

Příloha č. 1

Technologický předpis pro výstavbu mostních objektů
s použitím flexibilních ocelových trub

OBSAH

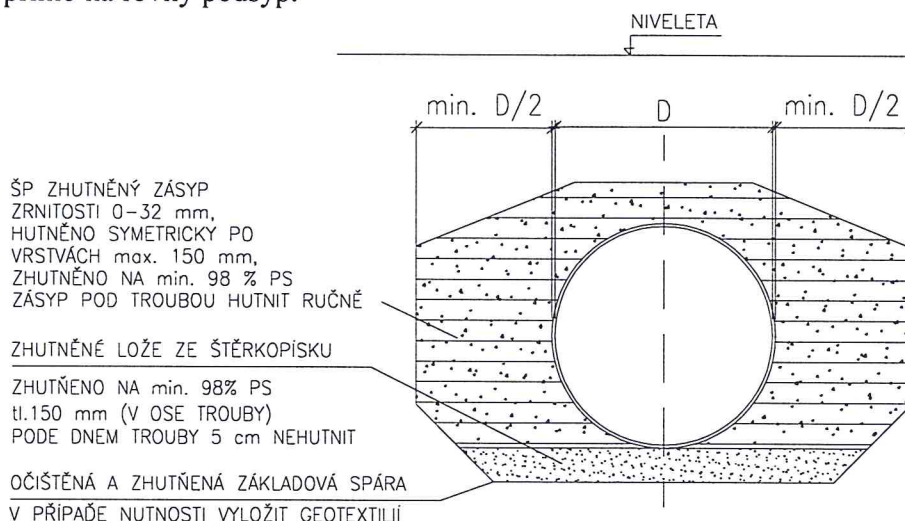
1.	Příprava podloží – obecný postup	3
1.1.	Klasické podloží - podsyp	3
1.2.	Zakládání ve složitých základových poměrech	4
1.3.	Zakládání ve výkopech na málo únosných zeminách	4
1.4.	Zakládání na skalním podloží	4
1.5.	Flexibilní trouba pod velkým násypem	5
2.	Manipulace a spojování trub Hel-Cor	6
2.1.	Manipulace	6
2.2.	Spojování trub Hel-Cor	6
2.3.	Spojování trub Hel-Cor s polymerovou fólií TrenchCoat	8
3.	Obsyp, zásyp, hutnění a kontrola tvaru trouby	8
3.1.	Druhy zemin	8
3.2.	Míra zhutnění	9
3.2.1.	Ruční hutnicí prostředky	9
3.2.2.	Mechanické hutnicí prostředky	10
3.3.	Provádění zásypu trouby	10
3.3.1.	Zásady provádění zásypu kolem trouby Hel-Cor	11
3.3.1.1.	Kontrola tvaru trouby	12
3.3.1.2.	Hutnění u zkosených a šikmých konců trub	12
3.3.1.3.	Zatížení stroji během výstavby	12
3.3.1.4.	Nadnásyp	12
3.3.1.5.	Zásyp soudržnými zeminami	13
3.3.1.6.	Osazování trouby pod vodou	13
3.3.2.	Pracovní postup – shrnutí nejdůležitějších bodů	13

1. Příprava podloží – obecný postup

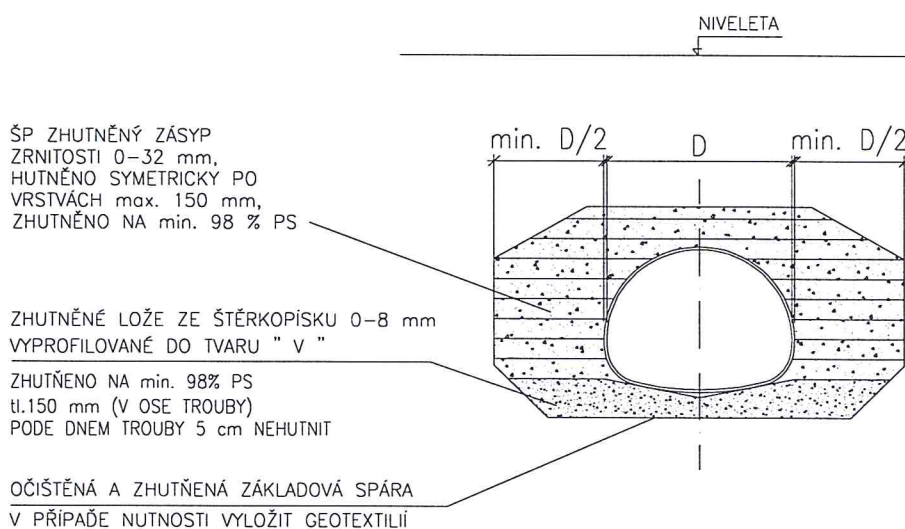
1.1. Klasické podloží - podsyp

Podsypem se rozumí ta část zeminy, která je v bezprostředním styku se spodní částí trouby a tvoří její stejnorodé podloží. Minimální tloušťka podsypu je 200 mm.

V závislosti na rozměru a typu trouby může být proveden plochý nebo profilovaný podsyp. Při plochém tvaru podsypu, který je obvyklý pro troubu Hel-Cor kruhového profilu, je trouba ukládána přímo na rovný podsyp.



Profilovaný podsyp je vhodné provést pod trouby Hel-Cor PA tlamového profilu s větším poloměrem dna trouby. Tvar podsypu potom odpovídá tvaru zakřivení dna trouby. Alternativně lze podloží vytvarovat do tvaru plochého písmene V.



