pri spodnom povrchu rovnobežne s osou cesty.

Pozdĺžna a priečna výstuž pri hornom povrchu sa navrhuje v množstve minimálne 25 % z hlavnej nosnej výstuže pri spodnom povrchu.

Priečna výstuž pri spodnom povrchu sa navrhuje v závislosti od šikmosti dosky, uhol kríženia osi komunikácie a osi uloženia prechodovej dosky na opore. Pre šikmost' 90° až 70° v množstve 25 % a pre šikmost' 45° v množstve 50 % z hlavnej nosnej výstuže pri spodnom povrchu. V medziľahlom intervale šikmosti množstvo priečnej výstuže interpolovať.

Šmyková výstuž sa navrhuje ako staticky nutná pri napojení na oporu v páse šírky 1 m. Šmyková výstuž dosky musí preniesť minimálne hodnotu priečnej sily podľa obrázku 5.5. V ostatnej časti dosky sa môžu navrhnúť spony v množstve 4 ks/m<sup>2</sup>.

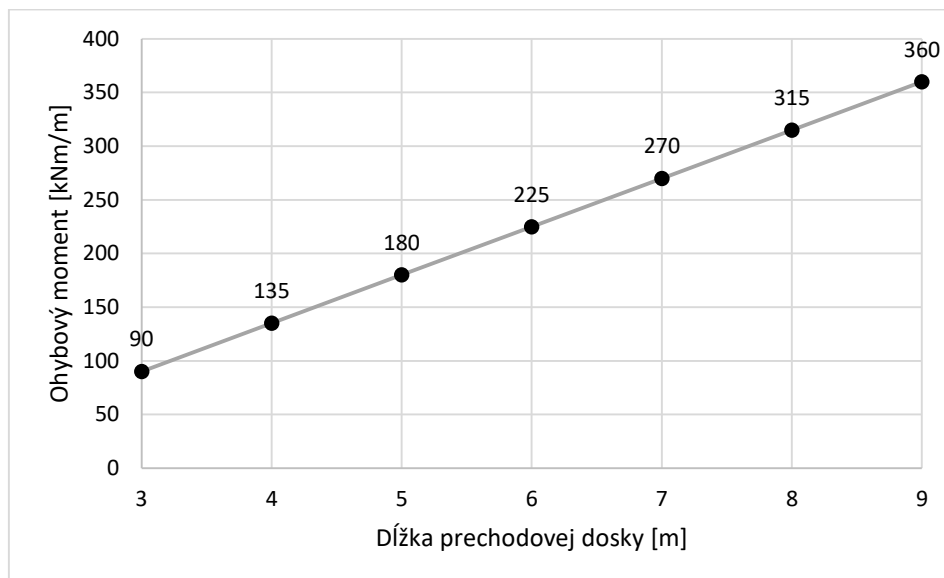
Schéma výstuže prechodových dosiek je uvedená v prílohe C.

### 5.5.8 Rekonštrukcie prechodových oblastí

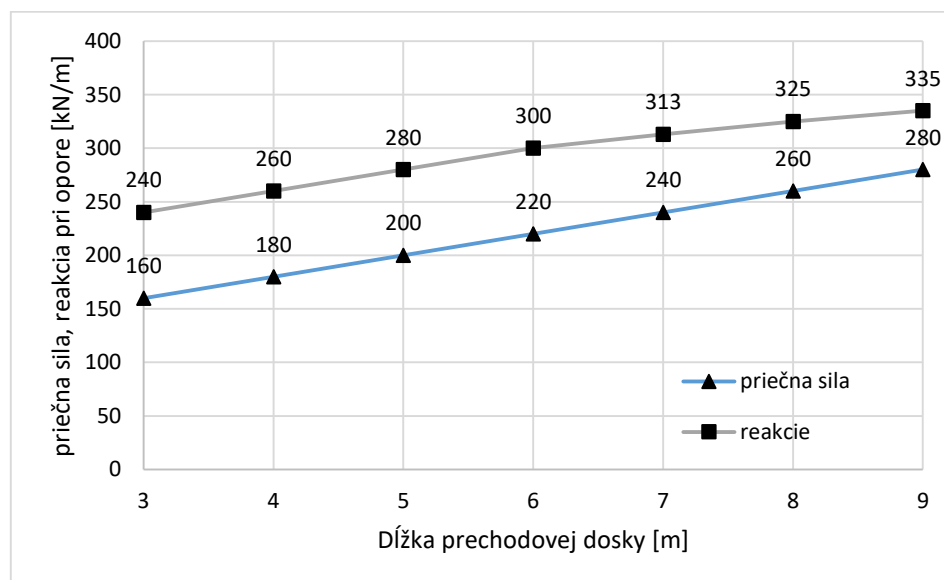
Pri rekonštrukcii prechodovej oblasti cestných mostov platia všeobecne pravidlá uvedené v tomto TP. Požaduje sa zabezpečiť drenážnu funkciu rubu opory a krídel a eliminovať sadania prechodovej oblasti v súlade s TP.

Pokiaľ ide o prechodovú oblasť bez prechodovej dosky, zvyčajne postačuje zhotoviť prechodový klin podľa čl. 5.4.7.1. Pri rekonštrukcii sa použijú materiály s krátkou dobou konsolidácie, alebo materiály stmelené (spevnené).

V prípade, ak pôvodne nebola zhotovená prechodová oblasť, postupuje sa podľa čl. 5.4 a 5.5.



Obrázok 5.4 – Graf pre stanovenie ohybového momentu prechodovej dosky od návrhovej kombinácie zaťaženia (MSÚ) v závislosti na jej dĺžke



Obrázok 5.5 – Graf pre stanovenie priečnej sily a líniovej reakcie prechodovej dosky na opore od návrhovej kombinácie zaťaženia (MSÚ) v závislosti na jej dĺžke

## 6 Zhotovovanie prechodových oblastí

Stavebné práce na zhotovenie prechodových oblastí sa musia vykonať v súlade s STN 73 6133 tak, aby zhotovená konštrukcia spĺňala parametre definované v projektovej dokumentácii, a aby sa dodržali pravidlá bezpečnosti práce a požiadavky na ochranu životného prostredia.

Zemné práce pri zhotovovaní prechodových oblastí sa uskutočňujú v súlade s [T6] a [T7]. V prípade použitia vystužených zemín sa postupuje podľa [T11] a úprava zemín sa vykonáva podľa [T10]. Geotechnické konštrukcie na zrýchlenie konsolidácie a zvýšenie únosnosti podložia sa zhotovujú podľa príslušných noriem.

Betónové a železobetónové konštrukcie sa zhotovujú podľa STN EN 206+A1, STN EN 13670 a [T9].

Zeminu zásypu za oporou je potrebné sypať vo vodorovných alebo mierne uklonených vrstvách po celej ploche. Hrúbka vrstiev je maximálne 30 cm. Hutnenie sa uskutoční ľahkou až stredne ťažkou technikou, aby nedošlo ku zvýšeniu zemného tlaku na oporu v dôsledku prehutnenia. V prípade rozdelenia budovania násypu v pozdĺžnom smere je nutné ukončiť násyp zazubením podľa STN 73 6133.

