

**Technologický předpis pro provádění sanací  
stávajících mostních objektů s využitím  
flexibilních trub a konstrukcí**

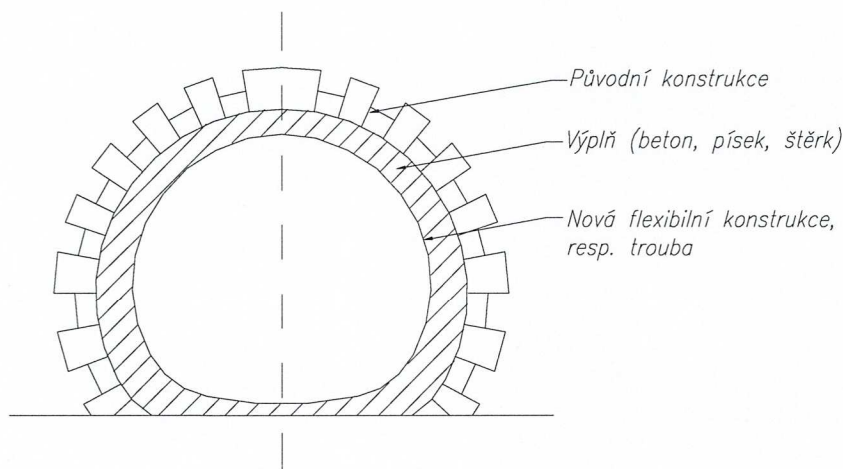
## OBSAH

1. Všeobecné informace o „reliningu“ .....	3
2. Montáž vkládané konstrukce.....	6
3. Výplň (injektáž, zásyp) .....	8
3.1. Podloží.....	8
3.2. Vyplnění prostoru mezi stávajícím objektem a flexibilní konstrukcí z dílců vlnitého plechu nebo spirálovitě rýhovanou troubou. ....	9
3.2.1. Vyplnění betonem.....	9
3.2.2. Vyplnění nesoudržným materiálem .....	12

---

## 1. Všeobecné informace o „reliningu“

Relining je technologie sanace (vyztužení) stávajících mostních objektů, spočívající ve vložení flexibilních ocelových (plastových) trub, resp. flexibilních ocelových konstrukcí montovaných z dílců vlnitého plechu do prostoru stávajícího mostního otvoru a následné vyplnění prostoru mezi stávajícím objektem a novou konstrukcí nebo troubou materiálem, který zajistí úplné a účinné zaplnění vzniklého prostoru (Obr. č.1). „Relining“ umožňuje sanaci stávajících objektů bez nutnosti zastavení provozu na komunikaci na mostě a eliminuje nutnost zbourání stávajícího objektu.



Obr. č.1 Schematické zobrazení myšlenky „reliningu“

Takovouto sanací (vyztužením původního objektu) vzniká kvalitativně nová kompozitní konstrukce, sestávající z původní mostní konstrukce, výplňového materiálu a nově vložené flexibilní konstrukce či trouby. Výsledkem tohoto spojení je konstrukce složená z jednotlivých, vzájemně spolupůsobících částí s rozdílnými tuhostmi.

Při výběru tvaru konstrukce, resp. trouby z vlnitého plechu (plastu), je nutné řídit se dvěma základními kritérii:

- o profilem stávajícího mostního otvoru
- o požadovanou světlostí mostního otvoru po sanaci

Vždy je nutné provést důkladnou technickou prohlídku sanovaného objektu a porovnání s navrhovanými rozměry zabudovávané konstrukce, resp. trouby, abychom se tak vyhnuli případným problémům v době montáže.

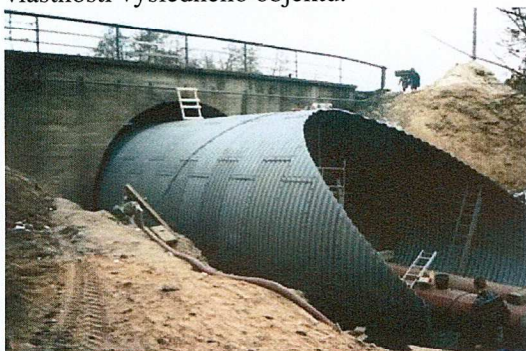
Nejčastěji se používají následující profily konstrukcí a trub z vlnitých plechů (plastu) (obr.č.2.).

