

ČESKÉ DRÁHY, státní organizace  
DIVIZE DOPRAVNÍ CESTY, o.z.



# **TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB ČESKÝCH DRAH**

## **Kapitola 20 TUNELY**

**Třetí - aktualizované vydání  
změna č. 2**

Schváleno VŘ DDC č.j. TÚDC-60357/2001- 013 ze dne 30.10.2001  
Účinnost od 1.1.2002

Praha 2001

Všechna práva vyhrazena.

Tato publikace ani žádná její část nesmí být reprodukována, uložena ve vyhledávacím systému nebo přenášena, a to v žádné formě a žádnými prostředky elektronickými, fotokopírovacími či jinými, bez předchozího písemného svolení vydavatele.

Výhradní distributor: České dráhy, státní organizace,  
Divize dopravní cesty, odštěpný závod  
Technická ústředna dopravní cesty  
Sekce technické dokumentace - Oddělení typové dokumentace  
772 58 Olomouc, Nerudova 1

## Obsah

|               |                                                             |           |
|---------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>20.1</b>   | <b>ÚVOD</b>                                                 | <b>4</b>  |
| <b>20.1.1</b> | <b>Všeobecně</b>                                            | <b>4</b>  |
| <b>20.1.2</b> | <b>Rozsah platnosti TKP-20</b>                              | <b>4</b>  |
| <b>20.1.3</b> | <b>Rozdělení tunelů</b>                                     | <b>5</b>  |
| <b>20.1.4</b> | <b>Požadavky na dokumentaci skutečného provedení stavby</b> | <b>5</b>  |
| <br>          |                                                             |           |
| <b>20.2</b>   | <b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>20.2.1</b> | <b>Všeobecně</b>                                            | <b>6</b>  |
| <b>20.2.2</b> | <b>Monolitický beton definitivního ostění</b>               | <b>6</b>  |
| 20.2.2.1      | Zásady pro složení betonu                                   | 6         |
| 20.2.2.2      | Doba odbednění, pevnost při odbednění                       | 7         |
| 20.2.2.3      | Zabránění vzniku trhlin                                     | 7         |
| 20.2.2.4      | Třída pevnosti betonu                                       | 7         |
| 20.2.2.5      | Odolnost betonu proti průsakům vody                         | 8         |
| 20.2.2.6      | Mrazuvzdornost                                              | 8         |
| 20.2.2.7      | Beton odolný proti síranům                                  | 9         |
| 20.2.2.8      | Beton vodotěsného definitivního ostění bez izolace          | 9         |
| 20.2.2.9      | Souběh trhacích prací a betonáže definitivního ostění       | 9         |
| <b>20.2.3</b> | <b>Stříkaný beton</b>                                       | <b>9</b>  |
| 20.2.3.1      | Všeobecně                                                   | 9         |
| 20.2.3.2      | Požadavky na nárůst pevnosti v čase                         | 11        |
| 20.2.3.3      | Složky betonové směsi - cement                              | 12        |
| 20.2.3.4      | Složky betonové směsi - kamenivo                            | 13        |
| 20.2.3.5      | Složky betonové směsi - záměsová voda                       | 13        |
| 20.2.3.6      | Složky betonové směsi - pojiva pro nástrčík                 | 13        |
| 20.2.3.7      | Složky betonové směsi - příměsi                             | 14        |
| 20.2.3.8      | Složky betonové směsi - přísady                             | 14        |
| 20.2.3.9      | Složky betonové směsi - urychlovače                         | 15        |
| 20.2.3.10     | Nealkalické urychlovače tuhnutí                             | 15        |
| 20.2.3.11     | Alkalické urychlovače tuhnutí                               | 15        |
| 20.2.3.12     | Stříkaný beton s rozptýlenou výztuží                        | 16        |
| <b>20.2.4</b> | <b>Ocel</b>                                                 | <b>17</b> |
| <b>20.2.5</b> | <b>Injektážní směsi</b>                                     | <b>17</b> |
| <b>20.2.6</b> | <b>Materiál pro zděné konstrukce</b>                        | <b>17</b> |
| <b>20.2.7</b> | <b>Dílce</b>                                                | <b>17</b> |
| <b>20.2.8</b> | <b>Izolace</b>                                              | <b>17</b> |
| <b>20.2.9</b> | <b>Odvodnění</b>                                            | <b>18</b> |
| <br>          |                                                             |           |
| <b>20.3</b>   | <b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ</b>                          | <b>19</b> |
| <b>20.3.1</b> | <b>Všeobecně</b>                                            | <b>19</b> |
| <b>20.3.2</b> | <b>Ražení tunelů</b>                                        | <b>19</b> |
| 20.3.2.1      | Ražba pomocí NRTM - technologická třída výrubu              | 19        |
| 20.3.2.2      | Ostatní tunelovací metody                                   | 20        |
| <b>20.3.3</b> | <b>Primární ostění tunelu</b>                               | <b>20</b> |
| 20.3.3.1      | Všeobecně                                                   | 20        |
| 20.3.3.2      | Nanášení stříkaného betonu suchým způsobem                  | 21        |
| 20.3.3.3      | Nanášení stříkaného betonu inokrym způsobem                 | 22        |
| 20.3.3.4      | Vyztuž. primárního ostění                                   | 22        |
| 20.3.3.5      | Kotvy a kotvení                                             | 22        |
| 20.3.3.6      | Ramenáty                                                    | 23        |
| <b>20.3.4</b> | <b>Sekundární (definitivní) ostění tunelu</b>               | <b>24</b> |
| 20.3.4.1      | Všeobecně                                                   | 24        |
| 20.3.4.2      | Dimenzování definitivního ostění                            | 25        |
| 20.3.4.3      | Minimální konstrukční požadavky na beton dna                | 25        |
| 20.3.4.4      | Minimální konstrukční požadavky na beton klenby             | 26        |
| 20.3.4.5      | Vodotěsná definitivní ostění                                | 27        |

|           |                                                                              |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 20.3.4.6  | Stanovení času zahájení betonáže definitivního ostění                        | 28        |
| 20.3.4.7  | Pevnost při odbednění                                                        | 28        |
| 20.3.4.8  | Betonáž - příprava podkladu                                                  | 28        |
| 20.3.4.9  | Betonáž - příprava styčných ploch - pracovní spáry                           | 29        |
| 20.3.4.10 | Betonáž - příprava styčných ploch - dilatační spáry                          | 29        |
| 20.3.4.11 | Betonáž - hutnění                                                            | 30        |
| 20.3.4.12 | Separční vrstvy mezi ostěním a podkladem                                     | 31        |
| 20.3.4.13 | Bednění - všeobecně                                                          | 31        |
| 20.3.4.14 | Bednění - separační prostředky                                               | 31        |
| 20.3.4.15 | Výztuž - definitivní ostění s izolací                                        | 32        |
| 20.3.4.16 | Výztuž - definitivní ostění bez izolace                                      | 32        |
| 20.3.4.17 | Odbednění a ošetrování betonu                                                | 32        |
| 20.3.4.18 | Požadavky na povrch definitivního ostění - opravy                            | 32        |
| 20.3.4.19 | Definitivní ostění ze stříkaného betonu                                      | 33        |
| 20.3.5    | <b>Dílcová ostění</b>                                                        | <b>33</b> |
| 20.3.6    | <b>Zděná ostění</b>                                                          | <b>34</b> |
| 20.3.7    | <b>Portály, galerie a předportálová křídla</b>                               | <b>34</b> |
| 20.3.8    | <b>Ochrana proti pronikání podzemní vody do tunelu</b>                       | <b>34</b> |
| 20.3.8.1  | Všeobecně                                                                    | 34        |
| 20.3.8.2  | Požadavky na provádění izolací                                               | 35        |
| 20.3.8.3  | Požadavky na podkladní vrstvu izolace                                        | 37        |
| 20.3.9    | <b>Odvodnění tunelu - drenážní systém</b>                                    | <b>38</b> |
| 20.3.9.1  | Po dobu výstavby                                                             | 38        |
| 20.3.9.2  | Za provozu                                                                   | 38        |
| 20.4      | <b>DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY</b>                                | <b>39</b> |
| 20.4.1    | Všeobecně                                                                    | 39        |
| 20.4.2    | Beton                                                                        | 39        |
| 20.4.3    | Izolace                                                                      | 39        |
| 20.4.4    | Ocel                                                                         | 39        |
| 20.4.5    | Kotvy                                                                        | 39        |
| 20.5      | <b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, KONTROLNÍ ZKOUŠKY</b>                                   | <b>39</b> |
| 20.5.1    | Všeobecně                                                                    | 39        |
| 20.5.2    | Beton                                                                        | 40        |
| 20.5.2.1  | Monolitický beton                                                            | 40        |
| 20.5.2.2  | Stříkaný beton                                                               | 40        |
| 20.5.3    | Injektážní a spárovací směsi                                                 | 40        |
| 20.5.4    | Kotvy                                                                        | 41        |
| 20.5.5    | Izolace                                                                      | 41        |
| 20.5.6    | Výsledky kontrolních zkoušek                                                 | 42        |
| 20.6      | <b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, ZÁRUKY</b>                                            | <b>42</b> |
| 20.6.1    | Všeobecně                                                                    | 42        |
| 20.6.2    | Odchylky od projektované tloušťky definitivního ostění v ražené části tunelu | 42        |
| 20.7      | <b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ</b>                                                    | <b>42</b> |
| 20.8      | <b>ODSOUHLESENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ</b>                                         | <b>43</b> |
| 20.9      | <b>KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ</b>                          | <b>43</b> |
| 20.9.1    | Geotechnický monitoring                                                      | 43        |
| 20.9.2    | Kontrolní měření a vytyčovací práce                                          | 46        |
| 20.10     | <b>EKOLOGIE</b>                                                              | <b>46</b> |
| 20.11     | <b>BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA</b>              | <b>46</b> |
| 20.11.1   | Všeobecně                                                                    | 46        |
| 20.11.2   | Izolace                                                                      | 47        |



|                |                                               |           |
|----------------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>20.12</b>   | <b>SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY</b>           | <b>47</b> |
| <b>20.12.1</b> | <b>Technické normy uvedené v textu TKP-20</b> | <b>47</b> |
| <b>20.12.2</b> | <b>Předpisy</b>                               | <b>48</b> |
| <b>20.12.3</b> | <b>Související kapitoly TKP</b>               | <b>48</b> |
| <b>20.13</b>   | <b>PŘÍLOHY</b>                                | <b>48</b> |

## 20.1 ÚVOD

### 20.1.1 Všeobecně

Pro tuto kapitolu platí všechny pojmy, ustanovení, požadavky a údaje uvedené v kapitole 1 TKP - Všeobecně.

Pro projektování a stavbu ražených a hloubených tunelů na drahách celostátních, drahách regionálních a vlcčkách normálního rozchodu 1435 mm s traťovou rychlostí do 160 km/h platí norma ČSN 73 7508. Norma připouští použití jiných postupů, které v ní nejsou stanoveny, pokud jsou věcně a odborně zdůvodněny. Postupy musí mít potřebnou odbornou úroveň a nesmí být v rozporu se zásadami normy.

Tunelové stavby se svým charakterem odlišují od ostatních stavebních konstrukcí. Vzájemné spolupůsobení tunelu s obklopujícím horninovým masivem, proměnné vlastnosti horninového masivu nejen u různých staveb, ale i u jedné stavby v trase tunelu, nutnost přizpůsobovat stavební postupy a technologie daným podmínkami v procesu výstavby, zvýšené riziko a další skutečnosti určují, že každý tunel je neopakovatelným unikátním dílem.

Při volbě tunelovací metody je jedním z významných kritérií plocha příčného řezu podzemního díla. Zatímco v případě štol či jednokolejných tunelů je možno volit jak metody konvenční, tak metody kontinuálního ražení (viz bod 20.1.3 Rozdělení tunelů), v případě dvoukolejných tunelů je vzhledem k velikosti nutného příčného profilu tunelu použití kontinuálního způsobu ražby prakticky vyloučeno. I v případě menších profilů je při výběru metody nutno provést důkladné technicko-ekonomické porovnání variant.

Lze předpokládat, že v podmínkách České republiky bude většina tunelů ražena konvenčními metodami, zejména pak metodou, která je všeobecně známa pod názvem Nová rakouská tunelovací metoda (dále jen NRTM). Proto byl při přepracování kapitoly 20 TKP kladen zvýšený důraz na činnosti spojené s NRTM a příslušné části TKP-20 byly podstatně rozšířeny. Rozšířeny byly i kapitoly, které se týkají požadovaných vlastností materiálů a činností spojených se zajištěním stability výrubu. TKP byly doplněny o některé technologie, které dosud nebyly uvedeny a rozšířena byla i část týkající se kontinuální ražby (předpokládané nasazení v případě průzkumných, záchranných, technologických nebo odvodňovacích štol).

### 20.1.2 Rozsah platnosti TKP-20

Kapitola 20 Technických kvalitativních podmínek staveb Českých drah (dále jen TKP-20) platí pro:

- provádění nových železničních tunelů (ražených i hloubených),
- rekonstrukce stávajících tunelů,
- opravy a práce charakteru údržby (v přiměřeném rozsahu),
- výstavbu galerií a portálových konstrukcí,
- výstavbu pomocných podzemních objektů, které slouží při budování nebo v provozu vlastních tunelových objektů (např. technologické a odvodňovací štol).

Požadavky objednatele stavby na provedení, kontrolu a převzetí prací, výkonů a dodávek, které souvisejí s výstavbou tunelu a nejsou uvedeny v této kapitole, jsou uvedeny v příslušné kapitole TKP, které platí pro stavby dráhy a pro stavby na dráze (viz TKP-1 Všeobecně). To se týká především hloubených tunelů a částečně tunelů budovaných kombinací ražení a hloubení, kdy jsou požadavky popsány v jiných kapitolách TKP (viz 20.12.3 Související kapitoly TKP).

V případech, kdy stavba zahrnuje práce, které nejsou uvedeny v TKP, kdy je potřebné změnit nebo doplnit ustanovení TKP nebo jsou na stavbě použity speciální technologie a materiály, musí objednatel zajistit vypracování „Zvláštních technických kvalitativních podmínek“ (ZTKP).