Naplavovanie alebo vplavovanie zemín nie je v prechodovej oblasti prípustné.

Pri použití geotextílií ako filtračných alebo výstužných prvkov násypu prechodovej oblasti je potrebné upraviť postup sypania tak, aby sa geosyntetika neporušili a zabezpečiť ich požadovanú polohu.

Na zhotovovanie sa má vypracovať technologický predpis a časový harmonogram v zmysle [T7]. O začatí zemných prác v prechodovej oblasti musí zhotoviteľ informovať objednávateľa minimálne v dvojdenom predstihu.

## **7 Skúšanie, kontrola a monitoring**

### **7.1 Skúšanie a kontrola**

Na skúšanie a kontrolu kvality prác sa vykonávajú:

- preukazné skúšky, ktoré slúžia na preukázanie vlastností zemín, hornín a materiálov a ich vhodnosti použitia na stavbe telesa pozemných komunikácií,
- kontrolné skúšky, ktorými sa priebežne overuje zhoda s výsledkami preukazných skúšok,
- preberacie skúšky, ktorých výsledky sú podkladom na prevzatie prác, resp. konštrukcií.

Prehľad priamych a nepriamych metód na stanovenie parametrov miery zhutnenia je v STN 73 6133. Pri kontrole miery zhutnenia je potrebné stanoviť vlhkosť použitého materiálu.

Rozsah preukazných skúšok pre požadované parametre podložia násypu, násyp a aktívnu zónu, ktoré je potrebné vykonať aj v prechodovej oblasti sú uvedené v [T7] a v STN 73 6133.

Požadovaný rozsah kontrolných a preberacích skúšok pre prechodové oblasti sú uvedené [T7] a v STN 73 6133.

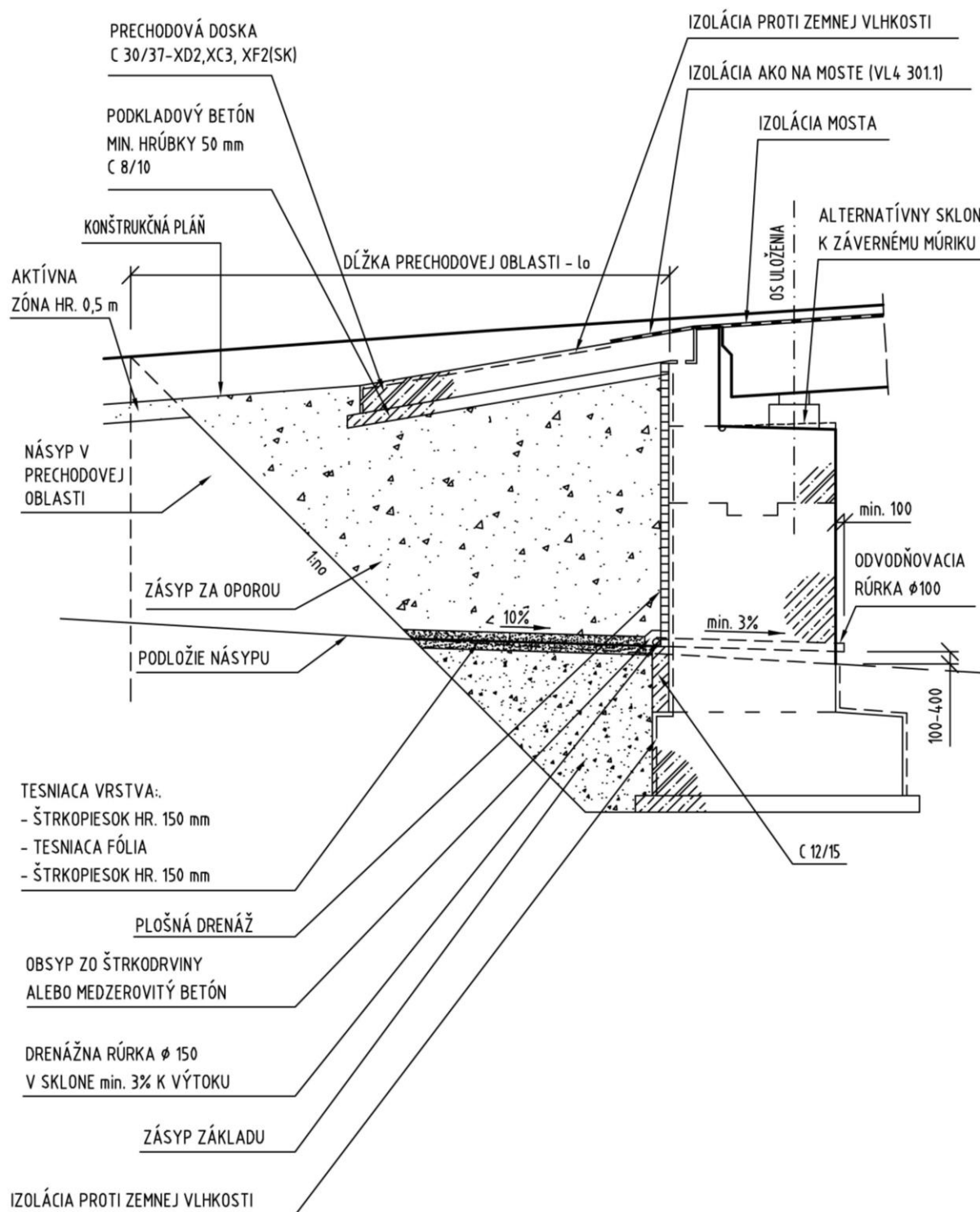
### **7.2 Monitoring**

Geotechnický monitoring sa uskutočňuje na overenie splnenia predpokladov v návrhu prechodovej oblasti. Musí spĺňať požiadavky STN EN 1997-1 a jeho rozsah závisí od geotechnickej kategórie. Geotechnický monitoring sa uskutočňuje v súlade s [T11].