- o profil kruhový
- o profil tlamový
- o profil obloukový
- o profil rámový
- o profil speciální (nejpodobnější stávajícímu mostnímu otvoru)



Jistým problémem při plánování sanace stávajícího objektu metodou reliningu je zmenšení světlosti mostního otvoru. Je nutné tento problém vyřešit ve fázi projektování a volby vhodného rozhodnutí.

Je nutné připomenout, že v některých případech zmenšení světlosti nemusí vždy způsobit omezení hydraulických schopností stávajícího objektu. Vyplývá to z relativně nízké hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“, která se pro spirálovitě rýhované trouby a konstrukce z dílců vlnitého plechu pohybuje v intervalu  $n \in \{0,013 \div 0,033\}$ . Proto použití konstrukce či trouby z vlnitého plechu o nižším součiniteli drsnosti než má stávající objekt, může dokonce zlepšit hydraulické vlastnosti výsledného objektu.



a) profil tlamový



c) profil obloukový



b) profil kruhový – trouba



d) profil rámový

Obr. č.2 Sanace stávajícího objektu pomocí flexibilních konstrukcí a trub o různých profilech

Protože naším cílem je maximálně přizpůsobit tvar příčného řezu konstrukce, resp. trouby z vlnitého plechu (plastu) tvaru stávajícího mostního otvoru, jsou často navrhovány speciální profily vkládaných konstrukcí. Častým případem při sanaci mostních objektů je jejich rozšíření, které je realizováno instalací konstrukce, resp. trouby takové délky, že je v půdorysném průmětu předsazena na obou koncích před čela sanovaného objektu a tyto konce jsou následně přesypány. Toto řešení je velmi praktické, neboť umožňuje v budoucnu další rozšíření objektu odhrnutím násypu nad konci vložené konstrukce, resp. trouby, a přimontováním dalších dílců plechu na tyto konce a následným překrytím násypem (Obr. č.3).





Obr. č.3 Prodloužení stávající trouby z vlnitého plechu a montáž dalších částí



Obr. č.4 Etapy sanace stávajícího mostního objektu s využitím flexibilní konstrukce z dílců vlnitého plechu





Obr. č.5 Etapy sanace stávající klenby za pomoci pozinkované ocelové trouby Hel-Cor

## 2. Montáž vkládané konstrukce

Montáž konstrukcí z dílců vlnitého plechu instalovaných do stávajícího mostního otvoru lze realizovat třemi způsoby (Obr. č.6):

- o montáž celé konstrukce za mostním otvorem a vsunutí smontované konstrukce dovnitř
- o montáž „dílec po dílcí“ uvnitř stávajícího mostního otvoru
- o částečná montáž konstrukce za stávajícím mostním otvorem, vsunutí jednotlivých částí dovnitř otvoru a uvnitř jejich spojení

Výběr způsobu montáže záleží na přístupnosti terénu v blízkosti stavby, dostupném prostoru pro montáž a předpokládaných nákladech na montáž.

Vkládání spirálovitě rýhovaných ocelových či plastových trub (Pecor Optima, Hel-Cor) lze nejčastěji realizovat dvěma následujícími způsoby:

- o vsunutí několika již spojených dílců trouby o celkové délce odpovídající délce propustku
- o vsunutí jednotlivých dílců trouby o celkové délce odpovídající délce propustku a jejich spojení uvnitř stávajícího mostního otvoru

Výběr způsobu vsunutí trouby závisí na délce trouby a přístupnosti.