Pokud jsou prováděny práce, které je možno definovat jako „činnost prováděnou hornickým způsobem“ (viz §3 zákona ČNR č. 61/1988Sb. ve znění pozdějších předpisů), spadají pod působnost státní báňské správy. Vykonávání činností prováděných hornickým způsobem a projektování a navrhování objektů a zařízení, které jsou součástí činnosti prováděné hornickým způsobem, lze pouze na základě oprávnění (viz vyhláška ČBÚ č. 15/1995 Sb. ve znění pozdějších předpisů).

V oddíle 12 této kapitoly TKP jsou uvedeny citované a související normy a předpisy, které se týkají problematiky tunelových staveb. Platné jsou také normy a předpisy, které jsou v uvedených předpisech a normách citované. Metodika uvedená v citovaných ČSN, TNŽ, případně předpisech je pro provádění tunelů závazná.

### 20.1.3 Rozdělení tunelů

Podle typu výstavby se tunely dělí na tunely:

- ražené,
- hloubené,
- kombinace obou technologií.

Tunely ražené se dělí podle tunelovací metody na:

- Tunely ražené cyklickou ražbou. Jedná se o konvenční způsob ražby, při kterém se jednotlivé pracovní operace (rozpojování, odtěžování rubaniny a zajištění výrubu) uskutečňují v pevném časovém sledu za sebou.
- Tunely ražené kontinuální ražbou. Jedná se o ražbu tunelovacími stroji (TBM), při které jsou jednotlivé pracovní operace (rozpojování, odtěžování rubaniny a zajištění výrubu) prováděny prakticky současně.
- Tunely ražené štítováním. Ražba se uskutečňuje zatlačováním pláště štítu (resp. pološtítu). Rozpojování je prováděno různými metodami (rypadlem, frézou, za použití trhacích prací apod.), přičemž plášť štítu zajišťuje stabilitu lince výrubu až do osazení ostění.

Tunely hloubené se dělí na:

- Tunely budované v otevřené stavební jámě. Konstrukce zajištění stavební jámy není součástí nosné konstrukce tunelu.
- Tunely budované ve stavební jámě, kde zajištění stěn jámy je využito jako součást nosné konstrukce tunelu (podzemní stěny apod.).

Tunely budované kombinací ražení a hloubení jsou:

- Tunely ražené pod ochranou stropní desky (resp. klenby), která je vybetonována předem na upravený terén. Opěří a počva tunelu je ražena konvenční metodou (např. metoda „želva“).
- tunely ražené se zajištěním přístropí i opěří v předstihu provedenými konstrukcemi (stropní deska nebo klenba v kombinaci s podzemními stěnami, pilotami, tryskovou injektáží apod.).

Velký význam má rovněž rozdělení tunelů podle účinků na povrch, resp. objekty v nadloží. Podle tohoto kritéria tunely rozdělujeme na:

- Tunely ražené bez nutnosti omezoval negativní projevy tunelovací metody na povrchu, resp. v nadloží. Jedná se o tunely ražené v místech, kde se v nadloží tunelu nenachází žádná zařízení, objekty nebo plochy s nutností omezení deformací.
- Tunely s nutným omezením negativních projevů ražby na objekty v nadloží. Jedná se o tunely pod souvislou zástavbou, resp. křížující objekty nebo inženýrské sítě citlivé na poklesy. Zvolená tunelovací metoda musí umožňovat řízení průběhu deformace v požadovaných mezích.

### 20.1.4 Požadavky na dokumentaci skutečného provedení stavby

V průběhu výstavby zpracovává zhotovitel dokumentaci skutečného provedení stavby tunelu.

Podkladem pro vypracování dokumentace skutečného provedení jsou zejména:

- projekt stavby (resp. dokumentace zhotovitele) se zakreslením všech provedených změn,
- protokoly o provedení a převzetí prací (např. záběrové listy).

- protokoly o provedených zkouškách (např. tahové zkoušky kotev, zkoušky tloušťky a pevnosti betonu primárního ostění, svari izolačních pásů apod.),
- výsledky geotechnických měření,
- dokumentace čelby a nadvýloinů,
- lokalizace výronů vody na lici primárního ostění,
- výsledky zaměření vnitřního líce primárního ostění,
- protokoly o osazení izolace, zaměření polohy těsnících pásů a jiných opatření,
- protokoly o převzetí výztuže a betonáži definitivního ostění,
- zaměření skutečného tvaru líce definitivního ostění apod.

Obecný rozsah dokumentace skutečného provedení je dán předpisem ČD S-6 Správa tunelů ze dne 21.3.2001.

Na každém dokladu je mimo specifických údajů uvedeno jméno a podpis zástupce zhotovitele, který práci předává a zástupce zadavatele, který práci přebírá (např. provedení úsek nezilehlé izolace), resp. povoluje její provedení (např. provedení výztuže spodní klenby po převzetí upraveného povrchu dna, zahájení betonáže po převzetí provedené výztuže a kontrole povrchu izolací z hlediska jejich poškození při provádění výztuže apod.).

## 20.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

### 20.2.1 Všeobecně

Konstrukční materiály použité při výstavbě tunelu a požadavky na jejich jakost a vlastnosti jsou předepsány v dokumentaci. Pokud dokumentace předepisuje přísnější požadavky, než uvádí TKP, platí požadavky uvedené v dokumentaci. Požadavky uvedené v TKP nesmí být dokumentací snižovány (v odůvodněných případech je možno požádat o výjimku odbor stavební ředitelství divize dopravní cesty).

Zhotovitel je povinen při výrobě konstrukcí nebo konstrukčních prvků z více materiálových složek zajistit požadovanou jakost těchto konstrukcí nebo prvků. Zdroje stavebních hmot, jejich dávkování, mísení apod. musí být určeny technologickým předpisem zhotovitele, který schvaluje kompetentní zástupce zadavatele (např. stavební dozor). Schválení si může vyhradit odbor stavební ředitelství divize dopravní cesty.

Jakákoliv změna materiálů nebo jejich požadovaných vlastností předepsaných dokumentací, resp. TKP, musí být předem schválena kompetentním zástupcem zadavatele (Odbor stavební ředitelství Divize dopravní cesty).

### 20.2.2 Monolitický beton definitivního ostění

Pro beton a železobeton tunelových ostění platí obecně požadavky uvedené v kapitole 17 TKP.

Musí být provedena taková opatření, aby viditelné povrchy ostění po odbednění nevyžadovaly další pohledové úpravy a tomuto požadavku musí vyhovovat navrhovaný materiál a systém bednění, postup při odbedňování, správně zvolená technologie ukládání, hutnění a ošetřování betonu.

Pokud se ve zvláštních případech vyžaduje povrchová úprava (estetické požadavky nebo požadavky na provedení sekundární ochrany betonových konstrukcí), specifikuje požadavky na povrchovou úpravu dokumentace nebo ZTKP.

#### 20.2.2.1 Zásady pro složení betonu

Správné složení betonu pro definitivní ostění vyžaduje optimalizaci jednotlivých složek sítě jak z hlediska kvality, tak i kvantity, aby bylo možné dosáhnout co nejlepších předpokladů pro splnění následujících požadavků:

- zpracovatelnost,
- zkrácení doby potřebné pro odbednění na technologicky přípustné minimum,

- zamezení vzniku trhlin,
- dodržení požadovaných užitných a provozních vlastností.

Na snížení napětí vzniklých účinky teploty se doporučuje používat cementy s mléčnými přísadami a/nebo určitou část pojiva pokrýt hydraulicky účinnými přísadami, např. popílkem. Velmi jemné přísady mohou kromě toho zlepšit zpracovatelnost čerstvého betonu a nepropustnost betonové struktury. Při návrhu směsi je třeba zohlednit požadavky na mrazuvzdornost konstrukce.

Cementy s malým množstvím  $C_3A$  a především bez  $C_3A$  vykazují kromě zvýšené odolnosti vůči síranům velmi malý růst teploty, výrazně snižují nebezpečí vzniku trhlin v důsledku napětí vzniklého účinky teploty a hodí se proto především pro „vodotěsná definitivní ostění“. Zvolené množství cementu a přísad musí zaručovat při odpovídající teplotě čerstvého betonu požadovanou pevnost při odbednění a dodržení požadovaných parametrů ostění.

Vývoj teploty betonu je závislý na teplotě čerstvého betonu, na vývinu hydratačního tepla, na tloušťce konstrukce a na vnějších vlivech (např. teplota vzduchu, rychlost proudění vzduchu). Aby se co nejvíce zamezilo vzniku trhlin, je třeba udržet maximální teplotu betonu klenby co nejnižší.

Optimální teplota čerstvého betonu (tj. teplota betonové směsi v době ukládání do bednění) se pohybuje v rozmezí 13 °C až 18 °C. Teploty pod 10 °C velmi výrazně zpomalují nárůst pevnosti, teploty vyšší než 25 °C mají za následek větší náchylnost k tvorbě trhlin. Ukládání čerstvého betonu s teplotou nad 30 °C je nepřipustné.

#### 20.2.2.2 Doba odbednění, pevnost při odbednění

Aby se zamezilo vytvoření trhlin, je třeba okamžik odbednění co nejvíce oddálit. Při dodržení obvyklého 24 hodinového cyklu na jeden záběr betonáže (blok ostění délky max. 12 m) je obvyklá doba odbednění klenby v raženém úseku (tunelu 12 až 14 hodin. Zkrátí-li se tato doba pod 10 hodin, musí být přijata opatření proti příliš silnému ochlazení a vysychání betonu. Jedná se zejména o zamezení příliš silného proudění vzduchu. (např. uzavřením portálu „závěsem“). Od opatření se může upustit, pokud je relativní vlhkost vzduchu větší než 90 % a rychlost jeho proudění nízká.

Pevnost při odbednění by neměla být stanovena příliš vysoká, neboť i teplota betonu je právě v momentě nejvyšší náchylnosti ke vzniku trhlin při odbednění velmi vysoká. Beton klenby má pevnost při odbednění (měřeno na stavebním objektu) obvykle hodnotu mezi 1,5 MPa a 3,0 MPa.

V případě tunelů budovaných v otevřené stavební jámě je mitno dobu odbednění stanovit individuálně v závislosti na geometrických a pevnostních a deformačních parametrech konstrukce, vlastnostech okolního prostředí, technologickém postupu prací, požadavcích na vlastnosti ostění (odolnost proti průsakům vody, vznik trhlin apod.).

#### 20.2.2.3 Zabránění vzniku trhlin

Maximální teplota betonu ostění tunelu nesmí překročit:

**40 °C** - u ostění z betonu odolného proti průsakům bez pláštěvé izolace nebo separační fólie s obvyklou délkou bloků 10 m,

**45 °C** - u kratších úseků nebo u definitivního ostění s izolací nebo vhodnou separační fólií omezující přenos smykových napětí mezi definitivním ostěním a jeho podkladem (primárním ostěním, lícem výrubu)

Opatření se musí přizpůsobit aktuálním podmínkám stavby tak, aby se v co největší míře zabránilo vytvoření trhlin (viz např. tabulka 10).

#### 20.2.2.4 Třída pevnosti betonu

Třidy pevnosti se stanovují na základě požadavků statického výpočtu. Definitivní ostění jsou prováděna z betonu třídy pevnosti min. C20/25 podle ČSN EN 206-1. Pro využití dotvarování s použitím hydraulicky účinných přísad musí být třída pevnosti vztahena k co nejvyššímu stáří betonu (56, 90 dní). V případě zkoušky provedené po 56 nebo 90 dnech se stáří v momentě zkoušky uvádí do závorky za třídu pevnosti, např. C25/30 (56).

#### 20.2.2.5 Odolnost betonu proti průsakům vody

Z důvodu požadované životnosti tunelu musí být beton definitivního ostění v každém případě odolný proti průsakům vody. Pro dosažení požadované odolnosti se doporučuje přidání vhodných přísad. V případě chemického působení se tak zpomalí pronikání škodlivých látek. Průkaz odolnosti proti průsakům vody se provádí na hotovém betonu s minimálním tlakem. Beton ostění musí v každém případě prokázat maximální střední hloubku průsaku 25 mm při zkušebním tlaku 0,7 MPa.

U betonů ostění odolných proti účinkům agresivních vod nebo ostění z betonu odolného proti průsaku vody smí činit střední hloubka průsaku vody do zkušebního tělesa při zkoušce max. 25 mm. Pokud ZTKP neurčí jinak, je ve smyslu ČSN EN 206-1, článek 5.5.3 použita následující metodika provádění zkoušky odolnosti proti průsaku vody (metodika odpovídá ÖNORM B3303 Betonprüfung).

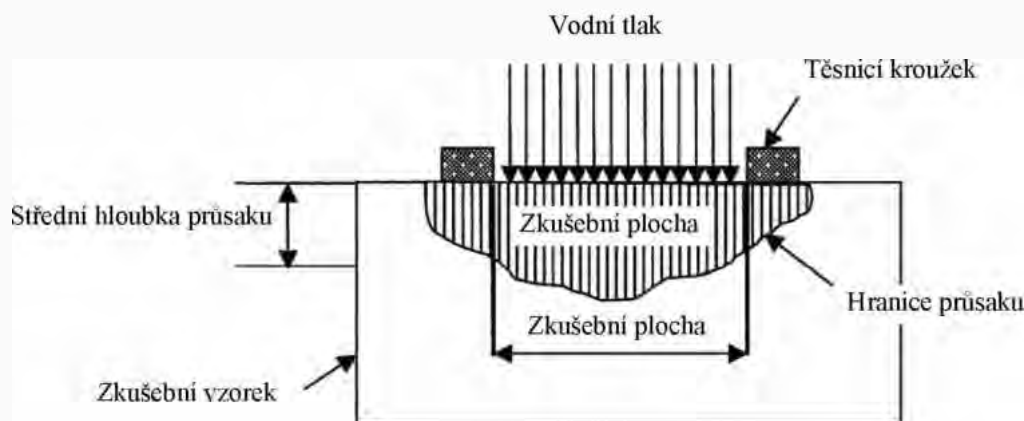
Zkouška je prováděna na zkušebních tělesech rozměrů 200x200x120 mm nebo 300x300x200 mm. Maximální zkušební tlak vody odpovídá 1,5 násobku nejvyšší hodnoty hydrostatického tlaku, který bude působit na tunelové ostění, minimálně však 0,7 MPa. Tlak vody působí na líc zkušebního tělesa na kruhové ploše průměru 100 mm (tvar plochy zajištěn např. těsnícím kroužkem). Pokud není projektem nebo ZTKP určeno jinak, je zkouška prováděna na vzorcích betonu stáří 28 dnů. Zkušební tělesa musí být uložena stále ve vodě, vzorky získané ze stavby musí být ve vodě uloženy min. 7 dnů před provedením zkoušky. Doba trvání zkoušky je 14 dní a probíhá ve dvou fázích:

fáze 1 – vzorek je zatěžován po dobu 3 dnů tlakem vody odpovídajícím 25 % maximálního tlaku

fáze 2 – následuje zvýšení tlaku na maximum a jeho působení po dobu dalších 11 dnů

Bezprostředně po ukončení zkoušky je zkušební těleso rozřezáno dvěma na sebe kolmými řezy tak, aby bylo možno určit rozhraní suchého a mokrého betonu. Hranice je na tělese graficky vyznačena a je určena střední hodnota hloubky průsaku s přesností na 1 mm.