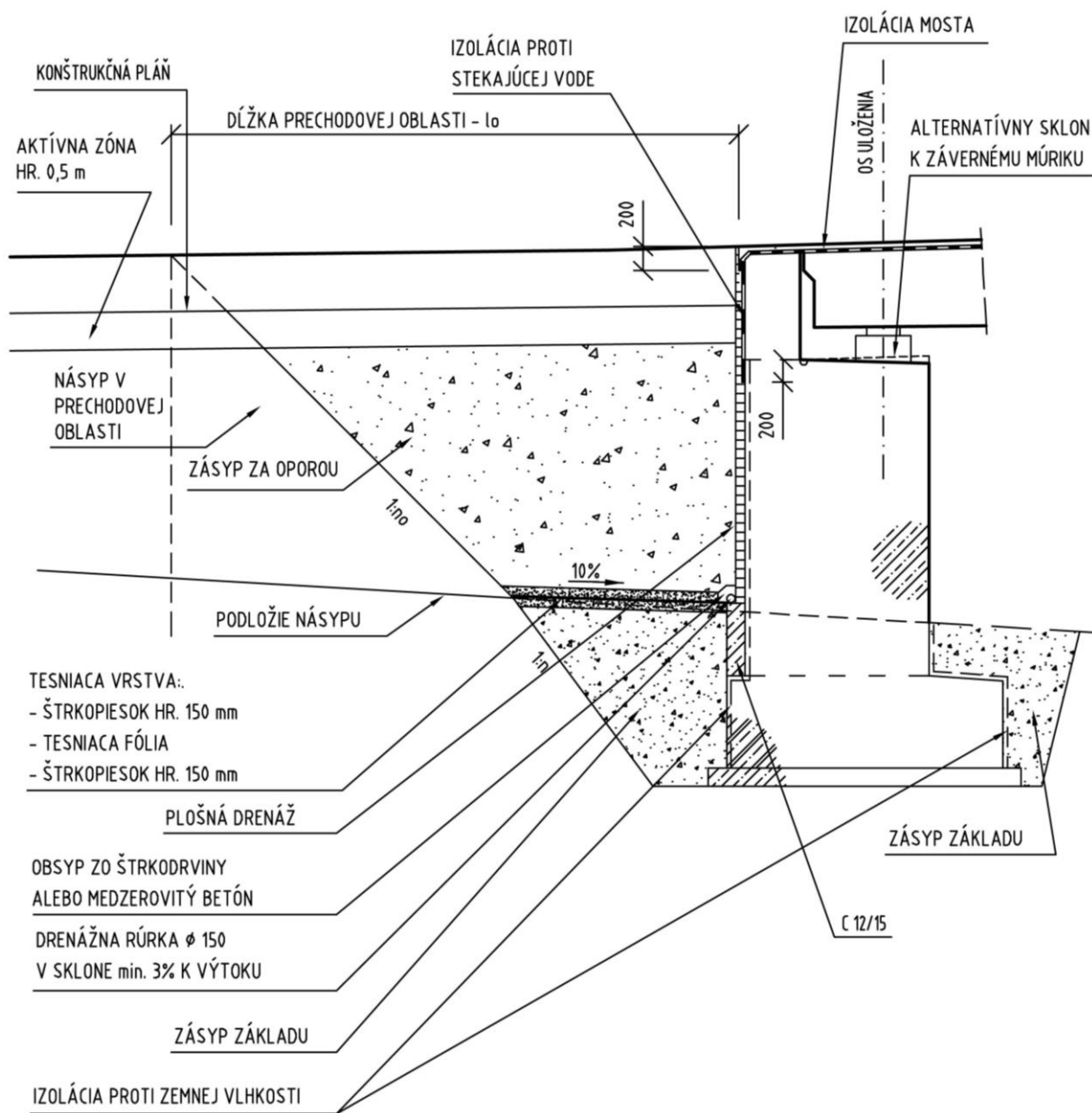
Návrh meraní spravidla zahŕňa geodetické meranie deformácií, sadanie podložia a jeho časový priebeh (napr. horizontálnym inklinometrom) a meranie pórových tlakov.



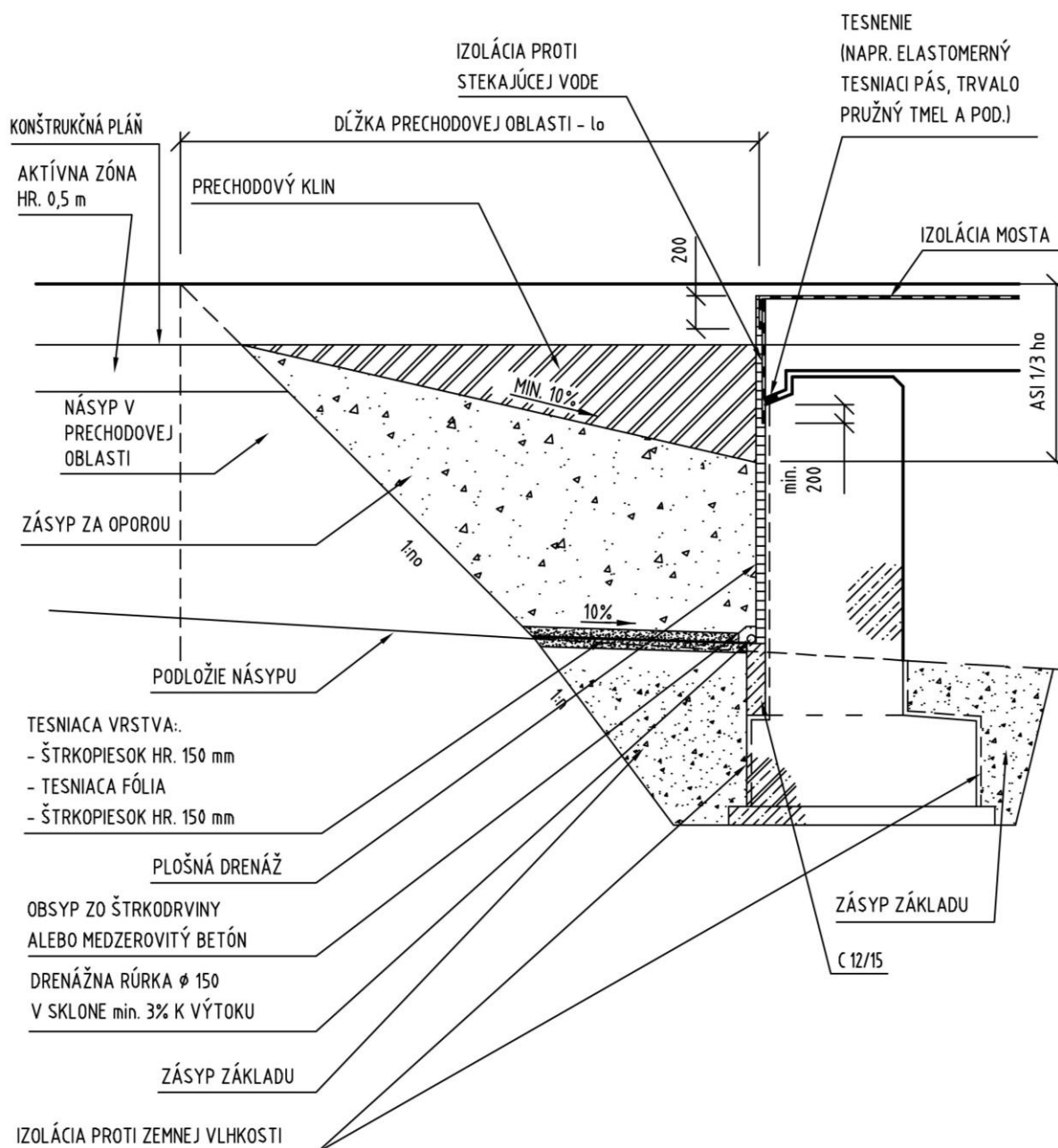
## Príloha A Príklady konštrukcií prechodových oblastí