a) montáž celé konstrukce za mostním otvorem a vsunutí smontované konstrukce dovnitř



b) montáž „dílec po dílcí“ uvnitř stávajícího mostního otvoru



c) částečná montáž konstrukce za stávajícím mostním otvorem, vsunutí jednotlivých částí dovnitř otvoru a uvnitř jejich spojení

Obr. č.6: Vkládání flexibilní konstrukce dovnitř stávajícího mostního otvoru



### 3. Výplň (injektáž, zásyp)

#### 3.1. Podloží

Flexibilní troubu je nutné uložit do podloží připraveného z vhodného materiálu. Požadavky na přípravu a provedení podloží jsou stejné jako při stavbě nového objektu z flexibilních konstrukcí, resp. trub. Je nutné přiměřeně zabezpečit podloží před přítokem vody a věnovat pozornost odvodnění základové spáry a zeminy.

V případě, že mostním otvorem protéká vodoteč, je nutno ji dočasně odklonit. Odklonění vodoteče z prostoru mostního otvoru se provádí za pomoci přehrazení toku a převedení vody pomocí čerpadla přes těleso násypu (v případě menších průtoků) nebo převedením vody do provizorního koryta či trouby.

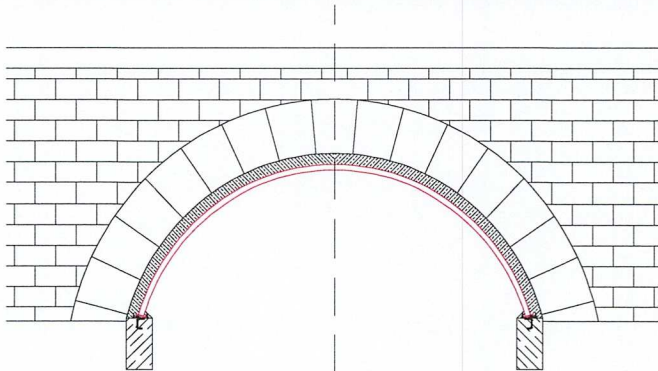
Profilované podloží (použije se v případě, že poloměr křivosti dna trouby  $R > 4$  m) je třeba kvůli odvodnění založit v podélném spádu. Tloušťka podloží, zhutněného na min. 98 % Proctor Standard, má být min. 200 mm. Vrchní část, cca 50÷100 mm tohoto podloží tvoří tenká vrstva relativně neuhutněného materiálu, která vytvoří tenký plochý nebo tvarovaný polštář tak, aby se trouba mohla usadit a aby veškerý prostor mezi vlnami, resp. rýhováním byl důkladně vyplněn podsypem.

V kontaktním úložném prostoru pod troubou má být podloží profilované tak, aby byla trouba opásána a aby materiál podloží podpíral troubu a zabránil pronikání betonové směsi, injektované pod tlakem, pod troubu a případnému posunutí trouby.

Pro podsyp jsou přípustné nenamrzavé, hrubozrnné, nesoudržné a dobře zrněné šterky, písky nebo šterkopísky (alespoň třídy B dle ČSN 721512), jejichž velikost zrn nepřesahuje 32 mm (trouby Pecor Optima, HelCor), resp. 45 mm (konstrukce MultiPlate), resp. 63 mm (konstrukce Super Cor). V případě špatných základových poměrů je vhodné použít geotextilie, event. několik vrstev geotextilií prokládaných vrstvami šterkopísku (dle požadavků projektu). Cílem je zajistit požadovanou minimální únosnost a stejnorodost podloží a také umožnit co nejsnazší založení trouby.

Zřídka kdy se flexibilní trouba ukládá do betonového lože. Jestliže je takový způsob založení navržen, je nutné, aby konstrukce byla uložena do čerstvého betonu ještě před začátkem jeho tuhnutí. Je nutné také použít distanční podložky pro zabezpečení správné polohy trouby.

V případě použití otevřeného profilu, je konstrukce založena na železobetonových základových pasech buď stávajícího objektu nebo se stávající základový pas rozšíří tak, aby do něj mohla být nová konstrukce uložena, nebo se realizují základové pasy nové, které se spojí s pasy stávajícími, např. vrtanými lepenými kotvami. Je třeba věnovat pozornost zvolené hloubce založení základu, abychom eliminovali nebezpečí ztráty stability stávajícího objektu v průběhu základových prací.