Profilovaný podsyp musí být pod celým dnem a musí tak podstatně zmenšit velikost problematicky zhutnitelné oblasti pod kraji trouby. Materiál použitý k podsypu a přiléhající ke troubě by měl být kvalitní a zejména dobře zhutněn, aby byl schopen přenést velké zatížení, které v těchto místech může vzniknout. Bez ohledu na to, jestli je podloží ploché nebo profilované, je

nutné, aby horní vrstva o tloušťce cca 20-50 mm byla připravena z relativně nehtušeného materiálu, aby po uložení trouby byl veškerý prostor mezi vlnami důkladně vyplněn.

Podsyp musí tvořit hladký, homogenní polštář tl. min. 200 mm z nenamrzavé, nesoudržné (písčité, štěrkovité zeminy) s velikostí zrna max. 22 mm. hutněný na min. 98 % Proctor standard. Přípustná výšková odchylka podsypu ± 30 mm a přípustná odchylka šířky vyprofilování -100 mm a +50 mm je stejná jako pro zemní těleso dle ČSN 73 6133 tab.13. Nerovnost povrchu však může být max. 10 mm pod 2m latí. Pro ověření správného výškového a směrového osazení konstrukce je doporučeno podsyp geodeticky zaměřit min. ve 3 profilech vzdálených max. po 10 m. Není-li statickým výpočtem stanoveno jinak, musí být min. únosnost podloží ve styku s ocelovými prvky 200 kPa, modul přetvárnosti min. 30 MPa, úhel vnitřního tření této horní vrstvy min. 36° . Dosažení modulu přetvárnosti se doporučuje ověřit statickou zatěžovací zkouškou kruhovou deskou. Tam, kde není možno takto dosáhnout předepsaných parametrů zemin v podloží, tj. např. při výskytu organických zemin nebo zemin s vyšší plasticitou, je nutno buď zvýšit tloušťku vrstvy podsypu (viz TP 157, kap. 2.2), nebo navrhnout zlepšení zemin (dle TP 94 – Zlepšení zemin), popř. výměnu zemin z podloží.

1.2. Zakládání ve složitých základových poměrech

V případě výskytu málo únosných a problematických zemin jako je jíl, rašelina, spraš apod. je možné v oblasti podsypu použít výztužné geotextilie, event. vrstvy štěrkopísku prokládané geotextiliemi či geomřížemi, tzv. sendvič. Cílem je zajistit požadovanou minimální únosnost a stejnorodost podloží a umožnit co nejsnazší založení trouby. K oddělení stávající zeminy v podloží a materiálu podsypu v případě nesplnění filtračního kritéria lze použít separační geotextilie. V krajním případě je možná i výměna zeminy z podloží.

Flexibilní trouby jsou schopny přizpůsobit se přiměřenému nerovnoměrnému sedání bez vyvolání přídavných nežádoucích napětí. Přesto je však důležité minimalizovat toto nerovnoměrné sedání jednou z výše uvedených metod a zajistit tak bezproblémové založení konstrukce a omezit nadměrné nerovnoměrné sedání po dokončení stavby.

1.3. Zakládání ve výkopech na málo únosných zeminách

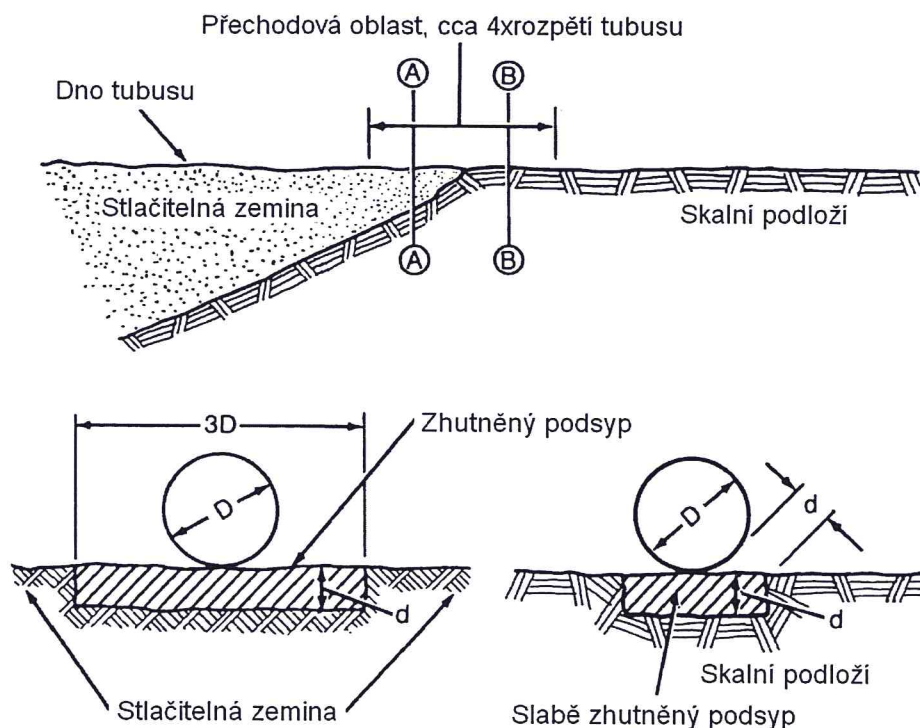
V případě pokládky trub ve výkopu na málo únosných zeminách platí stejné výše popsané všeobecné zásady na přípravu stejnorodého podloží. Doporučuje se použít výztužné geotextilie pro zpevnění podloží za účelem dosažení odpovídající únosnosti.