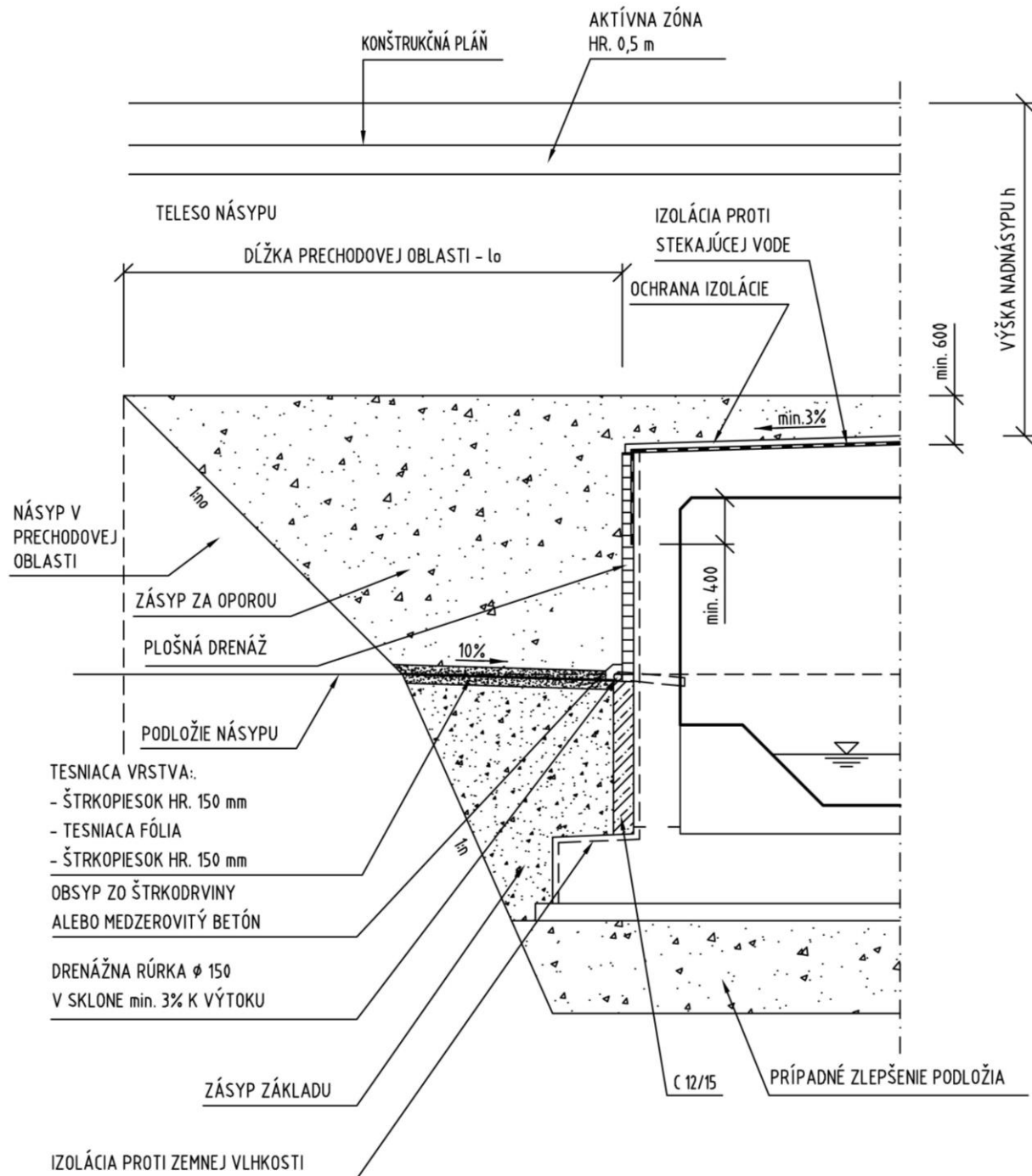
Obrázok A.1 – Prechodová oblasť s prechodovou doskou



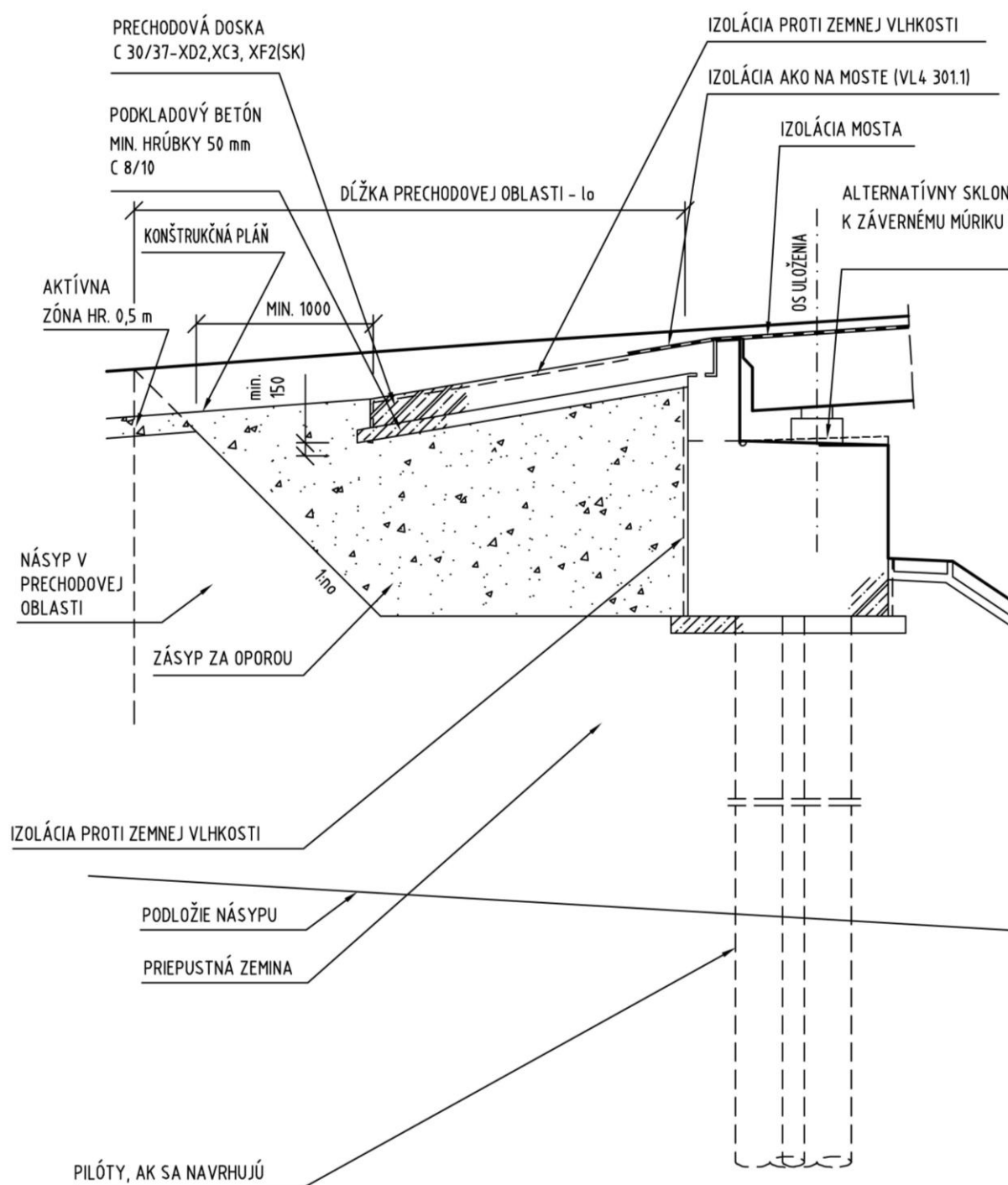
Obrázok A.2 – Prechodová oblasť bez prechodovej dosky