Střední hloubka průsaku je určena na základě výsledků min. 3 zkoušek jako střední hodnota středních průsakových hloubek zjištěných na jednotlivých zkušebních tělesech.



Obr. 1

#### 20.2.2.6 Mrazuvzdornost

V oblasti portálů a do vzdálenosti 1000 m od portálů se navíc musí prokázat stálost při mrazu v počtu 100 zmrazovacích cyklů, přičemž platí, že vodotěsnost ostění, použití provzdušňujících přísad a kameniva odpovídajících parametrů zpravidla mrazuvzdornost zaručuje.

### 20.2.2.7 Beton odolný proti síranům

Vzhledem k tomu, že v případě betonu definitivního ostění není inožné provést dodatečnou ochranu nebo opravná opatření proti působení síranových vod v horninovém masivu, je třeba provést příslušná opatření již při podezření, že k malému působení dochází. To se týká i betonu definitivního ostění s fóliovou izolací.

U železničních tunelů v městských aglomeracích je provádění ostění z betonu odolného proti účinkům síranových vod doporučeno i v případě, že v době výstavby tunelu neobsahují vody škodlivé množství síranů vzhledem k možné kontaminaci vod (např. netěsností stok) během životnosti tunelu.

Protože koncentrace síranů ve vodě může v horninovém masivu v čase silně kolísat, musí se jejich účinek posoudit minimálně ze 3 časově oddělených odběrů vzorků.

### 20.2.2.8 Beton vodotěsného definitivního ostění bez izolace

V případě vodotěsných definitivních ostění bez izolace přebírá beton definitivního ostění plně funkci izolace. Tento beton je tedy třeba zhotovit nejenom tak, aby vykazoval odolnost proti průsakům, která představuje pouze jednu podmínku pro nepropustnost struktury betonu, ale také aby nevykazoval trhliny, které by vodu vedly. Pro beton je určující obzvláště dobrá zpracovatelnost, rozsáhlé omezení teploty čerstvého betonu a maximální teploty betonu, rychlosti ochlazení a minimalizace smršťování. Zvláštní důraz je nutno klást na použití cementu s malým hydratačním teplem a na dodržení co inožná nejmenšího celkového množství vody ve spojení s použitím přísad. Kromě toho je třeba dodržet příslušná konstrukční opatření. Technologický postup musí být navržen tak, aby se v prvních 3 dnech po odbednění zabránilo rychlému ochlazení a v prvních 7 dnech po odbednění rychlému vyschnutí konstrukce.

### 20.2.2.9 Souběh trhacích prací a betonáže definitivního ostění

V případě souběhu ražby prováděné za použití trhacích prací a betonáže definitivního ostění je nutno ukládání čerstvého betonu provádět v dostatečné vzdálenosti od čelby.

K vyšetření vlivu odstřelů je nutno vzorky betonu vystavit účinku odpálení v plánované vzdálenosti. U těchto zkušebních vzorků se kontroluje pevnost po 7 dnech. Podle výsledků zkoušek se stanoví potřebná opatření.

## 20.2.3 Stříkaný beton

### 20.2.3.1 Všeobecně

Stříkaný beton se sestavuje ze stanovených složek betonu (pojiva pro nástrík, tj. cementu nebo jiných speciálních pojiv, příměsí, kameniva, vody a přísad) tak, aby za očekávaných poměrů na stavbě bylo možné jeho nastříkání odborným způsobem a byly s jistotou dodrženy požadované vlastnosti.

Kvalita stříkaného betonu použitého při výstavbě tunelových ostění je předepsána dokumentací a technologickým předpisem zhotovitele schváleným kompetentním zástupcem objednatele (stavební dozor).

Složení směsi dokumentací požadovaných parametrů stanoví zhotovitel v technologickém předpisu, který musí obsahovat :

- množství kameniva na m<sup>3</sup> hotového betonu a na jednu záměs,
- množství cementu na m<sup>3</sup> směsi a na jednu záměs,
- množství přísad v poměru k hmotnosti cementu,
- vodní součinitel betonové směsi a případně tlak vody do stříkací pistole,
- údaje o dávkování a jeho sledu, mísení, délce mísení, postup stříkání betonové směsi při daném výrobním zařízení,
- ostatní údaje potřebné k dosažení požadovaných vlastností betonu.

Podle způsobu nástřiku se rozlišuje:

- suchý způsob nástřiku, kdy se voda přidává do suché či zvlhlé betonové směsi až v trysce zpravidla s přísadou urychlující tuhnutí a tvrdnutí,
- mokrý způsob nástřiku, kdy do mokré betonové směsi je v trysce přidáván vzduch a urychlující přísada nebo pouze urychlující přísada (při pneumatické dopravě směsi, tj. při dopravě tzv. řídkým proudem).

TABULKA 1

| ROZLIŠOVÁNÍ SMĚSÍ PRO SUCHÝ A MOKRÝ STŘÍKANÝ BETON |                                                |                                                                           |                                  |                                                                           |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                                                    | suchý stříkaný beton                           |                                                                           |                                  | mokrý stříkaný beton                                                      |
| obsah vody v kamenivu                              | $W < 0,2 \%$                                   | zpravidla $w = 2 - 4 \%$<br>pásmo rozptylu $w = 1,5 - 5 \%$               |                                  | $w < 8 \%$                                                                |
| označení                                           | suchá směs                                     | dopravovaná vlhká směs                                                    | vlhká směs okamžitě používaná    | mokrá směs (čerpaný beton)                                                |
| pojivo                                             | cement + přísady nebo suché pojivo pro nástřik | cement + přísady                                                          | vlhké pojivo pro nástřik         | cement + přísady                                                          |
| přidání urychlovače                                | případně v míchačce                            | při stříkání                                                              | případně při stříkání            | při stříkání                                                              |
| zhotovení směsi                                    | výrobní nebo staveništní míchárna              | výrobní nebo staveništní míchárna                                         | průběžné míchání při stříkání    | výrobní nebo staveništní míchárna (betonárna)                             |
| skladování                                         | uzavřené (silo, pytle)                         | chráněné                                                                  |                                  | chráněné                                                                  |
| použitelnost                                       | bez omezení                                    | omezená použitelnost                                                      | bez omezení                      | omezená použitelnost                                                      |
| připravenost                                       | předchozí dohoda podle potřeby                 | výroba dle dohody, zpracování v době skladovatelnosti (maximálně 1,5 hod) | výroba pro bezprostřední potřebu | výroba dle dohody, zpracování v době skladovatelnosti (maximálně 1,5 hod) |

TABULKA 2

| SMĚRNÉ HODNOTY PRO SKLADBU SMĚSÍ                                                                                                |                                           |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                 | suchý stříkaný beton                      | mokrý stříkaný beton            |
| cement - pojivo k nástřiku                                                                                                      | 320 - 400 kg/m <sup>3</sup>               | 360 - 420 kg/m <sup>3</sup>     |
| přísady (např. popílek)                                                                                                         | 30 - 50 kg/m <sup>3</sup>                 | 50 - 80 kg/m <sup>3</sup>       |
| dávkování pojiva (cement + příměsí, pojivo pro nástřik)                                                                         | 350 - 400 kg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup> | 400 - 460 kg/m <sup>3</sup>     |
| vodní součinitel (voda/pojivo)                                                                                                  |                                           | < 0,50                          |
| konzistence (míra tekutosti, roztečení)                                                                                         | podle pravidel                            | 48 - 52 cm                      |
| obsah jemných prachových součástí                                                                                               |                                           | minimálně 550 kg/m <sup>3</sup> |
| <sup>1)</sup> Při dávkování pojiva pod 340 kg/m <sup>3</sup> se výrazně snižuje přilnavost stříkaného betonu k nástřikové ploše |                                           |                                 |

Pro zjištění vlivu přísad (urychlovače apod.) na pevnostní a technologické parametry betonu je nutno připravit a odzkoušet recepturu betonu a porovnat výsledky s výsledky provedenými na nulovém betonu (porovnávací beton bez přísad).

Z hlediska funkce se stříkaný beton dělí na (viz tabulka 3):



TABULKA 3

| ROZDĚLENÍ STŘÍKANÝCH BETONŮ PODLE FUNKCE |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| výplňový a ochranný                      | Úloha tohoto stříkaného betonu spočívá vesměs ve vřizování určité úpravy líce (např. podkladu pro fóliovou izolaci), výplně dutin (puklin, nadvýloinů) a uzavření povrchu horniny (např. utěsnění povrchu horniny proti vzdušné vlhkosti).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| konstrukční                              | Úlohou konstrukčního stříkaného betonu je funkce zajištění nebo podepření. Používá se např. pro primární ostění podzemních staveb ražených podle NRTM (Nové rakouské tunelovací metody), zajištění stability čelby podzemních staveb nebo pro zajištění svahů stavebních jam a zpevnění stěn přírodních svahů. Součástí návrhu je i definice nárůstu pevnosti v čase se zohledněním vlivu jednotlivých složek směsi (urychlovače tuhnutí apod.) na konečnou pevnost betonu. Požadavky na nárůst pevnosti v čase musí odpovídat předpokládanému průběhu zatěžování primárního ostění. |
| pro zvláštní účely                       | Stříkaný beton pro zvláštní účely je používán např. pro primární ostění ražených staveb pod zástavbou a při nízkém nadloží, jednoplaštových ostění tunelů, podpůrných prvků svahů a líců výkopů.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### 20.2.3.2 Požadavky na nárůst pevnosti v čase

Jako mladý beton se uvažuje stříkaný beton do stáří 24 hodin. Z hlediska nárůstu pevnosti a požadavků na pevnost se dělí mladý beton do třech oblastí  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$ .

Oblast  $J_1$  je vymezena mezi "A" a "B".

Oblast  $J_2$  je vymezena mezi "B" a "C".

Oblast  $J_3$  leží nad mezí "C".

Meze A, B a C viz obr. 2.

Nárůst pevnosti v prvních minutách po nástřiku má, vedle významu pro nástřik nad hlavou v odpovídajících tloušťkách vrstev, také velký vliv na vývin prašnosti a na spád, protože při příliš rychlém nárůstu pevnosti stříkaný beton bezprostředně po nanesení na stěnu ztvrdne a hrubší částice následujícího stříkaného betonu se již nemohou uložit a ztuhnout. Proto nesmí měrná hodnota pevnosti po 2 minutách (např. zkouška penetrační jehlou) přestoupit hodnotu 0,2 MPa, aby se snížil vývin prachu a spadu za normálních podmínek pro nanášení stříkaného betonu. Při silném přítoku vody nebo při nevhodném povrchu podkladu je vyšší pevnost v prvních minutách potřebná, je však nutno přitom počítat krátkodobě se zvýšenou prašností a větším množstvím spadu.

Nárůst pevnosti „mladého betonu“ se zjišťuje nepřetržitými zkušebními postupy (zpravidla vyhodnocením pevnosti na základě penetračních zkoušek). Doby měření a postup zkoušení je třeba přizpůsobit nárůstu pevnosti stříkaného betonu, aby se zjistil co možná nejplynulější průběh. Za směrodatné hodnoty jsou považovány doby měření po 6, 10 a 30 minutách a dále pak po 1, 2, 3, 6 a 24 hodinách). Zpravidla se prokazuje průběh od 6 minut do 6 hodin a po 24 hodinách. Průkaz pevnosti po 9 a 12 hodinách je potřebný jen ve zvláštních případech (např. u tunelů s nízkým nadložím pod zástavbou).

Stříkaný beton z oblasti  $J_1$  se hodí pro nástřik v tenkých vrstvách na suchý podklad bez zvláštních statických požadavků a je výhodný pro malou prašnost a malý spád.