## 3.2. Vyplnění prostoru mezi stávajícím objektem a flexibilní konstrukcí z dílců vlnitého plechu nebo spirálovitě rýhovanou troubou.

### 3.2.1. Vyplnění betonem.

V době montáže je nutné zajistit konstrukci rozpěrami, které zabrání posunu trouby či konstrukce v průběhu injektáže betonem.

S ohledem na různé profily mostních otvorů sanovaných objektů jsou používány různé výplňové materiály pro zaplnění prostoru mezi sanovaným objektem a vkládanou konstrukcí, resp. troubou a rovněž různé způsoby instalace konstrukcí, resp. trub. Nejčastějším používaným výplňovým materiálem pro injektáž je beton pevnostní třídy C 8/10 nebo C 12/15, tekuté konzistence (stupeň sednutí kužele K3 dle ČSN 731312) a směsí písku injektované betonovou pumpou pod tlakem cca 0,6 MPa. Lze rovněž použít betony expansivní a samozhutnitelné. Vhodné je použít příměs popílku a plastifikátoru. Úkolem injektážního materiálu je zajistit spolupůsobení stávajícího objektu a konstrukce, resp. trouby z vlnitého plechu (plastu), proto je důležitým prvkem sanace právě správné zaplnění volného prostoru bez nežádoucích vzduchových mezer, v jejichž okolí by se mohlo kumulovat lokální napětí.

Je důležité, aby největší zrna kameniva betonu nepřekročila 20 mm (s ohledem na průměr hadice). Rovněž je vhodné použít hloubkové vibrátory, aby se zajistilo správné usazení betonové směsi a důkladné vyplnění volného prostoru. Betonovou směs je nutné injektovat symetricky, aby nedocházelo k nesymetrickému zatížení vložené konstrukce, resp. trouby a jejímu posunutí. Prostor vyplněný betonem není nutné dodatečně vyztužit, je-li však toto vyztužení požadováno, je nutné vyztuž ukotvit do klenby sanovaného objektu (klenbové mosty a propustky).

Před začátkem injektáže betonovou směsí je potřeba čela opatřit bedněním. Alternativou dřevěného bednění je vyzdění volného prostoru v oblasti čel cihlami nebo kameny, což rovněž zamezí úniku betonové směsi při injektáži. V takovém případě je nutné začít s injektáží betonem až po ztuhnutí zednické malty, aby nedošlo k vytlačení vyzdění stěny.



Obr. č.7 Bednění zamezující úniku injektované betonové směsi.





Obr. č.8 Vyzděná stěna z kamene (cihel) zamezující úniku betonové směsi

Důležité je řádné odvětrávání injektovaného prostoru, což zajišťují otvory umístěné v horní části tohoto prostoru. Otvory slouží také jako revizní otvory pro kontrolu vyplnění.

Betonovou směs lze injektovat čtyřmi různými způsoby:

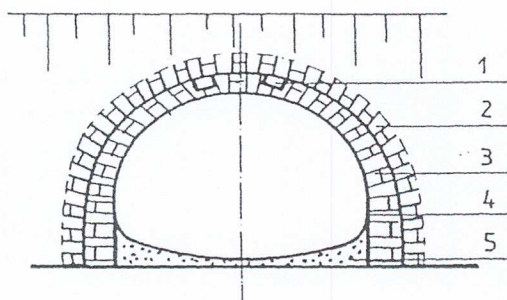
- o ze strany čela (bednění)
- o shora navrtanými otvory z úrovně komunikace do vrcholu stávajícího mostního otvoru
- o shora navrtanými otvory v tělese násypu šikmo do vrcholu stávajícího mostního otvoru
- o v případě speciálních účelových otvorů na konstrukci - přes tyto otvory ve vkládané konstrukci, resp. troubě