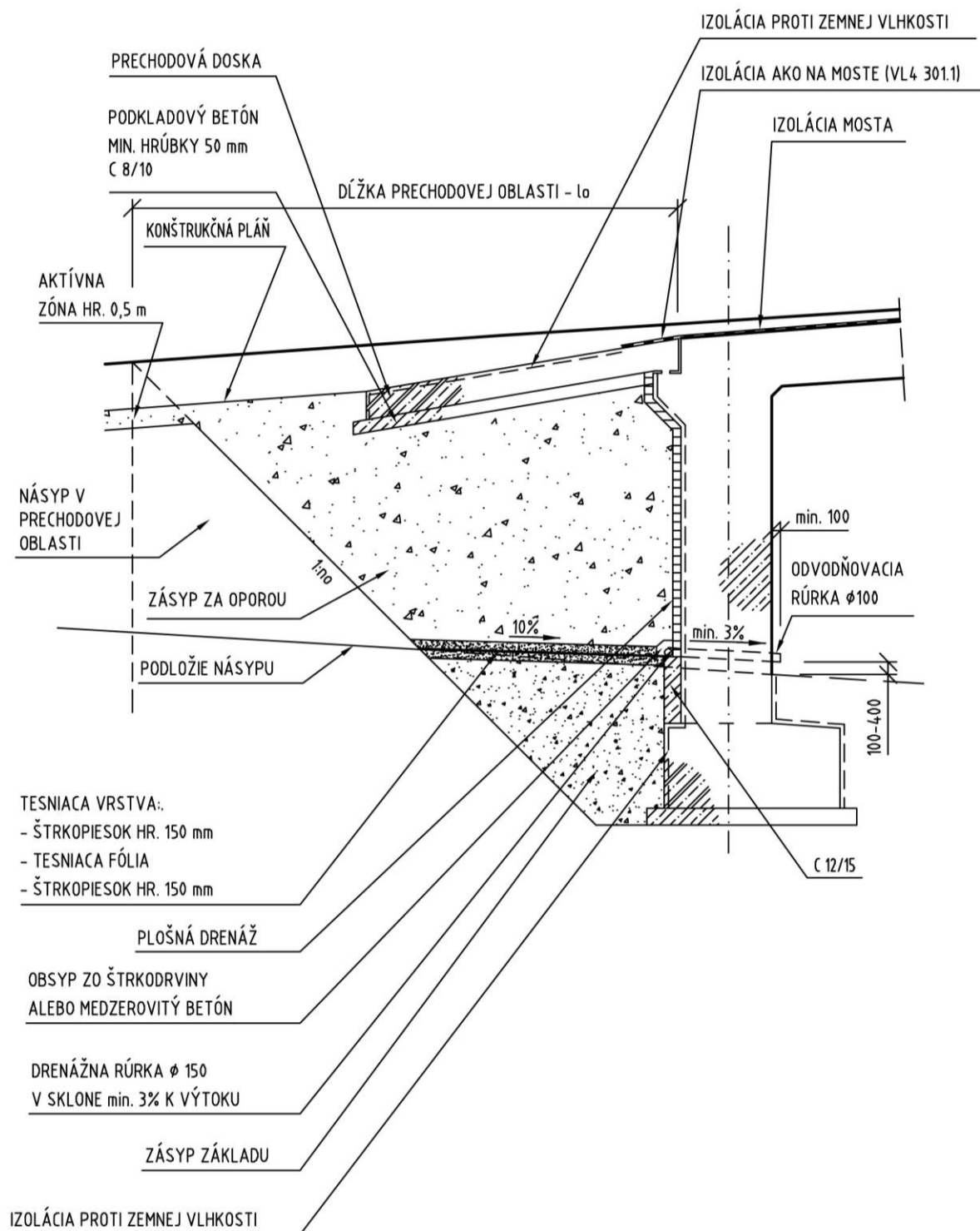
Obrázok A.3 – Prechodová oblasť s prechodovým klinom



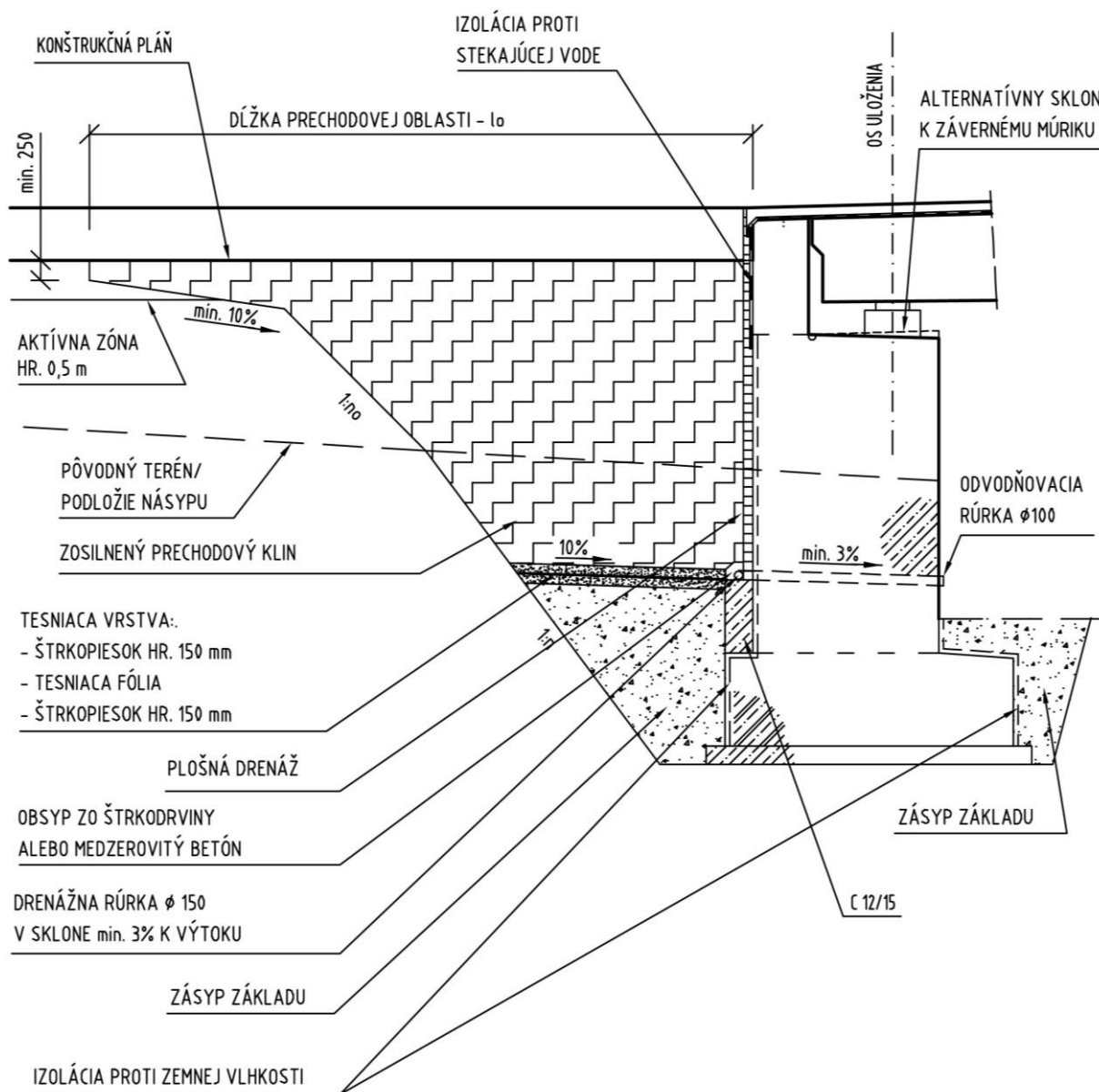
Obrázok A.4 – Prechodová oblasť pre presypaný objekt