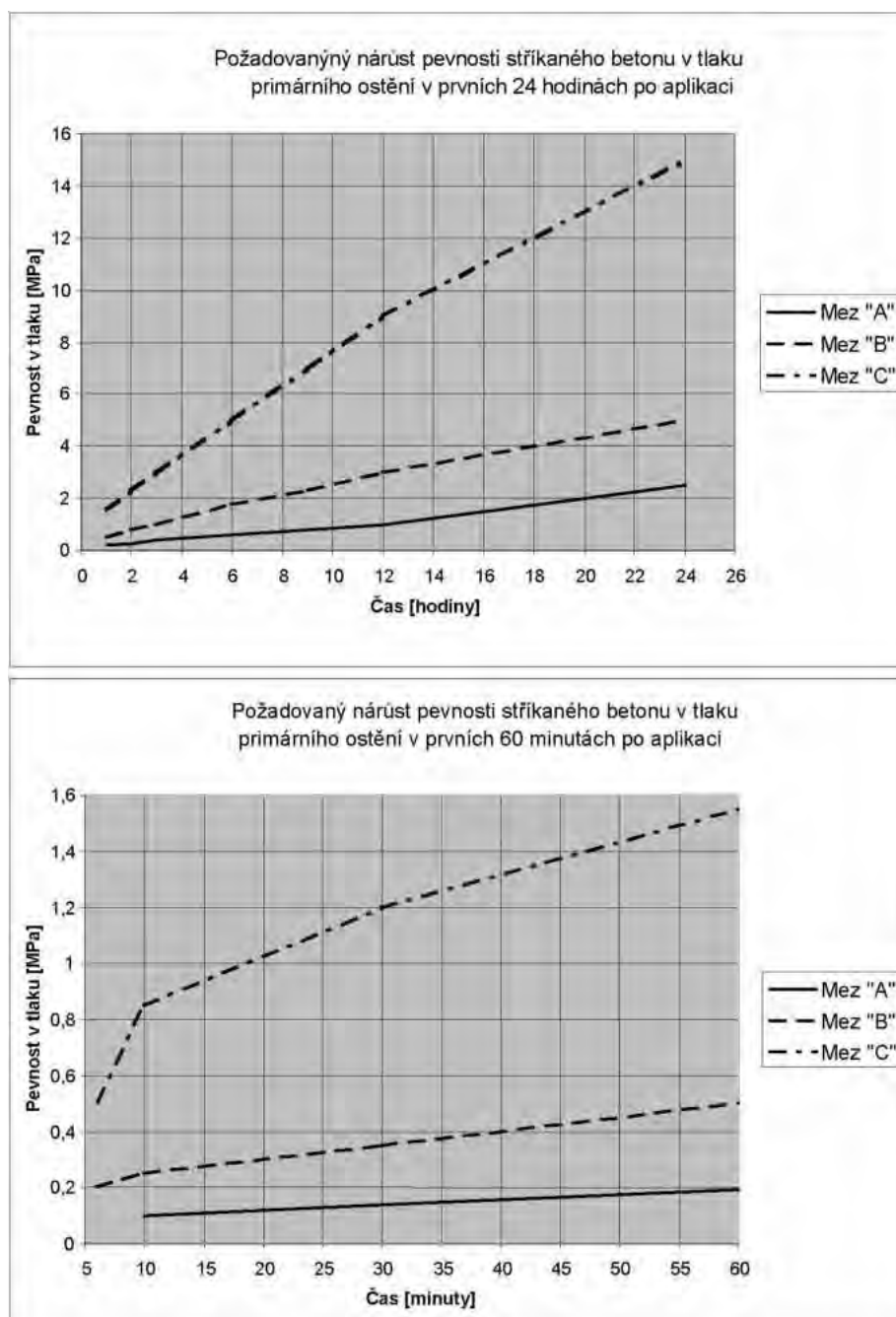
Stříkaný beton z oblasti  $J_2$  je požadován v případě, kdy má být beton nanesen co nejrychleji v silných vrstvách (i nad hlavou), při přítoku vody a v případech, kdy dochází k jeho okamžitému namáhání vlivem dalších činností při zajišťování stability výrubu (např. provádění vrtů pro kotvy, zahánění pažin, ořezy při trhacích pracích).

Požadavek na použití betonu z oblasti  $J_2$  je uplatněn také při rychlém nárůstu zatížení horninovým tlakem, zemním tlakem nebo jinak vyvolaným přitížením.

Stříkaný beton  $J_3$  se používá pouze ve zvláštních případech (např. v silně porušené hornině, silném přítoku vody) z důvodu zvýšeného vývinu prachu a zvýšeného množství spadu.

Vysoké počáteční pevnosti betonu vyvolané použitím alkalických urychlovačů vedou zpravidla k vysokému poklesu konečné pevnosti oproti nulovému betonu (bez urychlovače). To je třeba zohlednit při stanovování třídy

pevnosti. Z důvodu velkého vlivu alkalických urychlovačů na konečnou pevnost betonu není použití těchto urychlovačů v případě betonů z oblasti J<sub>2</sub> vhodné a je možno je předepisovat jen ve zvláštních případech. Použití nealkalických urychlovačů neovlivňuje negativně konečnou pevnost betonu.



Obr. 2

### 20.2.3.3 Složky betonové směsi - cement

Počátek tuhnutí cementu má být v rozmezí od 1,5 hodiny do 4 hodin.

Je třeba dbát vlivu teploty a chemického složení cementu na dobu reakce suché směsi (dobu zpracovatelnosti) a případně dobu zpracovatelnosti betonu vhodnou metodou přezkoušet.

Pro síranovzdorný stříkaný beton je třeba při výskytu vod s obsahem  $\text{SO}_4^{2-}$  nad 600 mg/l používat portlandský cement se zvýšenou síranovzdorností bez  $\text{C}_3\text{A}$ .

#### 20.2.3.4 Složky betonové směsi - kamenivo

Pro stříkaný beton se používá kamenivo oblé (přírozené či přírodně těžené neupravované kamenivo) nebo ostrohranné (drcené) se zrnem tříděným do frakcí. Rozdělení frakcí zrn má být provedeno tak, aby byl zajištěn správný rozsah pásma celkové křivky zrnitosti podle tabulky 4. Zpravidla se předpokládá třídění do 4 mm a nad 4 mm.

TABULKA 4

| Příněšer oka síta [mm] |          | 0,063 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 4,00 | 8,00 | 11,0 |
|------------------------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| propad                 | min. [%] | 2     | 8    | 18   | 30   | 45   | 65   | 85   | 95   |
|                        | max. [%] | 6     | 15   | 25   | 40   | 55   | 75   | 95   | 100  |

Největší zrna se volí v závislosti na účelu použití inezí 4 mm a 16 mm. V případě stříkaného betonu pro konstrukční využití se používá největší zrnó  $\leq 11$  mm.

Při mokřém stříkaném betonu je třeba sladit složení zrnitosti kameniva zejména s požadavky čerpatelnosti betonu.

Při použití drceného kameniva inůžbe být zvýšen nejvyšší přípustný podíl odplavitelných částic (podíl frakce  $< 0,063$  mm) oproti tabulce 4 max. o 5 %.

Při volbě kameniva je třeba dbát na to, že účinná pevnost kameniva (petrografické složení, soudržnost zrn, tvar a skladba zrn) ovlivňuje předepsanou pevnost stříkaného betonu.

Vlastnosti kameniva musí odpovídat účelu použití stříkaného betonu i složení betonové směsi (např. chemické reakce s jednotlivými složkami použité receptury).

#### 20.2.3.5 Složky betonové směsi - záměšová voda

Požadavky na záměšovou vodu se řídí normou ČSN EN 206-1 a normami souvisejícími.

#### 20.2.3.6 Složky betonové směsi - pojiva pro nástřik

Pojiva pro nástřik unožňují zřízení suchého stříkaného betonu se stanovenými požadavky na mladý stříkaný beton bez přidání urychlovače tuhnutí.

Pojiva k nástřiku při kontaktu s vodou reagují velmi silně. Obvyklé míchání s vlhkým kamenivem proto není možné.

Na základě jejich rychlosti reakce se rozlišují dva druhy pojiv k nástřiku:

- Suché pojivo k nástřiku: Pojivo má dobu reakce **pod jednu minutu** a je proto použitelné pouze pro zřizování stříkaného betonu se suchým kamenivem (obsah vody  $w \leq 0,2$  %, případně podle údaje výrobce). Skladování suché směsi je možné po delší dobu v silu (zásobníku).
- Vlhké pojivo k nástřiku se stanovenou dobou reakce: Toto pojivo má stanovenou dobu reakce **od jedné do tří minut**. V důsledku stanovené doby reakce je použitelné také pro zřizování stříkaného betonu s přírozeně vlhkým kamenivem (obsah vody  $w$  zpravidla v mezích 2 až 4 %). Při použití vlhkého kameniva vyžaduje omezená doba zpracovatelnosti stanovit postup zpracování. Vlhké pojivo se smíchává s vlhkým kamenivem bezprostředně u čelby ve vhodném strojním zařízení a okamžitě se nanáší.

Pro pojiva k nástřiku je třeba stanovit následující charakteristiky, popř. požadavky podle výsledků průkazných zkoušek:

- specifický povrch - průměrná hodnota, standardní (normová) odchylka pro specifický povrch podle Blainea smí dosahovat maximálně 5 % od příslušně (cementární) stanovené průměrné hodnoty,
- počátek tuhnutí nikdy nesmí klesnout pod 15 sekund,
- prostorová stálost,

- $\text{SO}_3$ : < 4,5 %, v případě vody s obsahem  $\text{SO}_4^{2-}$  nad 600 mg/l < 3,5 %,
- Cl: maximálně 0,1 %,
- MgO: maximálně 5,0 %,
- $\text{AL}_2\text{O}_3$ : informační a charakteristická hodnota.

TABULKA 5

| POŽADAVKY NA NÁRŮST PEVNOSTI V ČASE |                                  |          |                                   |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------------------|
| čas                                 | nejnižší hodnota                 | minimum  | poznámka                          |
| po 1 hodině                         | $\geq 0,5 \text{ Mpa}$           | -        | informační hodnota                |
| po 6 hodinách                       | 70 % z hodnot průkazných zkoušek | 1,5 MPa  | významná charakteristická hodnota |
| po 24 hodinách                      | 70 % z hodnot průkazných zkoušek | 12 MPa   | charakteristická hodnota          |
| po 28 dnech                         | 80 % z hodnot průkazných zkoušek | 32,5 MPa | charakteristická hodnota          |

### 20.2.3.7 Složky betonové směsi - příměsi

S ohledem na zlepšení vlastností stříkaného betonu, jako je zpracovatelnost, lepivost, vývin prachu, odpad, pevnost a hutnost stříkaného betonu, jakož i na snížení vývinu tepla, je účelné přidávání hydratačně působících příměsí. Dosud se osvědčil jako příměs létavý popílek, ale také je možné i použití jiných příměsí (např. křemitý prachový silikát, hutnický písek). Nejpriznivější poměr pojivo - příměsí se musí stanovit zkouškami vlastností. Celkový podíl příměsí a přísad smí dosahovat max. 35 % množství pojiva. Specifický povrch podle Blainea by měl být 450 m<sup>2</sup>/kg a standardní odchylka od stanovené průměrné hodnoty smí dosáhnout max. 25 m<sup>2</sup>/kg.

Při použití příměsí je třeba posoudit vhodnost jejich použití s dalšími složkami betonové směsi.

### 20.2.3.8 Složky betonové směsi - přísady

Pod pojmem přísady jsou ve smyslu této kapitoly TKP rozuměny zejména:

- plastifikátory,
- urychlovače tuhnutí a tvrdnutí,
- ztekucovače,
- provzdušňující plastifikátory,
- provzdušňovače,
- zpožďovače tuhnutí,
- přísady pro snížení vývinu prachu.

Účinnost přísad do betonu a jejich vzájemná snášenlivost je třeba prokázat zkouškami vlastností a kvality stříkaného betonu.

Pro přísady musí mít k dispozici certifikát, protokol o zkouškách a doklad o zkouškách, které nejsou starší 3 let.

Pro všechny ostatní přísady, (zpožďovače tuhnutí, stabilizátory atd.) je třeba, aby dodavatel vždy s odstupem dvou let prokázal nepřítomnost chloridů.

**Dlouhodobé zpožďovače začátku tuhnutí** zastavují hydratační reakci cementu po předem určenou dobu, zpravidla o několik hodin až maximálně do 3 dnů. Umožňují uložit v neziskladu jak suchou, tak i mokrou směs. V případě uložení mokré směsi nedochází ke snížení kvality nebo změně konzistence. Působení stanoveného dlouhodobého zpožďovače musí být zrušeno přidáním odpovídajícího urychlovače tuhnutí. Další průběh

tvrdnutí a vlastnosti zatvrdlého betonu nesmí být dlouhodobým zpoždovačem negativně ovlivněny (např. poklesem pevností).

**Přísady pro snížení vývinu prachu a spadu** zlepšují pracovní podmínky, zejména při nasazení vysušeného kameniva. Přidávané množství je třeba stanovit ověřovacími zkouškami. Ostatní vlastnosti stříkaného betonu nesmí být negativně ovlivněny. Přidávání je třeba přizpůsobit používanému způsobu stříkání.

#### 20.2.3.9 Složky betonové směsi - urychlovače

Urychlovače tuhnutí se používá v kombinaci s vhodným druhem cementu a případnými dalšími přísadami. V současnosti se používají bezalkalické (preferované) nebo alkalické urychlovače tuhnutí. Ve zvláštních případech (např. při silném výronu vody na ploše nástřiku) může být použito nealkalického urychlovače tuhnutí v kombinaci se speciálním pojivem k nástřiku.

Pro urychlovač tuhnutí musí být k dispozici výsledky průkazní zkoušky, provedené akreditovanou zkušebnou, které nejsou starší tří let.

Používané přísady musí být s používaným cementem odzkoušeny včas před zahájením prací z hlediska účinků urychlování tuhnutí, počátku tvrdnutí a nárůstu pevnosti v čase, vlivu na konečnou pevnost a z hlediska síranovzdornosti (pokud je požadována). K tomu se použijí laboratorní zkušební metody. Laboratorní zkoušky poskytují dobré směrné hodnoty o chování navržené směsi v podmínkách výstavby, ale nemohou zohlednit veškeré vlivy působící během realizace. Proto nemohou nahrazovat kontrolní zkoušky na vzorcích prováděné na vzorcích odebraných na stavbě přímo z ostění.

Průkazní zkoušky musí stanovit pro danou recepturu maximální přípustné dávkování urychlovače.

#### 20.2.3.10 Nealkalické urychlovače tuhnutí

Z hlediska dodržení požadovaných hygienických podmínek na pracovišti je třeba omezit hodnotu pH roztoku nebo suspenze urychlovače v rozmezí od 3,0 do 8,0 pH. Požadavky viz tabulka 6.

TABULKA 6

| POŽADAVKY NA NEALKALICKÉ URYCHLOVAČE                                                                                      |                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| dávkování (práškové, tekuté)                                                                                              | Zpravidla 4 až 8 %<br>(u tekutých urychlovačů obsah pevných látek $\leq 5$ %) z pojiva                      |
| ekvivalent $\text{Na}_2\text{O}$                                                                                          | $< 1,0$ %                                                                                                   |
| obsah sulfátů (síranů) jako $\text{SO}_3$                                                                                 | $\leq 4,5$ % v součtu s použitým cementem                                                                   |
| obsah sulfátů jako $\text{SO}_3$ pro síranovzdorný stříkaný beton (voda s obsahem síranů $\text{SO}_4^{2-}$ nad 600 mg/l) | $\leq 3,5$ % v součtu s použitým cementem nebo pojivem k nástřiku                                           |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ pro síranovzdorný stříkaný beton (voda s obsahem síranů $\text{SO}_4^{2-}$ nad 600 mg/l)          | $\leq 2,0$ % nebo průkaz síranovzdornosti na ověřovacím stříkaném betonu a stříkaném betonu stavebního díla |
| snížení (pokles) pevnosti                                                                                                 | $\leq 10$ %                                                                                                 |

#### 20.2.3.11 Alkalické urychlovače tuhnutí

Urychlovače na bázi alkalického hlinitanu se inohou přidávat v práškové nebo tekuté formě vhodným dávkovacím zařízením.