Rovnoměrné podloží musí být vytvořeno v celé šíři výkopu – nejen přímo pode dnem trouby. Šířka a hloubka výkopu závisí na druhu zeminy, velikosti trouby a velikosti zatížení. Šířka výkopu by však měla být taková, aby umožnila zachování prostoru pro hutnící prostředky – min. 600 mm po obou stranách trouby. Je třeba věnovat pozornost zejména důkladnému odvodnění výkopu a v případě potíží stabilizovat podloží separační geotextilií.

1.4. Zakládání na skalním podloží

Vyčnívající kusy skalní nebo poloskalní horniny na dně výkopu mohou vytvářet nežádoucí lokální koncentraci zatížení na troubu, která se tak může nadměrně deformovat. Vyčnívající kusy musí být odstraněny a nahrazeny odpovídajícím podsypem, který vytvoří stejnorodé podloží trouby. Tloušťka tohoto podsypu závisí na výšce nadnáspy nad troubou. Doporučuje se na každý metr výšky nadnáspy přidávat 50 mm. Minimální tloušťka (d) je však 150 mm a maximální 600 mm. Mezi skalním podložím a podsypem je možné použít separační geotextilii.

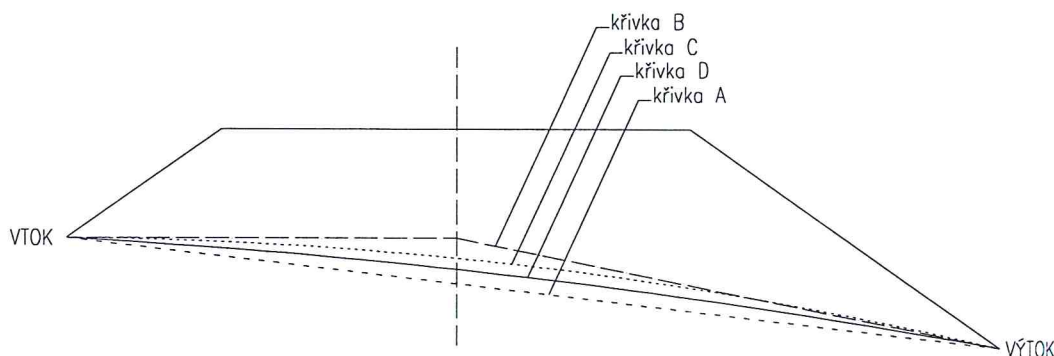
Jestliže se odstraňuje skalní hornina a nahrazuje nesoudržným sypkým materiálem, je potřebné zajistit, aby podloží bylo stejnorodé po celé délce. Na následujícím obrázku je tvar přechodové oblasti mezi skalním a stlačitelným podložím v podélném a příčném řezu.



V přechodových pásmech mezi podložím stlačitelným a skalním je třeba málo únosnou zeminu odtěžit a nahradit předepsaným materiálem hrubozrnným, dobře zrněným. Stejným postupem se upraví skalní podloží, tj. jeho odtěžením a nahrazením stejnou vrstvou předepsaného materiálu jako v případě stlačitelného podloží. Výše popsané opatření zajistí stejnorodé podloží, minimalizující nerovnoměrné sedání.

1.5. Flexibilní trouba pod velkým násypem

Trouba pod vysokým násypem je vystavena vyššímu zatížení ve střední části než v částech krajních, ve kterých je toto zatížení minimální. Z konstrukčního hlediska se flexibilní trouba lépe přizpůsobí přiměřenému nerovnoměrnému sedání než klasické tuhé trouby. Samotné sedání střední části trouby by mohlo způsobit změnu spádových poměrů a tím podstatně ovlivnit hydrotechnické parametry. Proto doporučujeme vytvořit nadvýšení trub, aby nedošlo ke vzniku nulového spádu nebo dokonce protispádu. Průtočný profil musí být nadimenzován tak, aby průtočná kapacita byla dostatečná v rozsahu všech očekávaných spádů. Na níže uvedeném nákresu jsou znázorněny křivky sednutí.



Křivka A - počáteční poloha nivelety dna propustku, bez opatření omezujících vliv nepříznivých účinků případného sedání. Je to nejjednodušší varianta založení pro kratší trouby o větším profilu. Tato varianta se také navrhuje v případech, kdy geotechnické poměry nebudou zapříčiňovat větší sedání, nebo když případné sedání nebude mít vliv na funkčnost objektu.

Křivka B - teoretická nadvýšená počáteční niveleta dna propustku v případě očekávání sedání. První část je v minimálním sklonu, druhá část je s odpovídajícím větším spádem.

Křivka C - projektovaný (počáteční) průběh nivelety s nadvýšením po zatížení násypem, stejně jako tvar křivky B se i křivka C bude časem měnit až do tvaru křivky D, v krajním případě až do tvaru křivky A. Při tvarování konstrukce do projektované polohy je nutné dbát na to, aby změny v podélném spádu konstrukce byly plynulé.

Křivka D – nejčastější tvar vznikající během sedání, nebo až po jeho ukončení. U konstrukce po dokončení procesu sedání nemají být nulové spády ani protispády. Kontrolované sedání je umožněno deformováním jednotlivých vln trouby prodlužováním nebo zkracováním jejich délek, aniž by se deformoval profil trouby. Hodnota nadvýšení propustku je stanovena individuálně projektantem pro konkrétní výšku nadnásypu a geotechnické poměry.