Obrázok A.5 – Prechodová oblasť s prechodovou doskou pre úložné prahy založené na pilótach alebo vystuženom násype



Obrázok A.6 – Prechodová oblasť s prechodovou doskou rámového mosta



Obrázok A.7 – Prechodová oblasť so zosilneným prechodovým klinom

## Príloha B Prognóza a výpočet sadania násypu

### B.1 Postup výpočtu sadnutia vlastného násypu

Vlastný násyp je ohraničený niveletou a čiarou upraveného terénu. Sadanie vlastného násypu je celkové stlačenie násypu v dôsledku vlastnej tiaže s uvažovaním nasledujúcich zjednodušujúcich podmienok:

- modul deformácie  $E_{\text{def}}$  je vo vrstve násypu konštantný,
- pôsobenie tiaže po dokončení násypu sa uvažuje na celú výšku,
- neuvažuje sa s bočnou deformáciou zaťaženej zeminy.

K výpočtu vývoja sadnutia vlastného telesa násypu sa použije nasledujúci postup.

Násyp sa rozdelí na vrstvy rovnakej hrúbky  $d$ . V prípade, že teleso násypu pozostáva z materiálov rôznych vlastností ( $E_{\text{oed}}$ ,  $\gamma$ ) (vrstvený/sendvičový násyp) musia jednotlivé výpočtové hrúbky  $d$  rešpektovať tieto rozhrania.

Pri výpočte napätia v jednotlivých vrstvách sa predpokladá s lineárnym nárastom napätia od povrchu násypu k jeho báze. Napätie v strede  $i$ -tej vrstvy sa vypočíta ako:

$$\sigma_{z,i} = \gamma_i \cdot d_i \quad [\text{MPa}] \quad (\text{B1})$$

kde:

$\gamma_i$  je objemová tiaž  $i$ -tej vrstvy ( $\text{MN/m}^3$ ),  
 $d_i$  hrúbka  $i$ -tej vrstvy (m).

Sadnutie vlastného telesa násypu  $s_v$  sa následne vypočíta ako:

$$s_v = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z,i}}{E_{\text{oed},i}} d_i \quad [\text{m}] \quad (\text{B2})$$

kde:

$E_{\text{oed},i}$  je oedometrický modul materiálu  $i$ -tej vrstvy (MPa),  
 $d_i$  hrúbka  $i$ -tej vrstvy (m),  
 $n$  počet vrstiev (-).

V prípade, že je násyp zhotovený z materiálu rovnakých parametrov ( $E_{\text{oed}}$ ,  $\gamma$ ), možno sadnutie vlastného telesa  $s_v$  násypu pre rôzne výšky násypu vypočítať ako:

$$s_v = \frac{0,5h^2\gamma + 0,05h\gamma}{E_{\text{oed}}} \quad [\text{m}] \quad (\text{B3})$$

kde:

$h$  je výška násypu (m),  
 $\gamma$  zhutnená objemová tiaž materiálu násypu ( $\text{kN/m}^3$ ),  
 $E_{\text{oed}}$  oedometrický modul zhutneného materiálu násypu (kPa).

V prípade zhotovenia násypu z jemnozrnnej zeminy je nutné uvažovať s konsolidáciou vlastného telesa násypu. Sadnutie  $s_t$  v čase  $t$  možno určiť pomocou výpočtov založených na teórii konsolidácie. Vplyv konsolidácie je možné uvažovať podľa kapitoly B.3.

### B.2 Výpočet sadania podložia pod násypom

Základ násypu možno považovať za poddajný a napätia  $\sigma_z$  od priťaženia násypom možno po hĺbke podložia vypočítať pomocou vzorcov pre pružný polpriestor podľa STN 73 1001. Povrch podložia je zaťažený náhradným rovnomerným zaťažením v prípade výpočtu napätia v strede šírky násypu a trojuholníkovým zaťažením v prípade výpočtu napätia pod svahmi násypu.



Za šírku základu  $B$  sa vo výpočte uvažuje šírka násypu a za dĺžku  $L$  sa považuje dĺžka rovná najmenej  $5 \times B$ . Výpočet sadania podložia sa vykoná v bode v strede šírky násypu a na okraji jeho dĺžky. Pomerné súradnice pre výpočet sadania teda sú  $[0; 0.5]$ , resp.  $[1; 0.5]$  (súradnice sú vo formáte  $[L; B]$ ).

Deformačná zóna  $h_{\text{def}}$  v podloží sa uvažuje po hĺbku nestlačiteľného podložia, alebo po hĺbku kde je napätie vplyvom priťaženia  $\sigma_z$  menšie ako 20 % pôvodného geostatického napätia  $\sigma_{\text{or}}$  (hodnote 20 % zodpovedá koeficient štruktúrnej pevnosti  $m = 0,2$ ).

Pri výpočte geostatických napätí je nutné zohľadniť vztlak pôsobiaci na skelet zeminy vplyvom účinkov podzemnej vody (efektívne napätia) resp. priťaženie stĺpcom hladiny podzemnej vody na nepriepustnej vrstve.