Dávkování urychlovačů má být nízké. Jako směrné hodnoty pro stříkaný beton  $J_1$ ,  $J_2$  platí hodnoty uvedené v tabulce č. 7.

TABULKA 7

| Typ urychlovače             | doporučené dávkování     | maximální hodnota |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| práškový urychlovač tuhnutí | 6 - 8 % hmotnosti pojiva | 10 %              |
| tekutý urychlovač tuhnutí   | 5 - 7 % hmotnosti pojiva | 8 %               |

Pokles pevnosti stříkaného betonu s potřebným dávkováním urychlovače oproti porovnávacímu (nulovému) betonu bez přísady nesmí přestoupit ve stáří 7 nebo 28 dnů, (nezávisle na dosažené konečné pevnosti) hodnoty uvedené v tabulce 8

TABULKA 8

| typ urychlovače             | přípustné hodnoty | maximální hodnota |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| práškový urychlovač tuhnutí | 30 - 40 %         | 45 %              |
| tekutý urychlovač tuhnutí   | 20 - 25 %         | 30 %              |

Při výskytu vody s obsahem  $\text{SO}_4$  vyšším než 600 mg/l nesmí obsah ve vodě rozpustných  $\text{Al}_2\text{O}_3$  při potřebném dávkování cementu nebo pojiva přestoupit hodnotu 0,6 % (vztaheno na pojivo), případně při překročení této mezní hodnoty je třeba provést přezkoušení na porovnávacím stříkaném betonu nebo stříkaném betonu konstrukce. Při průkazných zkouškách je třeba provádět ověření s maximálními na stavbě přípustnými dávkováními.

#### 20.2.3.12 Stříkaný beton s rozptýlenou výztuží

Stříkaný beton s rozptýlenou ocelovou výztuží je stříkaný beton, do kterého se přidávají vhodná ocelová vlákna v min. množství 30 kg /m<sup>3</sup> nastříkaného betonu, aby se dosáhlo zvláštní vlastnosti mladého i vyzrálého betonu. Velikost kameniva nemá přestoupit 8 mm. Kromě ocelových vláken je možno použít vlákna skleněná, polymerová a karbonová. Přitom je třeba dbát na to, že zpracování a technologický postup je specifický pro každý materiál použitých vláken.

Přidáním ocelových vláken lze ovlivnit tyto vlastnosti stříkaného betonu:

- zvýšit únosnost konstrukce zejména při namáhání na ohyb,
- omezit velikost rozevření trhlin,
- nahradit běžně používanou výztuž (sítě, pruty) v tenkých nebo nepravidelných vrstvách stříkaného betonu,
- zlepšit homogenitu vyloučením stínů v nástřiku, následkem vynechání výztuže apod.

Tvar a délka vláken se řídí podle oblasti použití (tloušťka stříkaného betonu, žádaná úprava líc, technologie nástřiku betonu, průběh dopravních přívodů apod.).

Obvyklá délka vláken je 30 mm. V nastříkaném betonu je poněkud menší podíl vláken než ve výchozí směsi. Proto je třeba obsah vláken nastříkaného betonu v pravidelných intervalech přezkoušet.

Ocelová vlákna se přidávají do suché nebo mokré směsi v rozptýleném stavu. Přidávání do suché směsi lze provádět v míchárně, v pojízdné míchačce nebo ve stříkacím stroji. Cílené a říditelné přidávání do stříkacího stroje nebo přímo do přiváděného proudu směsi lze zajistit vhodným dávkovacím zařízením. Při stanovení doby míchání a zpracování je třeba dbát údajů výrobce.

Pro stříkaný drátkobeton je nutno použít minimálně beton třídy C20/25 s vodním součinitelem  $w/c < 0,5$ .

Při vzniku pracovních spár nelze docílit „přesahovou délku“ vláken. Proto musí být již v projektu stanovena poloha pracovních spár, nebo se musí navrhnut doplnující opatření pro napojení výztuže, resp. vytvoření dostatečně únosného spoje v místě spáry.

Konkrétní podmínky použití a požadované vlastnosti stříkaného drátkobetonu pro tunelové stavby, rekonstrukce nebo opravy určuje dokumentace, resp. ZTKP.

#### **20.2.4 Ocel**

Ramenáty z válcovaných profilů a typová korytková výztuž se používá pouze s prohlášením o shodě.

Pro betonářskou výztuž a příhradové ramenáty z betonářské oceli platí kapitola 17 TKP.

#### **20.2.5 Injektážní směsi**

Pro kvalitu injektážních směsí platí ustanovení uvedená v kapitole 24 TKP.

#### **20.2.6 Materiál pro zděné konstrukce**

Stavební kámen pro zděné konstrukce se používá pevnostní třídy nejméně 40 podle ČSN 72 1860, který vyhoví 25 zmrazovacím cyklům podle ČSN 72 1156.

Kámen vhodný pro opravy a rekonstrukční práce se použije s vyšší objemovou hmotností, nízkou pórovitostí, tj. kámen hutný, pevný a málo nasáklý.

Pevnost kamene v tlaku musí být nejméně desetinásobkem namáhání, s nímž se počítá ve statickém výpočtu.

Jednotnost zbarvení kamene nemusí být pro zdivo podzemních staveb dodržena, vyjma zdiva portálů.

Malty pro zdění a spárování kamenného zdiva musí mít pevnost v tlaku nejméně 10 MPa (ČSN 74 2430).

#### **20.2.7 Dílce**

Pro kvalitu prefabrikovaných dílců platí kapitola 17 TKP.

#### **20.2.8 Izolace**

Pro izolaci tunelů a jiných podzemních staveb mohou být použity pouze výrobky k tomuto účelu určené. Požadavky na materiál izolace určuje projekt, výběr izolačního materiálu schvaluje odbor stavební ředitelství divize dopravní cesty. Projektem navržená izolace musí splňovat požadavky uvedené v tabulce 9.

Izolační fólie musí mít signální vrstvu, která umožňuje vizuální kontrolu případného mechanického poškození izolace při následně prováděných pracích v tunelu (osazování výztuže, montáž bednicího vozu apod.)

Barva signální vrstvy bývá zpravidla světlá a v každém případě musí zřetelně kontrastovat s barvou materiálu izolační fólie. Signální vrstva je nanesena v malé tloušťce na materiál vlastní izolace a nesmí být započítána do minimální požadované tloušťky izolace. Materiál signální vrstvy nesmí negativně ovlivňovat svařitelnost a snižovat pevnost svaru izolační fólie.

Materiál izolační fólie musí dlouhodobě odolávat působení podzemní vody a ostatním vnějším činitelům (agresivita prostředí, prorůstání kořenů apod.). Při deformačním namáhání vlivem smršťování, teplotních změn a nerovnoměrného sedání jednotlivých částí konstrukce nesmí fólie ztratit požadované ochranné parametry.

TABULKA 9

| POŽADOVANÉ PARAMETRY MATERIÁLU IZOLAČNÍ FOLIE       |                                                           |                                                              |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Všobecné vlastnosti                                 |                                                           | materiál bez bublin, trhlin a sraženin                       |
| Celková tloušťka                                    |                                                           | 2,0; 2,5 a 3,0 mm                                            |
| Pevnost na mezi trhlin v podélném a příčném směru   |                                                           | $\geq 10$ MPa                                                |
| Protažení na mezi trhlin v podélném a příčném směru |                                                           | $\geq 200$ %                                                 |
| Chování svarového spoje při trhací zkoušce          |                                                           | přetržení materiálu mimo oblast svaru                        |
| Chování při namáhání vodním tlakem                  |                                                           | těsný při zkušebním tlaku 0,5 MPa působícím po dobu 72 hodin |
| Chování při zkoušce na proražení                    |                                                           | těsný při výšce pádu zkušebního tělesa 750 mm                |
| Chování při ohýbání za studena                      |                                                           | bez trhlin                                                   |
| Chování po uskladnění za teploty 80 <sup>o</sup> C  | stav                                                      | bez puchýřků a bublin                                        |
|                                                     | změna rozměrů v podélném a příčném směru                  | $\leq 3$ %                                                   |
|                                                     | změna pevnosti na mezi trhlin v podélném a příčném směru  | $\pm 20$ %                                                   |
|                                                     | změna protažení na mezi trhlin v podélném a příčném směru | $\pm 20$ %                                                   |
|                                                     | ohýbání za studena                                        | bez trhlin                                                   |
| Chování po uskladnění ve vodě                       | změna pevnosti na mezi trhlin v podélném a příčném směru  | $\pm 20$ %                                                   |
|                                                     | změna protažení na mezi trhlin v podélném a příčném směru | $\pm 20$ %                                                   |
|                                                     | ohýbání za studena                                        | bez trhlin                                                   |

Změkčovadla nebo jiné přísady použité pro modifikaci fólií z plastů musí působit trvale s ohledem na specifické předpoklady daného objektu a nesmí negativně ovlivňovat požadované vlastnosti materiálu.

Požadavky na požární odolnost:

- teplota kouře < 200 °C,
- vývin kouře po dobu 10 min < 400 %,
- požární odolnost B2 dle DIN 4102.

Pro izolační pásy musí být zvolen takový materiál, při jehož tepelném namáhání (hoření) nedochází k uvolňování toxických látek.

Upevňovací prvky (např. nastřelovací terče) musí být s materiálem použité izolační fólie dobře svařitelné a vzájemně se musí dlouhodobě snášet. Je vhodné používat izolační pásy a upevňovací prvky od jednoho výrobce. Pokud jsou použity upevňovací prvky a izolační pásy různých výrobců, musí výrobce izolačního pásu odsouhlasit vhodnost použití upevňovacích prvků.

### 20.2.9 Odvodnění

Pro odvodnění tunelů smí být používány pouze výrobky k tomuto účelu určené, které odpovídají příslušnými normám, předpisům i konkrétním podmínkám stavby.



Odvodňovací potrubí musí bez poškození snášet vnitřní tlak 12 MPa (čištění tlakovou vodou).

Částečně děrované drenážní trubky musí mít pro zajištění správné polohy při ukládání buď patu (v případě klenbového tvaru s rovným dnem) nebo odpovídající označení vrcholu (u kruhových profilů).

Odvodňovací plastové potrubí musí být uvnitř, v místech inuno spoj, zcela hladké.

## 20.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

### 20.3.1 Všeobecně

Pro veškeré činnosti spojené s výstavbou tunelu je nutno vypracovat technologický postup. Práce mohou být zahájeny až po projednání a odsouhlasení technologického postupu kompetentním zástupcem zadavatele (např. stavební dozor). Schválení si může vyhradit odbor stavební ředitelství divize dopravní cesty.

### 20.3.2 Ražení tunelů

#### 20.3.2.1 Ražba pomocí NRTM - technologická třída výrubu

Pojem „technologická třída výrubu“ rozšiřuje pojem „třída výrubu“ uvedený v ČSN 73 7508. Při ražbě tunelu pomocí NRTM je ražený úsek v celé délce posouzen z geotechnického hlediska a je provedeno rozdělení do kvaziisotomenních celků. Ražba a způsob zajištění výrubu je v každém z celků jednoznačně popsána technologickou třídou výrubu. Definice technologických tříd výrubu musí být součástí projektu stavby a technologického postupu prací zhotovitele (viz např. §23 vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. ve znění pozdějších předpisů).

Technologická třída výrubu musí jednoznačně určit:

- způsob členění výrubu (vertikální, horizontální, počet dílčích výrubů apod.),
- maximální délku záběru v každém z dílčích výrubů,
- tloušťku primárního ostění, parametry betonu a výztuže (nárůst pevnosti betonu v čase, konečná pevnost betonu, velikost ok sítí, počet vrstev sítí, způsob osazování apod.),
- geometrické schéma systémového kotvení, typ, délku a požadovanou únosnost kotev, požadavky na předpínání kotev apod.,
- maximální přípustnou vzdálenost provádění systémového kotvení od čelby. Vzdálenost se udává se zpravidla počtem záběrů od čelby (příklad: Kotvení musí být provedeno nejpozději v druhém záběru od čelby). Pro případ přerušení ražby je nutno kromě vzdálenosti kotvení od čelby uvést i čas, kdy musí nejpozději dojít k provedení kotvení, aby nedošlo k dlouhodobému stavu bez dostatečného zajištění stability výrubu,
- způsob zajištění stability čelby (stříkaný beton, kotvení, čelbový klín apod.) včetně požadovaných parametrů prvků zajištění,
- maximální přípustnou vzdálenost čelby dílčích výrubů, resp. požadavek na uzavření profilu primárního ostění,
- opatření prováděná v předstihu pro zvýšení stability výrubu (jehlování, předhánění pažin, mikropilotový deštník, trysková injektáž, zmrazování, vakuování apod.),
- maximální a minimální rychlost ražby (s ohledem na předepsaný nárůst pevnosti v čase primárního ostění),
- předpokládanou velikost deformace výrubu, resp. primárního ostění,
- případná další opatření či omezení bezprostředně související s ražbou a zajištěním výrubu.

Technologická třída výrubu hraje významnou roli nejen pro vlastní provádění tunelu, ale má zásadní význam pro stanovení jeho ceny. Proto je třeba návrhu technologických tříd výrubu věnovat maximální pozornost a při návrhu zajištění výrubu využít všech dostupných podkladů a zkušeností. Na základě výsledků inženýrskogeologického (dále IG) průzkumu je provedena prognóza zastoupení technologických tříd výrubu

v rámci ražného úseku tunelu. Na základě prognózy technologických tříd výrubu je možno sestavit časový harmonogram prací, projekt geotechnických inženýringů a stanovit objem prací a materiálu jako podklad pro stanovení ceny běžného metru tunelu zajištěného podle technologické třídy výrubu.

Skutečná cena tunelu je pak závislá na přesnosti prognózy procentuelního zastoupení technologických tříd výrubu (porovnání předpokládaných a skutečně zastižných IG podmínek).