2. Manipulace a spojování trub Hel-Cor

2.1. Manipulace

Díky relativně nízké hmotnosti se nakládka a vykládka může provádět za pomoci lehké mechanizace (např. lehkým jeřábem s malým zdvihem nebo vysokozdvížným vozíkem). Během provádění nakládky a vykládky je třeba věnovat zvláštní pozornost způsobu zvedání a ukládání trouby, aby nedošlo k poškození antikoročních ochranných vrstev, především polymerové folie TrenchCoat. Vhodným způsobem je např. použití popruhů nebo syntetických lan. Nevhodné jsou řetězy nebo ocelová lana.

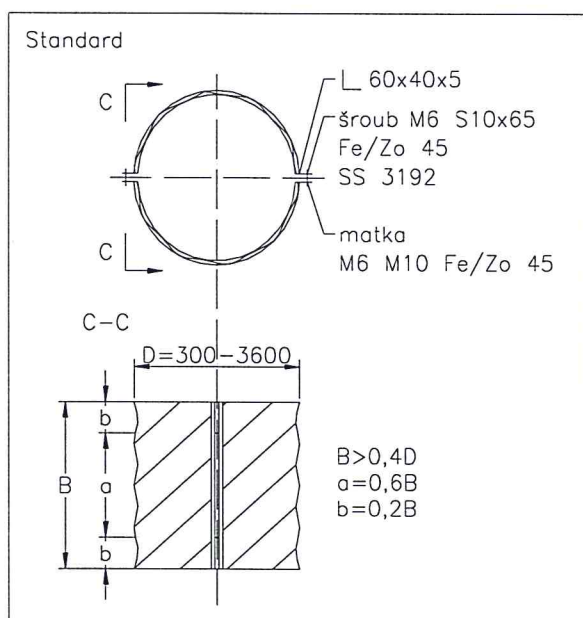
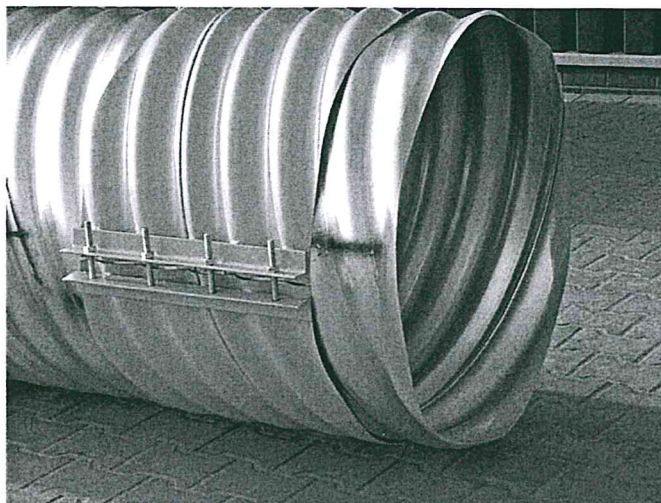
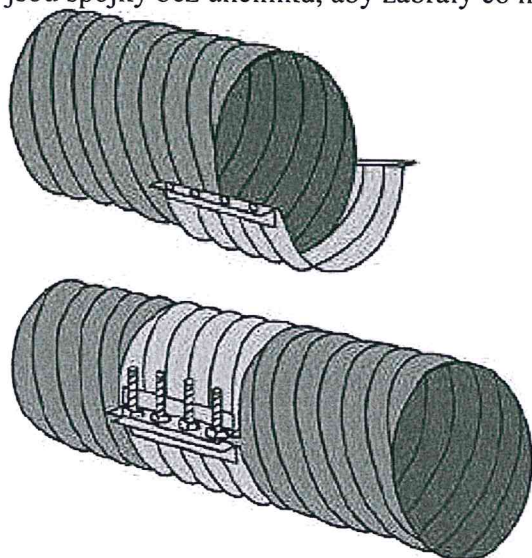
Během přepravy by trouba měla v celé své délce spočívat na rovném ložném prostoru dopravního prostředku a měla by být zajištěna proti případnému posunu. Rovněž při ukládání trouby do výkopu je nutné zamezit poškození PKO o kameny nebo ostré předměty. Trouby delší než 8 m a s větší tloušťkou plechu by měly být zvedány pomocí dvojitého nebo trojitého zavěšení, aby nedošlo k nadměrnému průhybu trouby. To by mohlo poškodit falcový spoj nebo svar.

2.2. Spojování trub Hel-Cor

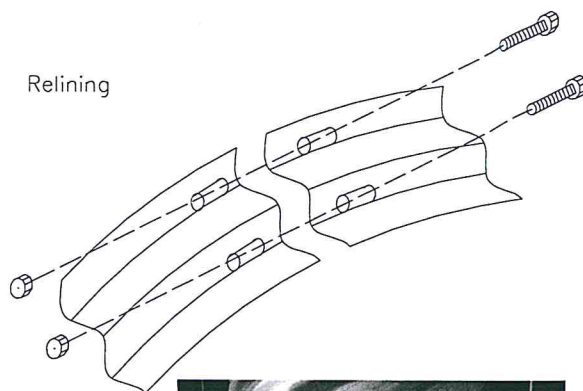
Trouby se spojují pomocí ocelových páskových spojek. V závislosti na průměru trouby se používají různé druhy spojek. Konce spojovaných trub se ovinou spojkou se stejným přesahem na každé troubě. Utahovací šrouby nebo jiné způsoby spojování stáhnou páskové spojky silně okolo

konců trub a tím vznikne ze spojovaných trub jeden celistvý kus. Je nutné všechny trouby ukládat tak, aby podélná osa spojovaných trub byla v přímce a v předepsaném spádu. Vzájemné vyosení by mohlo zapříčinit potíže s instalací a utahováním šroubů spojek.