Injektážní otvory je nutno umístit v horní částí vyplňovaného prostoru a zajistit důkladné vyplnění. V případě injektáže betonové směsi ze strany čela je vhodné přiměřeně stupňovat výšku výplně – týká se to objektů o výšce mostního otvoru  $> 3,5$  m a větším prostoru k vyplnění (prostor mezi stávajícím objektem a vkládanou konstrukcí  $> 1,0$  m. Průměr injektážního otvoru musí umožnit volné vsunutí koncovek injektážní hadice a doporučuje se, aby nebyl menší než 25 cm. V případě tlakové injektáže lze zmenšit šířku meziprostoru na cca 10 cm. Za účelem kontroly vyplnění lze použít označená měřidla (např. označenou tyč), která při vložení do revizních otvorů umožní určení výšky výplně. Dostatečné vyplnění lze také ověřit akusticky - poklepem na ocelovou konstrukci nebo vizuálně kontrolou míst v okolí šroubových otvorů, kterými může protéci minimální množství směsi. Níže jsou uvedeny způsoby umístění injektážních, resp. revizních otvorů.

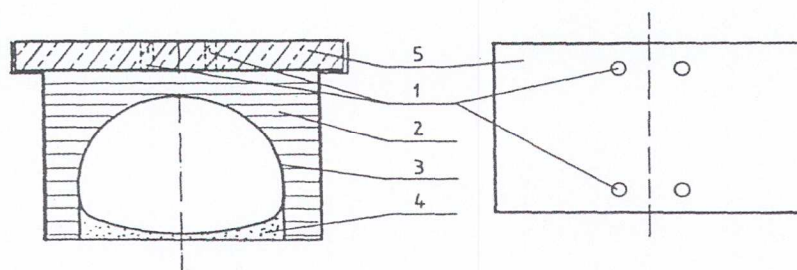
Konstrukci, resp. troubu, je v jistých případech (velmi lehká vkládaná konstrukce, kruhové profily, vysoké profily) nutné zajistit před posunutím a tak zajistit její stabilitu při injektáži.

To je možné vhodnými kovovými či dřevěnými rozpěrami, případně zatížit troubu uvnitř – např. pískem, pytli s pískem, .... Rozpěry je možno na trouby připevnit drátem a vsunout do sanovaného otvoru.

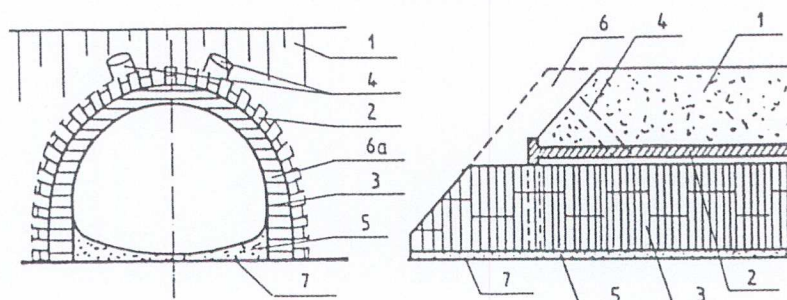




Obr. č.9 znázorňuje injektážní , resp.revizní otvory umístěné ze strany čela  
1) injektážní (revizní) otvory, 2) stávající objekt, 3) vyzdění z cihel  
4) vkládaná flexibilní konstrukce, 5) podloží z kamenitého materiálu



Obr. č.10 znázorňuje injektážní (revizní) otvory umístěné ve vrcholu stávajícího mostního otvoru a) profil, b) pohled shora - 1) injektážní (revizní) otvory, 2 ) bednění  
3) flexibilní konstrukce , 4 ) podloží – nesoudržná zemina 5) mostovka stávajícího objektu.



a)

b)