Při vlastní ražbě je možno na základě skutečně zastižných IG poměrů provádět změny nejen v procentuelním zastoupení tříd výrubu, ale i ve způsobu zajištění výrubu v rámci technologické třídy výrubu (úprava systému kotvení, jehlování apod.). Každá taková změna má dopad (pozitivní nebo negativní) do času výstavby a ceny tunelu. Proto musí být veškeré úpravy protokolárně zaznamenány do zábrových listů (viz příloha 1) a odsouhlaseny kompetentním zástupcem zadavatele (stavební dozor).

Zásady uvedené v tomto odstavci platí v přiměřeném rozsahu i pro ostatní tunely ražené cyklickou ražbou (např. metoda obvodového vrubu apod.)

### 20.3.2.2 Ostatní tunelovací metody

V případě tunelů ražených kontinuální ražbou (TBM) nebo štítováním (viz kapitola 20.1.3 Rozdělení tunelů) je technologický postup závislý na volbě konstrukce štítu, způsobu pažení čelby (bentonitové, zeminové štíty apod.) a mnoha dalších faktorech. Požadavky na technologický postup určuje dokumentace, resp. ZTKP.

## 20.3.3 Primární ostění tunelu

### 20.3.3.1 Všeobecně

Pod pojmem "primární ostění tunelu" je pro potřeby těchto TKP uvažován takový komplex opatření, která vedou k dočasnému zajištění stability výrubu při současném dodržení průběhu deformací výrubu pod předpokládanými mezními hodnotami. Mezi prvky primárního ostění patří:

- stříkaný beton,
- výztužné sítě,
- ocelové ramenníky,
- kotvy (svorníky),
- předháněné jehly, pažiny nebo mikropiloty,
- v předstihu prováděné zlepšování masivu (injektáž, trysková injektáž, vakuování, zmrazování apod.).

V rámci primárního ostění musí být jednotlivé prvky navrženy tak, aby způsob zajištění výrubu odpovídal předpokládaným (resp. skutečně zastiženým) inženýrskogeologickým poměrům, požadavkům na konstrukci primárního ostění jako celku a umožňoval ekonomické provádění podzemního díla za dodržení všech bezpečnostních opatření.

Plochy se silným přítokem vody určené pro nástřik nosné konstrukce primárního ostění musí být předem vhodně upraveny (např. předběžným těsnicím nástřikem, vybudováním organizovaného svodu apod.). Bez těchto opatření nesmí být nástřik ostění proveden.

Při statickém návrhu ostění je vhodné preferovat zvýšení tloušťky stříkaného betonu před zvyšováním množství výztuže. Případy navrhování ostění ze stříkaného betonu s tloušťkou nad 40 cm je třeba minimalizovat.

Napojování ostění ze stříkaného betonu je třeba omezit na místa nezbytně nutná a styky umístit pokud možno mimo oblasti namáhané ohybovými momenty.

Minimální tloušťka stříkaného betonu primárního ostění plnícího nosnou funkci je 10 cm.

Při vyztužení ostění dvěma vrstvami výztuže smí být druhá vrstva výztuže osazena až po zastříkání první vrstvy výztuže.

### 20.3.3.2 Nanášení stříkaného betonu suchým způsobem

Nanášení se má provádět po vrstvách rovnoměrnými pohyby, aniž by se přerušovala spojitost nanášení stříkaného betonu. Struktura betonu má být hutná, povrch uzavřený a má vykazovat pokud možno rovnoměrnou a plošně rovinnou skladbu.

Při velkých tloušťkách stříkaného betonu je nutno tyto nanášet ve dvou nebo více vrstvách, aby se zabránilo odpadávání čerstvého betonu. To platí zejména při nástřiku nad hlavou. Při větších časových přerušeních nástřiku jednotlivých vrstev a dílčích ploch pro dosažení požadované celkové tloušťky se musí stará vrstva stříkaného betonu očistit směsí stlačeného vzduchu a vody a případně navlhčit. Nástřik se provádí od spodu nahoru, aby se vyloučilo zastříkávání napadaného spadu u paty ostění.

S ohledem k přepravnímu výkonu a přepravní rychlosti je třeba udržovat odstup stříkací trysky od podkladu v závislosti na množství vzduchu ve vzdálenosti mezi 1 až max. 2 m. Úhel nástřiku, tj. úhel směru trysky k ploše nástřiku, má být pokud možno kolmý. Zúžení nebo překročení doporučeného odstupu trysky, případně šikmé odklonění trysky od podkladu nástřiku snižuje kvalitu stříkaného betonu a zvyšuje spad.

Správné dávkování pojiva nebo urychlovače, které je stanoveno průkaznými zkouškami, může být mírně přizpůsobeno místními poměry (stav podkladu nástřiku, vliv neztuhlání kolísání teploty, vlhkosti podkladu, četnosti a vydatnosti výronů vody apod.)

Při obzvláště nepříznivých podmínkách a za předpokladu časově omezeného nasazení (např. při silném výronu vody) může být nutné dodatečně přimíchání práškového urychlovače tuhnutí, které však musí být v souladu s ostatními použitými složkami receptury betonové směsi.

Vliv na množství vznikajícího spadu má:

- skladba směsi (velikost zrna, stavba zrn, dávkování pojiva a přísad),
- výstupní rychlost na trysce (množství dopravního vzduchu),
- tloušťka vrstvy stříkaného betonu,
- upevnění výztužných sítí k ramenátům či lici výrubu (rozkínutí sítě zvyšuje spad),
- vlastnosti podkladu,
- vedení stříkací trysky (vzdálenost a úhel vzhledem k podkladu),
- technologická kázeň při provádění nástřiku.

Neupravený spad a zbytky směsi při přerušení prací se nesmí pro stříkaný beton znovu použít.

Výztuž a zabudovávané ocelové prvky musí být dostatečně upevněny, aby při nástřiku nedocházelo k jejich rozvibrování. Při zastříkávání výztuže i systémových ocelových prvků jako např. ocelových oblouků, ocelových nosníků, pažicích plechů, trubek apod., nelze zcela vyloučit vznik stínů ve stříkání betonu. Odborným vedením trysky lze však tyto stíny podstatně omezit.

Pokud se má provést výztuž ve dvou vrstvách, smí se druhá vrstva výztuže osadit teprve tehdy, když je první vrstva výztuže zastříkána.

Při provádění stříkaného betonu po dílčích plochách, resp. při napojování na stávající konstrukce ze stříkaného betonu nebo na stávající ocelové prvky, je třeba dbát na odborné navázání na stávající plochy stříkaného betonu. Je třeba vyloučit plošné změny tloušťky u prováděného stříkaného betonu. Výztuž (sítě) musí být před stykováním přesahem očištěna od zbytků stříkaného betonu prováděného v předchozím kroku (záberu). Sítě mají být stykovány tak, aby se v místě styku jednotlivé pruty sítě překrývaly a nedocházelo ke zúžení velikosti oka.

Nízké teploty podkladních ploch nástřiku, především při zmražené hornině, zemině nebo ledu, vyžadují zvětšení tloušťky stříkaného betonu o 2 až 3 cm (nutno posoudit pro konkrétní způsob použití).

Zpracování stříkaného betonu při teplotě vzduchu a podkladu nižší než +5 °C vyžaduje doplňující opatření. Minimální teplota směsi se doporučuje +15 °C. Jako účinná opatření pro zajištění optimální teploty směsi se hodí ohřívání přídavné vody až do maxima 50 °C nebo zahřívání kameniva, resp. směsi.

Při zvýšené teplotě stříkaného betonu jsou potřebná zvláštní opatření při ošetřování.

Následné ošetření stříkaného betonu je potřebné jen tehdy, pokud jsou požadovány zvláštní vlastnosti (např. stříkaný beton pro trvalé konstrukční účely, pro opravy a zesilování konstrukcí, stříkaný beton v tenkých vrstvách) nebo se vyskytnou zvláštní okolnosti (silné vysušování). V takových případech se povrchy stříkaného betonu udržují vlhké přednostně nepřímo pomocí zavěšeného dostatečně máčeného krytu (např. tkaninou) nebo se dostatečně postříkují ošetřovacím prostředkem.

### 20.3.3.3 Nanášení stříkaného betonu mokrým způsobem

Nanášení betonu mokrým způsobem se provádí zpravidla pomocí dálkově řízeného stříkacího ramene (manipulátoru), protože v důsledku velké váhy hutného proudu dopravovaného čerstvého betonu a těžkého stříkacího vybavení (pistole) není ruční obsluha řízení trysky možná. Mechanická stříkací ramena umožňují při použití větších průměrů přívodů a strojů s vyšším výkonem případně vyšší výkony nanášení. Podmínkou je příprava dostatečně veliké souvislé plochy pro nástřik.

Odstup a směr trysky, jakož i rychlost přísunu směsi, mohou být optimalizovány operátorem pro jakýkoliv případ použití. Operátor trysky se pohybuje stranou od nástřikované plochy a tím mimo přímý prostor odráženého spadu a prachu. Zaujímá místo podle typu stroje v řídicím stanovišti na nosiči ramene nebo se volně pohybuje po dně výrubu s řídicím modulem. Tím je pro operátora zaručena vyšší pracovní hygiena a bezpečnost. Velký odstup s horším dohledem operátora na plochu nástřiku a vysoký výkon při nástřiku ztěžují provádění rovnoměrného povrchu a tloušťky stříkaného betonu. V nebezpečných podmínkách se tak ulehčuje provádění nástřiku pomocí inálo rizikového vedení trysky v místě nástřiku.

### 20.3.3.4 Vyztuž primárního ostění

Jako vyztuž primárního ostění se používají sítě s minimální velikostí oka  $\geq 100 \times 100$  mm (doporučeno 150 x 150 mm) o průměru prutů do 10 mm.

Sítě v místech přesahu musí být na sebe položeny tak, aby se jednotlivé pruty pokud možno kryly. Zametá se tak vytváření stínů ztenčením ok překrytí (v krajním případě až na polovinu jejich původních rozměrů).

Staticky nutné příločky z prutové vyztuže se ukládají pokud možno jen ke každému druhému podélnému nebo příčnému prutu sítě. Průměr prutů příloжек se zpravidla omezuje na max. 14 mm.

Pokud není stanoveno jinak, je minimální krytí vyztuže 20 mm. V případě výskytu agresivních vod se minimální krytí zvyšuje na 35 mm.

### 20.3.3.5 Kotvy a kotvení

Pod pojmem "kotva" se pro účely této kapitoly TKP rozumí i svorník.

Hlavní funkcí kotev v primárním ostění je přechodné nebo trvalé zvýšení stability výrubu. Kotvy mohou být prováděny jako předem předpínané nebo bez předpětí.

Podle způsobu provádění a upevnění kotvy v horninovém masivu rozeznáváme:

- Kotvy prováděné do zálivky (např. cementová zálivka, speciální druhy malt apod.). Jedná se o kotvy osazované do předem odvrtných a vodou nebo stlačeným vzduchem vyčištěných vrtů. Do vrtu je následně od jeho konce začerpána injektážní směs a do ní zatlačena kotva. Přenos sil mezi kotvou a horninou probíhá po celé délce zabudované části kotvy. Pro materiál kotev je zpravidla používána betonářská žebírková ocel příslušného průměru. Kotvy jsou na konci opatřeny závitem, kotevní deskou a matkou. Po zatvrdnutí zálivky je nutno dotáhnout matky tak, aby kotevní deska dosedala na líc primárního ostění (např. kontrola poklepem). Kotva je plně funkční po dosažení požadovaných parametrů zálivky.
- Obdobou kotev prováděných do zálivky jsou kotvy injektované od ústí vrtu. K tyči kotvy je po celé délce upevněna hadička, která při injektování odvádí vzduch z vrtu a signalizuje zaplnění vrtu injektážní směsí (směs vytéká z hadičky).
- Kotvy lepené. Používá se zpravidla dvousložkových lepidel aktivovaných vsazením kotvy do vrtu. Používají se zejména tam, kde např. přítoky vody nedovolují použití zálivky a je nutno kotvu co nejrychleji aktivovat. Kotva je plně funkční po dosažení požadovaných parametrů lepidla.

- Kotvy hydraulicky upínatelné. Principem je aktivace kotvy třením na plášti po hydraulickém rozepnutí profilu kotvy. Kotvy jsou vzhledem ke způsobu aktivace vhodné do pevnějších hornin. Kotva je plně funkční ihned po aktivaci ve vrtu. S časem může její únosnost klesat. V případě použití tohoto druhu kotev je zvláště nutné prokázat požadovanou únosnost kotvy po dobu předpokládaného využití v ostění. Vlivem dotvarování líce vrtu může dojít ke snížení plášťového tření a tím i únosnosti kotvy. Příkazní zkoušky je nutno provádět s časovým odstupem od osazení kotvy, který je závislý na geologických vlastnostech horninového masivu a který musí být určen v projektové dokumentaci, resp. v technologickém postupu prací.
- Kotvy samozavrtávací. Osazování kotev je prováděno se "ztracenou korunkou" a kotvy jsou používány zpravidla tam, kde je problematické udržet stabilitu líce vrtu. Injektáž je prováděna od vrtné korunky otvorem v tyči kotvy. Přenos sil je po celé délce zabudované části kotvy. Kotva je plně funkční po dosažení požadovaných parametrů injektážní směsi.
- Kotvy na principu mechanicky upínatelných svorníků. Zpravidla se jedná o kotevní tyč upevněnou v hornině v místě kořene a hlavy kotvy.

Použití jiných typů kotev je nutno projednat s kompetentním zástupcem zadavatele.

Kotvení se provádí buď jako systémové (plošné) kotvení ke zpevnění horniny a zlepšení jeho samonosnosti, nebo jako jednotlivé kotvení k bodovému (lokálnímu) zajištění částí horniny v místech s nebezpečím ztráty stability (např. v místech s nepříznivým sklonem vrstev, bloků apod.).

Druh, délka, profil, počet a rozmístění kotev po obvodu ostění (případně velikost předpětí) je v projektové dokumentaci dáno pro příslušnou technologickou třídu výrubu. Na základě skutečně zastižných inženýrskogeologických poměrů a výsledků geotechnických měření mohou být tyto parametry dále upraveny tak, aby navržený systém zajištění výrubu splňoval požadavky na ekonomické a bezpečné provádění ražby. Odsouhlasení odchylek od projektem předepsaného systému kotvení (počet, délka, typ, rozmístění kotev a pod.) je provedeno za účasti odpovědných zástupců zúčastněných stran a protokolárně zaznamenáno v záběrovém listu (viz příloha 1).