Na následujících obrázcích jsou dva typy spojek. První je typ standardní a druhý speciální typ je určen pro použití trub Hel-Cor na rekonstrukce starých propustků vsunutím do stávajícího otvoru a vyplnění vzniklého meziprostoru betonovou směsí (tzv. „relining“). Pro tyto případy jsou spojky bez úhelníků, aby zabraly co nejméně místa.



Relining



Jsou-li spojky jednodílné (v případě menších profilů), kladou se na konce trub v otevřené pozici, aby bylo možné napojit konec další trouby. Druhá trouba se přiloží ke konci první, na které je již připravená rozevřená spojka. Po důkladné kontrole dosednutí konců trub a spojek se do šrou-



bových otvorů vloží šrouby a maticemi utáhne spojka. Spoj by měl být umístěn ve vrcholu trouby.

V případě větších průměrů trub se používá spojka dvoudílná (viz obrázky). Montáž spojky musí být provedena tak, aby místo každého spoje bylo v půli výšky trouby.

Je třeba dbát na to, aby byly styčné plochy čisté, bez zrn zásypového materiálu. Po sestavení trub k sobě a jejich spojení spojovacím prstencem je přípustná velikost mezery mezi jednotlivými konci trub měřená ve směru podélné osy tubusu do 25 mm. Spoj jednotlivých kusů trub pomocí spojovacího prstence musí být pískotěsný; případný otvor vzniklý na styku mezi horní a dolní polovinou spojovacího prstence lze překrýt z vnější strany geotextilií. Přípustná odchylka rozměrů trub po jejich sestavení a spojení je rovna $\pm 2\%$ z příslušného výrobního rozměru. Šikmé konce trub se seřezávají ve výrobě dle projektové dokumentace. Řezání trub zhotovitelem na stavbě je nepřípustné.

2.3. Spojování trub Hel-Cor s polymerovou fólií TRENCHCOAT

V případě spojování trub opatřených přídatnou protikorozi ochranou – nalaminovanou polymerovou fólií, se doporučuje povrch trouby v místě styku trub i spojku potřít rostlinným olejem nebo mýdlovým roztokem, což usnadní utažení spojů, zejména při nízkých teplotách. V případě, že dojde k poškození ochranné vrstvy, je třeba poškozené místo před jeho zasypáním natřít opravnou nátěrovou hmotou dodávanou spolu s troubami.

3. Obsyp, zásyp, hutnění a kontrola tvaru trouby

Jednotlivé složky stabilní kompozitní konstrukce (flexibilní trouba, obsyp, zásyp a podloží) spolupůsobí při přenosu stálých a nahodilých zatížení. Vzájemné spolupůsobení je podmíněno výběrem kvalitního předepsaného materiálu, ale i jeho náležitým zhutněním.

Výběr a provedení samotného zásypu kolem trouby je v mnoha aspektech podobný jako při stavbě silničního náspu. Odlišnost spočívá v tom, že flexibilní trouba způsobuje větší zemní tlak na okolní zeminu po stranách a menší tlak pod troubou, než který je v běžném náspu bez propustku. Proto obsyp a zásyp kolem propustku musí být velmi dobře zhutněný. Zásyp kolem trouby by měl být po stranách trouby na šířku, která je rovna jejímu průměru, minimálně však jeho polovině. Nad troubu je třeba obsyp provést do výšky min. 300 mm. V případě instalace trouby ve výkopu by obsyp trouby po stranách neměl být užší než 600 mm.

3.1. Druhy zemin

Obsyp a zásyp musí být homogenní z nenamrzavé, nesoudržné tj. písčité nebo šterkovité zeminy (SW, SP, GW, GP); vhodný je šterkopísek ŠP_A , ŠP_B nebo šterkodrt' ŠD_A , ŠD_B dle ČSN EN 13285 o velikosti zrna max. 32 mm široké frakce. Vhodné frakce jsou 0-8, 0-16, 0-22, 0-32 splňující tyto požadavky:

- frakce: 0/8, 0/16, 0/32, 0/45
- obsah částic <0,063 mm: max. 15% a index plasticity ≤ 6
- obsah částic <0,500 mm: max. 30%
- obsah částic <2,000 mm: max. 50%
- úhel vnitřního tření $\geq 36^\circ$
- číslo nestejzornosti $d_{60}/d_{10} > 6$
- číslo křivosti $d_{30} \cdot d_{30}/(d_{10} \cdot d_{60}) > 1$ a < 3

Pro zajištění správné funkce zásypu v celé zásypové oblasti je nutné dosáhnout míru zhutnění min. 98 % objemové hmotnosti zjištěné standardní Proctorovou zkouškou. Dle ČSN 72 1006 tab. 6 platí směrná hodnota modulu přetvárnosti E_{def2} z druhého zatěžovacího cyklu, která se zjistí statickou zatěžovací zkouškou. Minimální hodnota $E_{def2} = 70$ MPa. Je důležité provést statické zkoušky nejvýše na druhé vrstvě zásypu.

Pokud se bude provádět zkouška hutnění lehkou dynamickou deskou (rázová zatěžovací zkouška) dle ČSN 73 6192, je nutné provést na několika zkušebních místech nejprve rázovou zkoušku a vždy na stejném místě provést statickou zatěžovací zkoušku, za účelem určení korelace mezi získanými hodnotami rázového modulu deformace M_{vd} a modulu deformace E_{def2} . Součinitel korelace r_{xy} mezi těmito hodnotami je min. 0,80 dle ČSN 72 1006.