Podložie pod násypom sa rozdelí na jednotlivé kvázi homogénne vrstvy na základe zostaveného geotechnického modelu. Celkové sadnutie podložia pod násypom  $s_p$  sa potom vypočíta ako:

$$s_p = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z,i} \cdot m_i \cdot \sigma_{\text{or},i}}{E_{\text{oed},i}} h_i \quad [\text{m}] \quad (\text{B4})$$

kde:

$\sigma_{z,i}$  je zvislé napätie v uvažovanom bode v strede  $i$ -tej vrstvy od priťaženia násypom (MPa),  
 $m_i$  koeficient štruktúrnej pevnosti  $i$ -tej vrstvy (-), stanovený podľa tabuľky B.1,  
 $\sigma_{\text{or},i}$  pôvodné geostatické napätie v strede  $i$ -tej vrstvy,  
 $E_{\text{oed},i}$  oedometrický modul  $i$ -tej vrstvy,  
 $h_i$  hrúbka  $i$ -tej vrstvy,  
 $n$  počet vrstiev.

Tabuľka B.1- Hodnoty koeficienta štruktúrnej pevnosti  $m$

Druh základovej pôdy	$m$
Silne stlačiteľné jemnozrnné zeminy tried $F1$ až $F8$ s modulom deformácie $E_{\text{def}} < 4$ MPa, neprekonsolidované, konzistencie mäkkej alebo tuhej (všetky 3 znaky musia byť splnené).	0,1
Jemnozrnné zeminy tried $F1$ až $F8$ , ktorým nenáleží súčiniteľ $m = 0,1$ . Piesky a štrky tried $S1$ , $S2$ , $G1$ , $G2$ pod hladinou podzemnej vody.	0,2
Piesky a štrky tried $a S1$ , $S2$ , $G1$ , $G2$ nad hladinou podzemnej vody. Piesky a štrky siltovité, ílovité alebo s prímiesou jemnozrnej zeminy tried $S3$ , $S4$ , $S5$ , $G3$ , $G4$ , $G5$ .	0,3

### B.3 Výpočet konsolidácie

V prípade, že je násyp zhotovený z jemnozrnných zemín tried  $F1$ - $F6$ , alebo je podložie tvorené jemnozrnnými zeminami tried  $F1$ - $F8$ , je nutné pri výpočte sadania uvažovať s konsolidáciou vlastného telesa násypu, resp. podložia. To znamená, že vypočítané maximálne sadanie nenadobudne svoju hodnotu okamžite ale v závislosti od hydraulických vlastností podložia (priepustnosť  $k$  (m/s), súčiniteľ konsolidácie  $c_v$  (m<sup>2</sup>/s) budú narastať postupne). Sadnutie  $s_t$  v čase  $t$  možno vypočítať na základe teórie jednodimenzionálnej konsolidácie ako:

$$s_t = U_{(T)} \cdot s_c \quad [\text{m}] \quad (\text{B5})$$

kde:

$s_c$  je celkové sadnutie vlastného telesa násypu alebo podložia (m);  
 $U_{(T)}$  stupeň konsolidácie určený výpočtom alebo z obr. B.1 pomocou časového faktoru  $T$  pre zvolený spôsob odvodnenia konsolidujúcej vrstvy v podloží (%).

Stupeň konsolidácie  $U$ , pre rôzne súčinitele konsolidácie  $c_v$ , rôzne hrúbky konsolidujúcej vrstvy  $h$  a rôzne schémy odvodnenia, je možné, v čase  $t = 1$  rok a  $t = 2$  roky, určiť približne aj z tabuľky B.2. V prípade stanovenia stupňa konsolidácie na základe obrázku B.1 sa časový faktor  $T$  vypočíta ako:

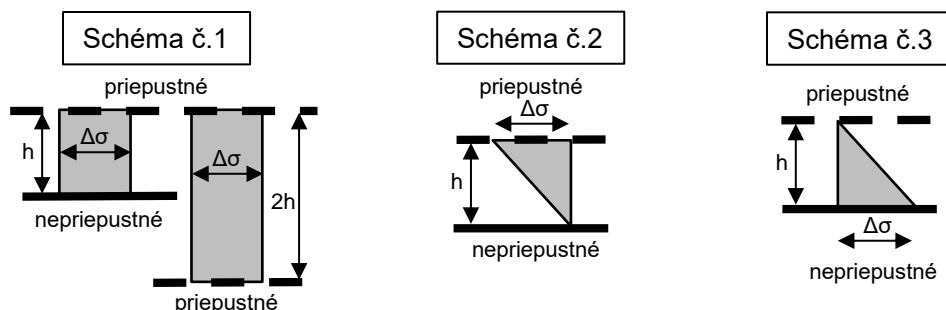
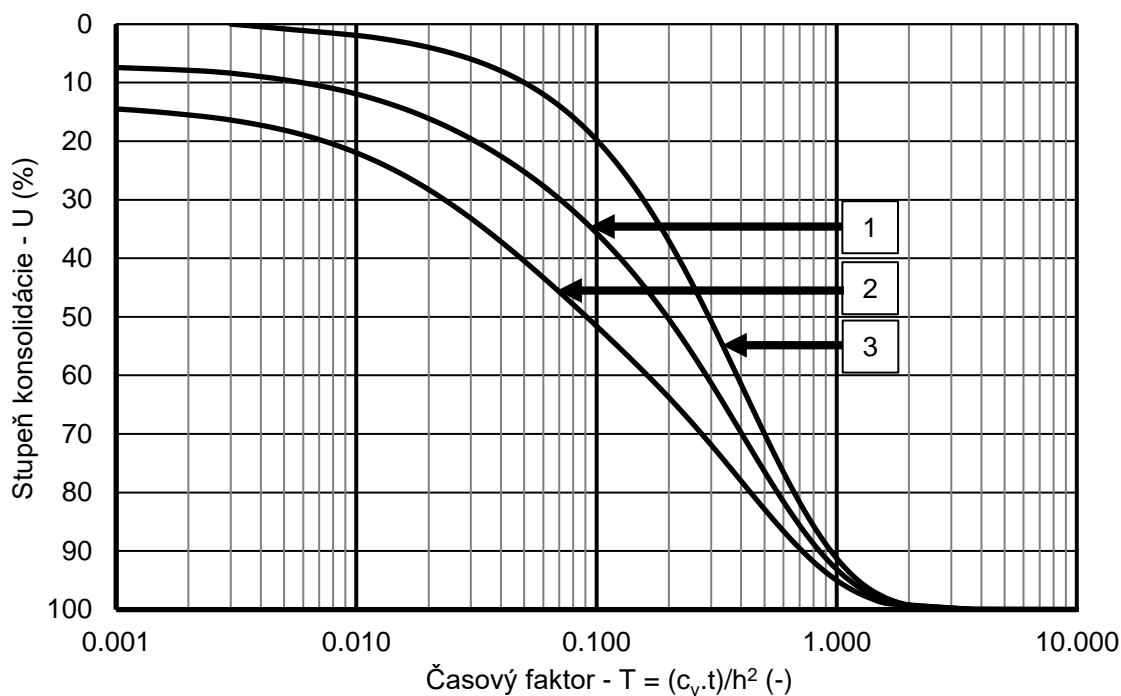
$$T = \frac{c_v \cdot t}{h^2} \quad (-)$$

[-]

(B6)

kde:

$t$  je čas, v ktorom sa počíta stupeň konsolidácie  $U$  (s),  
 $h$  hrúbka konsolidujúcej vrstvy v podloží (m),  
 $c_v$  súčiniteľ konsolidácie.