Vrty pro kotvy se uspořádají a provedou tak, aby okolní hornina byla co nejméně narušena a aby nebyla nepříznivě ovlivněna soudržnost mezi kotvou a stěnou vrtu. V horninovém prostředí citlivém na obsah vody (bobtnání a degradace horniny, snižování smykových parametrů v pulinách apod.) může být např. nevýhodné proplachování vrtu vodou.

Před osazením kotvy musí být vrt vyčištěn (stlačeným vzduchem, vodou apod.).

Hlavy kotev mohou být zastříkány do betonu primárního ostění nebo mohou být umístěny na jeho líci. Umístění kotev v primárního ostění určuje projekt a je součástí technologické třídy výrubu. Hlavy kotev nesmí být přestříkány dřív, než je provedeno přebrání kotev ze strany zadavatele, resp. než jsou provedeny případné zkoušky kotev.

Předpjaté kotvy se při stavbě tunelů používají jen ve zvláštních případech při velkém rozpětí výrubu (např. u tunelových rozpletí v místě odbočení). Před betonáží definitivního ostění se má předpětí předpjatých kotev, které jsou svou konstrukcí určeny jen k přechodnému použití, uvolnit, pokud tím nebude narušena stabilita díla.

Největší směrová odchylka v nejhlubším místě vrtu oproti žádané poloze nesmí být větší než 3 % délky vrtu.

#### 20.3.3.6 Ramenáty

Jako součást zajištění výrubu se používají příhradové nebo plnostěnné ramenáty. Volba typu ramenátu závisí na individuálních podmínkách konkrétní stavby, přičemž je při výběru typu nutno zohlednit následující kritéria:

- Zajištění výrubu je provedeno za použití stříkaného betonu nebo bez něho (pro technologii stříkaného betonu se lépe hodí ramenáty z příhradových nosníků, plnostěnné nosníky jsou zase vhodnější pro lhané pažení nebo jako ocelová výstroj bez nástřiku).
- Ražba v nestabilních materiálech s nutností okamžitého podepření líce výrubu (plnostěnné nosníky představují stabilnější zajištění než nosníky příhradové, které jsou plně využitelné až po zastříkání betonem).
- Konstrukční výška nosníků z hlediska teoretické nebo skutečné tloušťky stříkaného betonu (staticky srovnatelné plnostěnné nosníky mají obvykle nižší konstrukční výšku než nosníky příhradové).

- Těsnost z hlediska pronikání podzemní vody nebo ztráty vzduchu při ražení pod ochranou stlačeného vzduchu (příhradové nosníky dosahují lepší soudržnosti se stříkaným betonem a primární ostění má obvykle menší propustnost než při použití plnostěnných nosníků).
- Vytváření dutin (stínů) při nástřiku (v případě použití plnostěnných profilů je pravděpodobnost vzniku dutin a stínů větší, než při použití příhradových ramenátů.).
- Poddajnost v lokálně omezeném rozsahu s ohledem na přetvárnost primárního ostění (při osazování ramenátů vykazují příhradové nosníky větší schopnost přizpůsobit se případným nepřesnostem než nosníky plnostěnné).
- Hmotnost ramenátů z hlediska velikosti průřezu výrubu a možnosti jejich osazování během ražby (plnostěnné nosníky jsou těžší, než příhradové).
- Citlivost ramenátů na poškození (příhradové nosníky v nezastříkaném stavu se mohou snáze poškodit než nosníky plnostěnné).

Pro usnadnění montáže jsou ramenáty rozděleny na jednotlivé díly spojené ve styčnicích zpravidla šroubovými spoji. Spoje musí být dimenzovány tak, aby jejich únosnost nesnižovala celkovou únosnost rámu.

Při použití korytkové výztuže musí být ramenát osazen tak, aby bylo umožněno jeho dokonalé vyplnění stříkaným betonem (uzavřenou stranou směrem do hory).

Pokud je ramenát součástí primárního ostění ze stříkaného betonu, musí být při osazování dbáno na to, aby byl mezi ramenátem a lícem výrubu dostatečný prostor (doporučeno min. 50 mm) pro vyplnění betonem. Tak je dosaženo lepšího roznášení zatížení v ostění. Přímý kontakt ramenátu s obnaženým lícem výrubu je nežádoucí.

V konečném provedení musí být ramenáty plně zastříkány betonem. Tím je docíleno pevného kontaktu s horninovým masivem a je zamezeno jejich vybočení. Pokud je nutné minimalizovat sedání, je možno ramenáty "předepnout" proti lici výrubu pomocí lisů.

Při členění výrubu na jednotlivé dílčí výrubu jsou paty ramenát osazovány pokud možno na rostlou horninu. Pokud není možné tento požadavek dodržet, je nutné paty osadit na pevný podklad a zamezit posunu paty, který by vedl k nežádoucímu nárůstu deformací. Je zakázáno pro podložení pat ramenát používat volně sypanou rubaninu nebo jiný způsob nestabilního podepření.

Při ražbě dílčích profilů ve vyšších technologických třídách výrubu mají být v patě kaloty pod ramenáty osazeny podélné roznášecí prahy ze čtyřprutových příhradových nosníků nebo válcovaných profilů. U podélných roznášecích prahů se musí provést tytéž zkoušky materiálových vlastností jako u ramenátů.

## 20.3.4 Sekundární (definitivní) ostění tunelu

### 20.3.4.1 Všeobecně

Definitivní ostění se provádí:

- bez výztuže,
- s výztuží.

V obou případech může být provedena izolace.

Z hlediska zatížení ostění hydrostatickým tlakem je možné tunely rozdělit na tunely, které tvoří nepropustnou rouru (tlakové) a tunely s drenáží (beztlakové). Rozhodnutí, která varianta bude zvolena, závisí na těchto bodech:

- možnost volného odtoku podzemní vody, případně nutnost čerpání (náklady na stavbu a provoz čerpadla),
- předpokládaný přítok podzemní vody,
- očekávaný hydrostatický tlak,
- vliv stavby na okolí (snížení hladiny spodní vody apod.).

Definitivní ostění bez výztuže se zpravidla provádějí v tunelech bez možnosti zatížení hydrostatickým tlakem. Definitivní ostění s výztuží se zpravidla provádějí v tunelech pod hladinou podzemní vody a v tunelech v městském prostředí, přičemž u těchto tunelů (iněstské prostředí) se dává přednost vodotěsnému definitivnímu ostění. V případě tunelů s ostěním bez výztuže se definitivní ostění většinou vyztužuje pouze v portálových úsecích, resp. v hloubených úsecích tunelu se zpětnými zásypem (portálové úseky budované v otevřené stavební jámě).

#### 20.3.4.2 Dimenzování definitivního ostění

Dimenzování definitivního ostění ražené části tunelu je prováděno na základě výsledků geotechnických měření po stanovení skutečně působícího zatížení horninovým tlakem.

V kombinacích zatěžovacích stavů je třeba zohlednit i stav nerovnoměrného oteplení, jehož intenzita je závislá na vzdálenosti sledovaného úseku od portálu a ročním období. Hodnoty nerovnoměrného oteplení jsou uvedeny v tabulce 10.

TABULKA 10

| ZATÍŽENÍ DEFINITIVNÍHO OSTĚNÍ<br>ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ<br>NEROVNOMĚRNÝM OTEPLENÍM |                 |       |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------|
| Poloha v tunelu                                                                 | Poloha v ostění | Léto  | Zima |
|                                                                                 |                 | [°C]  | [°C] |
| Volně osluněný tunelový portál                                                  | vnější líc      | + 35  | -25  |
|                                                                                 | střednice       | +30   | -20  |
|                                                                                 | vnitřní líc     | +25   | -15  |
| Zakrytý tunel do 200 m od portálu                                               | vnější líc      | +15   | -5   |
|                                                                                 | střednice       | +20   | -10  |
|                                                                                 | vnitřní líc     | +25   | -15  |
| Zakrytý tunel od 200 m do 1000 m od portálu                                     | vnější líc      | +10   | +5   |
|                                                                                 | střednice       | +15   | 0    |
|                                                                                 | vnitřní líc     | +20   | -5   |
| Zakrytý tunel nad 1000 m od portálu                                             | vnější líc      | +10   | +5   |
|                                                                                 | střednice       | +12,5 | +2,5 |
|                                                                                 | vnitřní líc     | +15   | 0    |

#### 20.3.4.3 Minimální konstrukční požadavky na beton dna

Pro všechny typy dna platí, že rozmístění spár musí odpovídat rozmístění spár v betonu definitivního ostění klenby (průběžné spáry mezi bloky betonáže v konstrukci horní i spodní klenby tunelu). V konstrukci dna je možno provést další doplňková rozdělení.

Konstrukce spodní klenby nebo desky musí mít min. tloušťku 300 mm.

Pro min. výztuž a krytí výztuže betonem platí zásady uvedené v ČSN 73 12 01. V případě, že je ve dně tunelu navržena fóliová izolace chráněná vrstvou geotextilie, je minimální krytí výztuže na straně do horninového masivu 50 mm.

Pokud je požadováno vodotěsné definitivní ostění, platí pro beton dna stejné požadavky jako pro beton klenby.

#### 20.3.4.4 Minimální konstrukční požadavky na beton klenby

Minimální konstrukční požadavky podle tabulky 11 platí pro klenbu výše uvedených typů definitivního ostění. Platí pro ražené tunely s plochou výrubu 30 m<sup>2</sup> až 120 m<sup>2</sup>.

TABULKA 11

| Kritérium                                                                                                                       | Klenba                                                                                                                       |                       |                                                                                       |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                 | bez výztuže                                                                                                                  |                       | s výztuží                                                                             |                                                 | „vodotěsné definitivní ostění“                                                                                                                                                                                                                               |
| Izolace                                                                                                                         | bez                                                                                                                          | s                     | bez                                                                                   | s                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Min. tloušťka v mm; konvenční a strojní ražba                                                                                   | 200 <sup>1)</sup>                                                                                                            | 250 <sup>1)</sup>     | 300 <sup>1)</sup>                                                                     | 300 <sup>1)</sup>                               | 300 až 400 <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                     |
| Max. délka bloku <sup>3)</sup> v m                                                                                              | 12 <sup>4,5)</sup>                                                                                                           | 12 <sup>5)</sup>      | 12 <sup>5)</sup>                                                                      | 12 <sup>5)</sup>                                | 10 <sup>6)</sup>                                                                                                                                                                                                                                             |
| Min. doba odbednění <sup>7)</sup>                                                                                               | 8 h                                                                                                                          | 8 h                   | 8 h                                                                                   | 8 h                                             | 8 h <sup>8)</sup>                                                                                                                                                                                                                                            |
| Běžná doba odbednění                                                                                                            | 10 h                                                                                                                         | 10 h                  | 10 h                                                                                  | 10 h                                            | 12 h                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Omezení tvorby trhlin prostřednictvím:<br>separační vrstvy<br>(viz kap. 20.3.4.12<br>Separační vrstvy mezi ostěním a podkladem) | doporučeno<br>v portálových úsecích                                                                                          | obsaženo<br>v izolaci | doporučeno                                                                            | obsaženo<br>v izolaci                           | nezbytné                                                                                                                                                                                                                                                     |
| úpravy výztuže                                                                                                                  | -                                                                                                                            | -                     | min. výztuž<br>podle<br>příslušné<br>ČSN resp. na<br>základě<br>statického<br>výpočtu |                                                 | min. výztuž 1‰<br>beton. příč. profil<br>v podélném a<br>příčném směru na<br>vnitřní a vnější straně<br><br>důkaz omezení trhlin<br>pro vnitřní a vnější<br>stranu min. v příčném<br>směru<br><br>Vzdálenost (šířka)<br>trhlin<br><br>$W_k < 0,2 \text{ mm}$ |
| Spáry                                                                                                                           | pracovní spára pouze na rozhraní bloků betonáže nebo na rozhraní horní klenby a konstrukce dna tunelu (patky, deska, klenba) |                       |                                                                                       |                                                 | u pracovních a dilatačních spar mezi bloky betonáže jsou nezbytné spárové těsnicí pásy                                                                                                                                                                       |
| Povrchová rovnost podloží                                                                                                       | -                                                                                                                            | podle (7)             | dostatečná pro umístění dělicí vrstvy                                                 | podle (7)                                       | zvláštní opatření                                                                                                                                                                                                                                            |
| Minimální krycí vrstva betonu v mm                                                                                              | -                                                                                                                            | -                     | 40 mm na vnitřní a vnější straně                                                      | 40 mm na vnitřní straně, 30 mm na vnější straně | 40 mm na vnitřní a vnější straně                                                                                                                                                                                                                             |



## VYSVĚTLIVKY K TABULCE 11

- 1) Výčnělky horniny a hlavy kotev mohou zasahovat do profilu definitivního ostění, max 5 cm.
- 2) V případě centricky položeného spárového těsnicího pásu
- 3) Omezení délky bloku především z důvodu zamezení tvorby trhlin a zlepšení kvality betonu.
- 4) Výjimky např. u přívodních štol.
- 5) V úsecích blízko portálu a na místech se silným střídáním teploty (provozně-technicky podmíněným), např. šachty, se doporučuje přepnutí délky bloku prořiznutím nepravých spár
- 6) Na přechodu ke stavebnímu objektu s podstatně rozdílným deformačním chováním je nutno počítat s krátkými styčnými (připojovacími) bloky.
- 7) Pouze při využití příznivých předpokladů pro zamezení tvorby trhlin podle kapitoly 20.2.2.3 Zabránění vzniku trhlin a zvláštních opatření podle kapitoly 20.2.2.8 Beton vodotěsného definitivního ostění bez izolace.
- 8) Platí pouze při použití cementu bez  $C_3A$  (kvůli hydratačnímu teplu, ne kvůli odolnosti proti síranům).

Důkaz omezení trhlin není zpravidla třeba vést. U podzemních staveb určených pro účely skladování může být vyžadován důkaz omezení tvorby trhlin na vnitřní straně (do tunelu).

### 20.3.4.5 Vodotěsná definitivní ostění

Vodotěsná tunelová ostění jsou ve smyslu těchto TKP taková ostění, která splňují požadavky třídy vodotěsnosti 0 podle tabulky 11.