V případě, že se použije pro zásyp šterkodrt' frakce 0/16 a vyšší, je potřebné konstrukci ochránit před mechanickým poškozením ochranným obsypem šířky 0,20 m. Materiál pro obsyp je nesoudržný, nenamrzavý, šterkopísek ŠP_A nebo šterkodrt' ŠD_A dle ČSN EN 13285, který splňuje tyto požadavky:

- frakce: 0/8
- obsah částic <0,063 mm: max. 9 %
- úhel vnitřního tření: min. 36°
- zhutnění na min. 94 % PS

Kvalita obsypu, zásypu a jejich provedení má zásadní vliv na chování trouby, protože musí být schopny přenášet zemní tlak vyvolaný tendencí deformace flexibilní trouby směrem do obsypu.

Jemnozrné zeminy nejsou vhodné, protože se mohou infiltrovat do vnitřního prostoru trouby v místě spojky, a to zejména případě vysoké hladiny spodní vody.

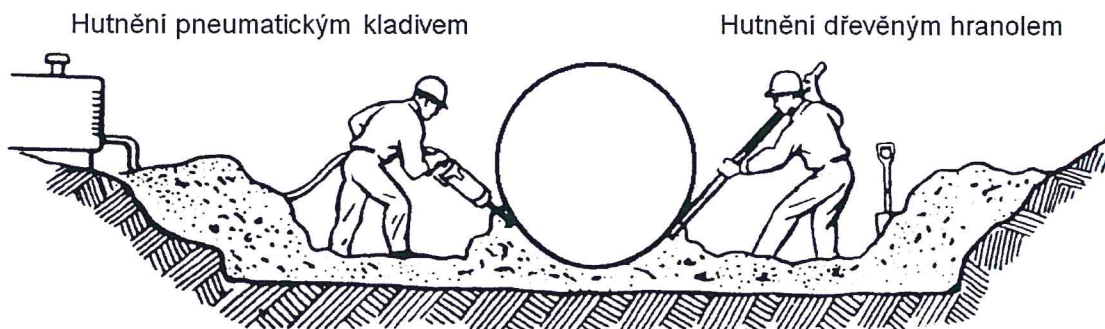
V případě velmi vysokých násypů na málo únosných zeminách je vhodné pro omezení napětí v základové spáře pro zásyp nad vrcholem trouby použít lehčené kamenivo.

3.2. Míra zhutnění

Pro zajištění žádoucího spolupůsobení zeminy a trouby musí být zásyp zhutněn v míře zhutnění ≥ 94 % Proctor Standard (v bezprostředním okolí trouby do vzdálenosti 0,30 m od stěny) a ≥ 98 % Proctor Standard dále od trouby.

3.2.1. Ruční hutnící prostředky

K hutnění zeminy v blízkosti bočních stěn trouby a zejména pod rohy v dolní polovině trouby, kam je špatný přístup klasickými prostředky, je vhodné použít ruční pěchy o rozměru 5 x 10 cm. Ruční pěchy k hutnění vodorovných vrstev by neměly být lehčí než 9 kg a vlastní plocha pěchu by neměla být větší než 15 x 15 cm.



Zasypávání a hutnění zeminy v oblasti kolem rohů trouby v dolní části trouby je velmi důležitým krokem. Materiál použitý v těchto místech musí dobře vyplnit prostory mezi vlnami. Přestože tato místa je nesnadné zaplnit zásepem a zhutnit, je nutné věnovat těmto místům náležitou pozornost a ověřit, zda nedošlo k vytvoření dutých či nezhutněných míst. Doporučený způsob je ruční vyplnění a zhutnění.

3.2.2. Mechanické hutnicí prostředky

Místo ručního náradí je možné ke zhutnění špatně přístupných míst také použít mechanické pěchy (např. pneumatická kladiva se speciální hutnicí plochou koncovkou). K hutnění zbylé zeminy kolem trouby lze použít většinu běžných hutnicích zařízení. Používané těžší mechanické zařízení (např. vibrační válce) musí pracovat v takové vzdálenosti, aby nedošlo k poškození trouby, tedy ve vzdálenosti $\geq 1,5$ m od stěny trouby. Veškeré posuny a náznaky větších deformací trouby signalizují, že těžká mechanizace musí pojíždět ve větší vzdálenosti.