Obrázok B.1- Závislosť stupňa konsolidácie na časovom faktore pre rôzne podmienky odvodnenia

### Vysvetlenie k obrázku B.1:

#### Schéma č. 1

Jedná sa o prípad kedy je priebeh napätia od priťaženia v konsolidujúcej vrstve uvažovaný ako konštantný po hrúbke vrstvy. V prvom prípade sa jedná o vrstvu s jedným nepriepustným a jedným priepustným povrchom a priesakovou dráhou rovnou hrúbke konsolidujúcej vrstvy. V druhom prípade sa jedná o vrstvu s oboma povrchmi priepustnými a tak je priesaková dráha rovná polovici hrúbky konsolidujúcej vrstvy.

#### Schéma č. 2

Táto schéma opisuje lineárne klesajúci priebeh napätia, od priťaženia na povrchu terénu, v konsolidujúcej vrstve. V prípade nepriepustného podložia v celom rozsahu deformačnej zóny je možné drénovanie vody len smerom k povrchu terénu.

Schéma č. 3

Jedná sa o nárast napätia s hĺbkou (geostatické napätie). V tomto prípade je možné túto schému interpretovať ako priebeh napätí vo vlastnom telese násypu zhotovenom na nepriepustnom podloží.

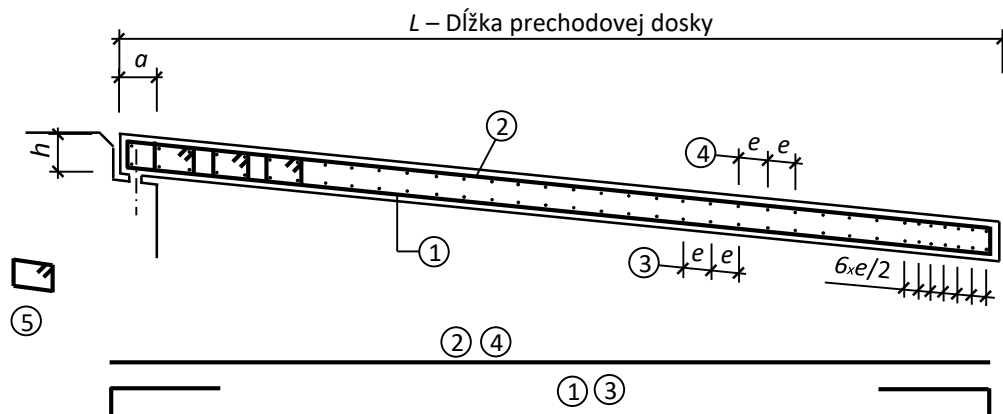
Tabuľka B.2- Určenie stupňa konsolidácie pre rôzne deformačné zóny, okrajové podmienky odvodnenia a súčinitele konsolidácie

<b>Schéma č.1</b>								
Súčiniteľ konsolidácie $c_v$ (m <sup>2</sup> /s)	Stupeň konsolidácie (%)							
	Výška konsolidujúcej vrstvy - $h$ (m)							
	2h=5		2h=10		2h=15		2h=20	
	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky
1,00E-05	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	100,00
1,00E-06	100,00	100,00	96,39	99,84	79,68	94,90	62,76	82,90
1,00E-07	76,66	93,28	40,07	56,47	26,72	37,78	20,08	28,34
1,00E-08	25,35	35,85	13,13	18,00	9,81	12,51	8,51	10,17
<b>Schéma č.2</b>								
Súčiniteľ konsolidácie $c_v$ (m <sup>2</sup> /s)	Stupeň konsolidácie (%)							
	Výška konsolidujúcej vrstvy - $h$ (m)							
	5		10		15		20	
	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky
1,00E-05	100,00	100,00	99,98	100,00	98,15	99,94	91,58	98,80
1,00E-06	97,38	99,88	72,93	87,57	57,34	70,46	47,67	59,42
1,00E-07	55,52	68,31	33,85	44,08	24,71	32,31	20,42	25,81
1,00E-08	23,80	30,98	16,53	19,18	14,94	16,22	14,36	15,10
<b>Schéma č.3</b>								
Súčiniteľ konsolidácie $c_v$ (m <sup>2</sup> /s)	Stupeň konsolidácie (%)							
	Výška konsolidujúcej vrstvy - $h$ (m)							
	5		10		15		20	
	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky	$t=1$ rok	$t=2$ roky
1,00E-05	100,00	100,00	99,96	100,00	96,75	99,90	85,25	97,89
1,00E-06	95,41	99,80	52,60	78,23	27,14	48,33	15,70	30,17
1,00E-07	24,63	44,63	6,30	12,59	2,76	5,60	1,48	3,11
1,00E-08	2,47	5,03	0,48	1,15	0,10	0,40	0,00	0,14

## Príloha C Schéma výstuže priamych prechodových dosiek

Príklad návrhu výstuže je spracovaný formou schémy výstuže priamych prechodových dosiek s tabuľkou popisujúcou priemer a rozmiestnenie výstuže pre rôzne dĺžky prechodových dosiek. Pre šmykovú výstuž (položka 5) je uvádzaná vzdialenosť v priečnom smere a aj šírka strmeňa (vzdialenosť vetiev strmeňa v pozdĺžnom smere) uvedená v zátvorke.

Pre šikmé prechodové dosky (šikmost' 70° až 45°) je potrebné navrhnuť zvýšené množstvo priečnej výstuže pri spodnom povrchu podľa čl. 5.5.7 týchto TP.



Dĺžka dosky - L [m]			3	4	5	6	7	8	9
Hrúbka dosky - h [mm]			240	260	280	300	320	340	360
Uloženie dosky a [mm]			250	250	250	300	300	300	300
VÝSTUŽ B500 B	1	Ø [mm]	16	18	20	22	25	25	25
		e <sub>1stred</sub> [mm]	150	150	150	150	150	150	150
	2	Ø [mm]	10	10	10	12	14	14	14
		e <sub>2</sub> [mm]	150	150	150	150	150	150	150
	3, 4	Ø [mm]	10	10	12	12	16	16	16
		e <sub>3,4</sub> [mm]	150	150	150	150	200	200	200
	5	Ø [mm]	10	10	10	10	12	12	12
		e <sub>5</sub> [mm]	250(150)	250(150)	250(150)	250(150)	250(200)	250(200)	250(200)

Obrázok C.1 – Schémy výstuže s geometriou pre priame prechodové dosky cestných mostov v závislosti od ich dĺžky