Obr. č.11 Injektážní (revizní) otvory umístěné v tělese násypu-  
a) pohled od čela na vtoku, b) podélný řez troubou  
1) nádnásyp, 2) stávající objekt, 3) vkládaná flexibilní konstrukce  
4) injektážní (revizní) otvory, 5) podloží – nesoudržná zemina  
6) rozšíření násypu, 6a) bednění, 7) geotextilie nebo geomříže

### 3.2.2. Vyplnění nesoudržným materiálem

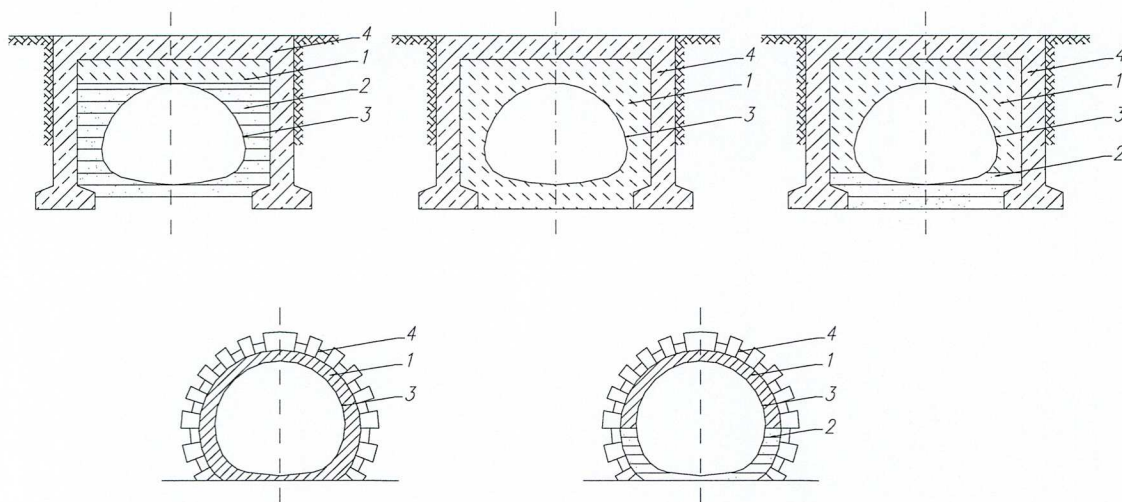
Z důvodu omezeného prostoru uvnitř mostního otvoru, je možné tento způsob použít pouze v případě, že je dostatek prostoru mezi konstrukcí a stávajícím objektem, který umožní dodržet předepsaný postup.

Pro vyplnění jsou přípustné nenamrzavé, hrubozrnné, nesoudržné a dobře zrněné šterky, písky nebo šterkopísky (alespoň třídy B dle ČSN 721512), jejichž velikost zrn nepřesahuje 32 mm (trouby Pecor Optima, HelCor), resp. 45 mm (konstrukce MultiPlate), resp. 63 mm (konstrukce Super Cor).

Zásyp musí být prováděn symetricky po obou stranách konstrukce, resp. trouby. Tloušťka vrstev před zhutněním má být  $0,1 \div 0,2$  m. Tento zásypový materiál je zpravidla, z důvodu nedostatku prostoru, hutněn ručně. Průběžně je nutno kontrolovat míru hutnění.

Pro zajištění dobrého spolupůsobení vložené konstrukce, zásypu a sanované konstrukce, musí být zásyp zhutněn v míře  $\geq 95$  % Proctor Standard.

Velmi zřídka se používá k vyplnění volného prostoru směs písku s vodou, který se naplazuje pod tlakem. Je nutné zajistit celkové vyplnění prostoru tímto zásypem a mít rovněž možnost kontroly prováděného úkonu. V tom případě není nutné dodatečné mechanické hutnění, protože směs písku s vodou, pumpovaná pod tlakem, se samočinně při injektáži zhutňuje.



Obr.č. 12 Možnosti vyplnění prostoru mezi vkládanou konstrukcí a sanovaným objektem  
1) vyplnění betonem, 2) vyplnění nesoudržným materiálem (kamenivem), 3) vkládaná konstrukce,  
4) stávající objekt