Počty pojezdů a tloušťky vrstev potřebné pro dosažení požadované míry zhutnění

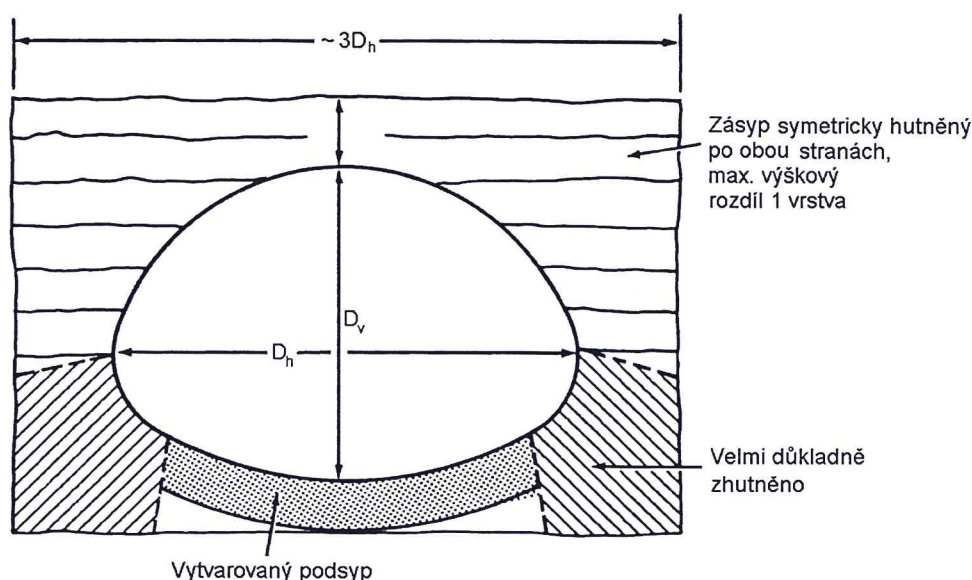
Hutnicí prostředek	Minimální počet pojezdů	Maximální tloušťka vrstvy po zhutnění [m]	Minimální tloušťka ochranné vrstvy nad vrcholem trouby [m]
Ruční pěch, 15kg	4	0,15	0,15
Vibrační pěch, 70kg	4	0,30	0,25
Vibrační deska, 50kg	4	0,10	0,10
Vibrační deska, 100kg	4	0,15	0,10
Vibrační deska, 200kg	4	0,20	0,15
Vibrační deska, 400kg	4	0,30	0,25
Vibrační deska, 600kg	4	0,40	0,40
Vibrační válec se statickým zatížením 15 kN/m	6	0,35	0,50
Vibrační válec se statickým zatížením 30 kN/m	6	0,60	1,00

3.3. Provádění zásepů trouby

Po celou dobu zasypávání trouby by měl být prováděn dohled kvalifikovanou osobou. Zásep musí být prováděn souměrně po vrstvách tloušťky max. 200 mm (před zhutněním) a to

oboustranně po krajích trouby za postupného řádného hutnění. Je důležité pokládat a hutnit zásyp symetricky po obou stranách trouby tak, aby rozdíl v úrovních zásypu na obou stranách nepřesáhl výšku jedné vrstvy, tj. 200 mm v jakémkoliv příčném řezu. Před zásypem každé další vrstvy je nutné zkontrolovat, zda je předchozí vrstva řádně zhutněná. Pro zásyp je třeba použít výše specifikovaný doporučený materiál zejména s ohledem na dobrou zhutnitelnost. K samotnému hutnění lze použít běžné hutnicí nářadí v závislosti na terénních podmínkách. Materiál přiléhající k troubě, a to zejména po stranách pod troubou, kam není přístup běžnými hutnicími prostředky, vyžaduje ruční hutnění (viz obrázek výše).

Zvýšenou pozornost je třeba věnovat zásypu u tlamových profilů Hel-Cor PA v oblastech malých poloměrů po stranách trouby (viz obrázek). Zde dochází k největším zemním tlakům a je tedy potřebné v těchto místech použít vysoce kvalitní a důkladně zhutněný zásypový materiál.



3.3.1. Zásady provádění zásypu kolem trouby Hel-Cor

- Vyklápěcí auta musí vysypat zásyp rovnoměrně na obě strany trouby ve vzdálenosti $\geq 2,0$ m od trouby po obou stranách
- Mechanizace musí rozhrnovat postupně zásyp rovnoměrně ve vrstvách o výšce max. 200 mm před zhutněním
- Aby se zamezilo možnosti vzniku nezhutněných míst v blízkosti trouby, je nutné pojíždět s hutnicími prostředky souběžně s podélnou osou propustky. Nezhutněná místa poblíž trouby mohou vznikat právě při pohybu hutnicí techniky ve směru kolmém k troubě rozjížděním zásypu koly
- K hutnění v blízkosti trouby je nutné použít ruční pěchy. Těžká vibrační hutnicí mechanizace může být použita ve vzdálenosti $\geq 1,5$ m od stěny trouby
- Je třeba stále provádět průběžnou kontrolu souměrnosti vrstev zásypu, míru zhutnění vrstev $\geq 98\%$ Proctor Standard a tvaru trouby
- Hutnění vrstev zásypu do dosažení minimální výšky nadnásypu pro daný typ mechanizace je nutné provádět ručně nebo za pomoci lehké mechanizace
- Pro zajištění odtoku vody nad vrcholem trouby je vhodné realizovat spád horní vrstvy zásypu souhlasně s podélným sklonem trouby
- Zásadně nepřípustné je ukládat do zásypové oblasti trouby větší kameny. Ty by mohly způsobit možné lokální vyboulení stěny trouby.

3.3.1.1. Kontrola tvaru trouby

Ocelové flexibilní trouby jako prvky poddajné mohou v určitých tolerancích měnit svůj tvar během montáže a hutnění. V průběhu zásypu trouby mohou vzniknout tři druhy deformací:

- zvedání vrcholu trouby - vyvolané bočním tlakem od hutnění zásypu po stranách
- boční vychýlení stěny - vyvolané nesouměrným zásypem trouby nebo nadměrným hutněním zásypu po jedné straně trouby
- svislý průhyb vrcholu trouby vyvolaný nadměrným zatížením, příp. nedodržením minimální výšky nadnásypu

Běžná deformace trouby v jakémkoli směru při zásypu a hutnění by neměla činit více než 2 % průměru trouby. Jednoduchý způsob kontroly deformací trouby je možný buď přikládáním latě délky shodné s průměrem trouby, nebo průběžným nivelováním označených míst.

Jestliže dojde k bočnímu vychýlení trouby, je to důsledek zasypávání a hutnění jen po jedné straně. Jestliže dochází k nadměrnému zvedání trouby ve vrcholu, je nutné pracovat s lehčím hutnicím zařízením ve větší vzdálenosti od trouby nebo troubu ve vrcholu zatížit. Jestliže ani na základě těchto opatření se nepodaří zastavit nárůst deformací, nezbyvá než odstranit a znovu provést část zásypu. Pokud nebyla deformace nadměrná, ocelová trouba bude mít po odstranění zásypu původní tvar.

V průběhu obsypávání bočních stěn se vrchol trouby nepatrně zvedá. Při následném obsypu a zásypu nad troubou se její vrchol vrací zpět směrem dolů. Počáteční deformace se tak téměř eliminuje. K největším deformacím a napětím dochází ve fázi, kdy je trouba zasypána právě po úroveň vrcholu.

3.3.1.2. Hutnění u zkosených a šikmých konců trub

Konce tubusu - křídla, kde v příčném řezu není plný profil, již nepůsobí jako skořepina se symetrickým zatížením. Jsou namáhány zvýšeným aktivním zemním tlakem a plní funkci opěrných stěn. Vlivem nadměrného zemního tlaku způsobeného pojezdem těžkých hutnicích prostředků v jejich blízkosti by mohlo dojít k jejich nadměrnému vychýlení do vnitřního prostoru trouby. Proto je nutné v těchto oblastech používat pouze lehkou hutnicí techniku.

V případě svahů s malým sklonem, šikmého ukončení propustku a větších rozpětí, je třeba tyto oblasti vyztužit. Vhodné může být vyztužení přilehlé zeminy geomřížemi či geotextiliemi. Konkrétní opatření by měla řešit projektová dokumentace.

3.3.1.3. Zatížení stroji během výstavby

Zatížení od stavebních strojů může způsobit překročení návrhového zatížení uvažovaného projektem. Jestliže k takovým zatížením dojde, lze s předstihem nad konstrukcí vybudovat prozatímní násyp, který dovolí pohyb těchto strojů nad konstrukcí. Takový násyp musí být taktéž dostatečně zhutněný, aby často rychle se pohybující mechanizace nepoškodila konstrukci. K tomu by mohlo dojít kvůli vyjetým kolejím, které snižují účinnou výšku ochranného násypu. Jestliže velikost zatížení od pohybu hutnicích strojů převyšuje velikost návrhového zatížení, musí být vytvořen násyp s výškou min. 1,20 m.

3.3.1.4. Nادنásyp

V okamžiku, kdy jsou boční strany trouby ve vrstvách obsypány a zhutněny a výška zásypu dosahuje úrovně vrcholu trouby, začíná se provádět nadnásyp nad vrcholem. Dodržuje se stejný způsob rovnoměrného zasypávání a hutnění po vrstvách, jako při provádění zásypu po stranách trouby. První vrstvy zásypu přímo nad vrcholem trouby je nutno hutnit lehkým zařízením. Při pojezdu hutnicích prostředků nad vrcholem trouby je nutno dodržet hodnoty min. výšky ochranné vrstvy v závislosti na konkrétním typu hutnicího prostředku dle tabulky výše.

3.3.1.5. Zásyp soudržnými zeminami

Soudržné zeminy nejsou vhodným materiálem pro zásyp s ohledem na možnost provedení řádného zhutnění např. vzhledem k úzkému rozmezí optimální vlhkosti a následným možným objemovým změnám vlivem změn vlhkosti.

V případě zhoršených klimatických podmínek je těžké udržet odpovídající vlhkost zeminy v průběhu zasypávání. Většina soudržných zemin má větší vlhkost než je přípustné, proto vyžaduje vysoušení nebo čas po prosychání jednotlivých vrstev před položením další vrstvy. V tomto případě je nutné tvořit tenčí vrstvy, které usnadní dosažení uspokojivého výsledku hutnicích prací. V případě používání soudržných zemin je nutné důkladněji kontrolovat průběh zásypu a hutnění na stavbě než v případě nesoudržných zemin. Cena realizace stavby spojená s časem výstavby při používání soudržných zemin převyšuje cenu spojenou s použitím dovezeného kameniva pro provedení zásypu. V případě trubních propustků o velkých průměrech se nedoporučuje používat soudržné zeminy vůbec.

3.3.1.6. Osazování trouby pod vodou

V ojedinělých případech může zakládání probíhat v podmínkách, kde je velmi obtížné zajistit dokonalé odvodnění stavební jámy. V případech, kdy nelze dočasně přeložit vodoteč a vytvoření čerpacích studní by bylo vzhledem k velkému přítoku neúčinné, je možné konstrukci smontovat mimo stavební jámu a následně ji dopravit na místo určení jeřábem. Jelikož je obtížné zajistit v těchto podmínkách podloží s náležitými parametry, je nevyhnutné použít prvotřídního zásypového materiálu bez odplavitelných částic.

3.3.2. Pracovní postup – shrnutí nejdůležitějších bodů

- použití kvalitního materiálu pro zásyp
- zajištění odpovídajícího zasypání a zhutnění úložného pásma trouby
- dodržení odpovídající šířky zásypové oblasti trouby
- ukládání materiálu ve stejnoměrných vrstvách s požadovanou tloušťkou
- symetrické zasypávání trouby na obou stranách
- důkladné zhutnění vrstvy před pokládkou další
- kontrola dodržení projektového tvaru průřezu
- nepoužívat těžké stroje v blíže než 1,5 m po bocích trouby
- nepoužívat těžké stroje nad troubou bez její odpovídající ochrany, tj. před vytvořením minimální požadované výšky ochranného nadnásypu nad vrcholem trouby
- ukládání a hutnění zásypu rovnoběžně s podélnou osou trouby
- opatrné ukládání a zhutnění zásypu na začátku a na konci trouby v oblasti koncových řezů