Pod pojmem vodotěsného definitivního ostění rozumíme vodonepropustný stavební prvek. Proto se u betonu požaduje nejenom odolnost vůči průsakům, ale i další technická, konstrukční (Tabulka 10) a stavebně-technická opatření (např. dělicí vrstvy) zamezující tvorbě trhlin a dutin, kterými může protékat voda. Opatření k zajištění vodotěsnosti ostění jsou uvedena v tabulce 12 v závislosti na velikosti hydrostatického tlaku.

Definitivní ostění se označují jako vodotěsná tehdy, pokud se na vnitřní straně vyskytnou pouze ojedinělá vlhká místa (např. vlhké skvrny, lokální zabarvení a lehké skvrny, které do 20 min. zaschnou). Intenzivnější dutiny, kterými se může pohybovat voda a které se nezatáhnu výluhem do stanovené doby, je třeba odstranit injektáží.

Výztuž ostění je nutno v realizační dokumentaci navrhovat ze sítí umístěných při obou površích. Staticky potřebná výztuž, přesahující rámec minimální nutné plochy výztuže pokryté výztuží ze sítí, se provádí formou jednotlivých prutů. Průměry prutů nad 20 mm by se neměly pokud možno používat. Aby byla zaručena bezchybná betonáž, musí mít oka výztuže velikost alespoň 100 mm (doporučeno 150 mm).

Pokud překročí skutečné krytí výztuže na vnější straně ostění 100 mm (např. z důvodu nadvýrubů nevyplněných stříkaným betonem do projektovaného tvaru vnitřního líce primárního ostění), je třeba použít některé z následujících opatření:

- v oblasti zvýšené tloušťky krycí vrstvy výztuže se dodatečně osadí konstrukční výztuž z betonářských sítí,
- projektovaná výztuž se lokálně přizpůsobí v poloze a v průřezu skutečnému tvaru vnějšího líce definitivního ostění (do horniny),
- nerovnosti líce primárního ostění se vyplní stříkaným betonem.

Plášť bednění, výztuhy a ztužení podporami se musí přizpůsobit daným požadavkům z hlediska přípustných napětí a deformací.

Prokluz v kloubech bednicích prvků, a bednicích vozů je třeba minimalizovat. V případě bednění kotevních otvorů pro tyče procházejících ostěním (např. u tunelů budovaných v otevřené stavební jámě) a zajišťujících stabilitu bednění musí být použity takové materiály trubek a systémy uzávěr (zátek), které vyloučí obtékání trubek vodou a zaručí trvalou vodotěsnost ostění.

Počet pracovních spár musí být co nejmenší. U příčných profilů výrubu do cca 50 m<sup>2</sup> se doporučuje použití kruhového bednicího vozu. Pracovní spáry musí být konstrukčně izolovány např. pomocí těsnicího spárového

páso. Mezi bloky betonáže se do dilatační spáry umístí k tomu určené těsnicí spárové pásy minimální šířky 300 mm. Spára může být provedena jako pracovní (která bude později injektována) nebo se stlačitelnou vložkou.

Na přechodu stavebních prvků s rozdílným deformačním chováním se stlačitelné spárové vložky použijí v každém případě.

#### 20.3.4.6 Stanovení času zahájení betonáže definitivního ostění

Definitivní ostění je možné betonovat bez doplňkových opatření až do rychlosti přetváření horninového masivu v hodnotě max. 4 mm za měsíc (podle výsledků sedání vrcholu klenby a/nebo konvergenčních měření). Výjimku tvoří tunely v bobtnavých horninách a tunely s velmi vysokým nadložím.

Okamžik uložení je závislý na rychlosti deformace okraje výrubu po osazení stabilizačních prostředků a na projektem předpokládané únosnosti definitivního ostění.

Toto neplatí pro tunely ražené v nesoudržitelných horninách s malým nadložím pod zástavbou, kde musí být definitivní ostění provedeno co nejdříve po razbě z důvodu zamezení nežádoucích deformací tunelového nadloží.

Doplňková opatření:

- zvýšení odporu výstroje,
- položení geotextilie, osazení prvků schopných deformace,
- konstrukční opatření (např. vyšší pevnost betonu).

#### 20.3.4.7 Pevnost při odbednění

Pevnost betonu, nezbytná ze statického hlediska pro odbednění, je závislá na velikosti výrubu, geometrii definitivního ostění a na jeho tloušťce a na zatížení působící na ostění v době odbednění.

Pro běžné tunelové profily s poloměrem v kalotě  $R \geq 6$  m je potřebná minimální výpočtová pevnost betonu v tlaku při odbednění v hodnotě 2 MPa. Pro příčné profily s tloušťkou ostění  $> 0,25$  m je tato pevnost dostačující i pro nadvýlom v rozsahu projektované tloušťky ostění.

Zvláštní statické důkazy jsou nezbytné v těchto případech:

- zvláštní příčné profily (např. niky, záchranné výklenky),
- větší poloměry oblouků konstrukce ostění,
- nepravidelné tloušťky ostění, např. v důsledku nedostatečně vyplněných nadvýlomů,
- jednostranná koncentrace zatížení, resp. vykomínování horniny v oblasti stropu, nadvýlomy většího úseku.

Zjištění pevnosti betonu v tlaku se provádí např. Schmidtovým kladívkem po odbednění čela bloku na čelní ploše, následně v místě bočních otvorů bednicího vozu (otvory pro betonáž a ponorné vibrátory) a v případě pozitivního výsledku v místě otvorů v prostoru kaloty.

#### 20.3.4.8 Betonáž - příprava podkladu

Opatření v případě přítoků podzemní vody

Před betonáží je třeba v každém případě odvést tekoucí nebo plošně odkapávající vodu, čímž se zamezí vymývání jemných částí a pojiv z betonu a vytvoření tlaku vody během ukládání betonu. Podle místa jsou prováděna tato opatření:

*Dno*

- osazení drenážních pásů, drenážních vrstev a vedení, např. drobný štěrk nebo mezerovitý drenážní beton (požadavky na mezerovitý drenážní beton viz TKP-17) apod. V případě použití mezerovitého drenážního betonu v kombinaci s drenážním potrubím je třeba učinit taková opatření, aby nedošlo k zanesení drenážního potrubí a otvorů (např. ochrana vrstvou geotextilie),
- přítékající voda musí být odvedena podélnou drenáží, stavební drenáží nebo odčerpáním.

#### *Kalota a opěří*

- dostatečně nadimenzované hadice a korýtka tvořící organizovaný svod prosakující podzemní vody,
- plošné odvodnění (fólie, geotextilie apod.),
- kompletní izolace.

Provádí-li se izolace objektu, může tato být současně požadovanou ochranou mladého betonu proti přítoku podzemní vody.

#### **Opatření pro úpravu podkladu**

Před uložením betonu je třeba odpovídajícím způsobem připravit povrch jak kaloty, tak i opěří a dna tunelu.

#### *Kalota a opěří*

Podklad (povrch stříkaného betonu nebo horniny) se musí vyčistit, je třeba z něj odstranit volné částičky.

Pomocí příslušných opatření je třeba zamezit vtékání cementových výluhů do drenáží a filtračních těles.

#### *Dno*

V případě betonáže konstrukce dna přímo na horninu musí být odstraněny volné úlomky materiálu z povrchu horniny. K očištění spáry se použije stlačený vzduch, resp. – dovoluje-li to povrch horniny, směs voda / vzduch (pouze pokud nehrozí rozbrzdění či jiná degradace základové spáry).

U založení na nesoudržném materiálu se dno zhotoví podle projektovaného tvaru profilu. Plocha se v případě potřeby vysuší, rozmnožené oblasti se vyvinou a materiál v podloží se odpovídajícím způsobem zhutní.

V případě vyztužené konstrukce dna tunelu se zhotoví podkladní vrstva vyrovnávacího betonu.

#### **20.3.4.9 Betonáž - příprava styčných ploch - pracovní spáry**

Pracovní spáry jsou spáry podmíněné prováděním s nebo bez schopnosti přenášet síly. Obecně je třeba všechny pracovní spáry před betonáží vyčistit (vzduchem, vodou, směsí vzduch / voda).

U vodotěsných ostění je nutné zajistit takový technologický postup, který zajistí plynulou betonáž bloku bez možnosti vytvoření pracovních spár. Pracovní spáry mezi jednotlivými bloky betonáže a pracovní spáry na styku dno/klenba je případně nutno těsnit těsnicími pásy (viz tabulka 12).

V případě komplikací při provádění pracovních spár (např. u tunelových rozpletů a křížení) a v případě vysokých požadavků na přenášení sil je možné využít injektáže kontaktních ploch.

#### **20.3.4.10 Betonáž - příprava styčných ploch - dilatační spáry**

Dilatační spáry jsou konstrukční spáry s nebo bez měkké vložky.

Jsou-li dilatační spáry zhotoveny jako spáry nepravé, tvoří hloubka řezu min. 1/3 teoretické tloušťky stavebního prvku. Spáry se musí vyříznout včas, aby nedošlo k předčasné tvorbě trhlin v důsledku drcení betonu. Beton musí být dostatečně ztvrdlý, aby byly plochy řezu čisté.

Bedněné dilatační spáry se zásadně čistí jako lícni plocha. Používají-li se spárové vložky (desky z pěnové hmoty, desky z inékových vláken, z minerální vlny), pokládají se (případně lepí) celoplošně.

U definitivního ostění s výztuží musí profil vložené lišty zaručovat požadované krytí výztuže (např. trojhranná lišta).

#### **Těsnicí spárové pásy a pásy s narůstáním objemu**

Pro těsnicí spárové pásy se používají materiály: PVC, PE, SBR (elastomer) a kombinace kovu a elastomeru.

Pro výběr materiálu jsou rozhodující požadavky týkající se zpracování, napojení na izolační pásy, tažnost, chemická odolnost a chování při stárnutí.

Šířka těsnicího spárového pásu závisí na tlaku vody a očekávaném protažení. Minimální šířka pásu je 300 mm, minimální tloušťka v oblasti dilatace je 5 mm. Poloha těsnicích spárových pásů musí být zakreslena do výkresu tvaru příslušného bloku betonáže.

Za zvláštních požadavků (vysoký tlak vody) je vhodné zhotovit 2 těsnicí úrovně v jedné spáře, např. kombinace „vnitřní těsnicí spárový pás“ a pás s nárůstem objemu.

Těsnicí pásy musí být zafixovány v jejich plánované poloze tak, aby při ukládání betonu nemohlo dojít k jejich posunutí. Na upevnění se používají pomocné prostředky dodané výrobcem, resp. se respektují speciální předpisy pro osazení. Těsnicí pásy je třeba před betonáží následujícího bloku vyčistit. V místech, kde není možné zaručit dokonalé obetonování těsnicího pásu musí být použito dodatečného zainjektování pásu tak, aby nemohlo dojít k jeho obtékání vodou.

Bednění a spoje, především v oblasti těsnicích pásů, musí být tak těsné, aby se tak zamezilo vytékání cementových kalů a tím i vzniku trhlin.

#### **Vnější těsnicí spárové pásy**

Vnější těsnicí spárové pásy musí doléhat na bednění, podkladní vyrovnávací beton, izolaci, na plochy stříkaného betonu a na ostatní úložné plochy celou plochou, co možná nejvíce rovně. Především v oblasti dna je třeba dbát na čistotu kotevních prvků těsnicích pásů.

V případě nepravidelných profilů výrubu je nebezpečí, že především dutiny v oblasti stropu nebudou zcela zaplněny, čímž ztratí vnější těsnicí pás v důsledku chybějícího zalití svoji účinnost. Za těchto podmínek je lepší použít vnitřní těsnicí spárový pás. Je-li ovšem použití vnějšího těsnicího pásu nutné (úskokové svaření s přepážkami z izolačních fólií), je třeba počítat s možností dodatečného zaplnění dutin (např. těsnicí pás s injektážní hadicí).

#### **Vnitřní spárové těsnicí pásy**

V případě prostého betonu (např. dno) se těsnicí spárový pás zajistí pomocnou konstrukcí. Doporučujeme osadit doplňkové injektážní hadice, které mají tu výhodu, že je i později možné injektáží odstranit netěsnosti. Vzhledem k tomu, že upevnění pásu do prostého betonu vyžaduje určitá opatření navíc, je vhodné použít těsnicí pásy s nárůstem objemu.

#### **Těsnicí pásy s nárůstem objemu (rozpínavé)**

Těsnicí pásy s nárůstem objemu působí vodotěsně díky zvětšení objemu, ke kterému dochází chemickým vázáním vody.

Těsnicí pásy s nárůstem objemu musí sestávat z takových materiálů, které vykazují dostatečně reverzibilní bobtnání (faktor bobtnání účinného těsnicího materiálu min. 200 %), odpovídající dobu bobtnání a dostatečnou stabilitu při vyšším tlaku vody nebo při větších pohybech spáry.

Jako vhodná se osvědčila kombinace neoprénového tělesa (jádro) a vnějšího pláště z bobtnavého těsnicího materiálu. Tvarem neoprénového tělesa je možné určit směr bobtnání, takže tlak působí na boky a ne směrem ze spáry. Roztažnost celkového profilu udává výrobce v mm.

Bobtnání musí být reverzibilní a nezávislé na chemickém složení kontaktní vody. Při jiných namáháních spáry předkládá výrobce zvláštní důkaz těsnicího účinku a chemické odolnosti. Součást, která reaguje s vodou, se nesmí vypláchnout, ani nesmí předávat do vody škodlivé látky. Je třeba zohlednit, že proces bobtnání vyžaduje určitou dobu a těsnicí účinek není tedy okamžitý.

Betonové úložné plochy pro těsnicí pásy s nárůstem objemu musí být rovné a bez trhlin. Těsnicí pás s nárůstem objemu se pokládá přesně podle návodu výrobce. Výhodné je pokládání do drážky, což zaručuje lepší fixaci polohy.

#### **20.3.4.11 Betonáž - hutnění**

Hutnění betonu musí být prováděno vysokovýkonným vnitřním nebo příložným vibrátorem. Příložné vibrátory musí být umístěny co nejrovnoměrněji v závislosti na konstrukci bednicího vozu, přičemž se předpokládá 1 vibrátor na 3 až 4 m<sup>2</sup> pláště bednění.

Vibrátory musí být dimenzovány tak, aby byl beton dokonale zhutněn v plánované tloušťce. Hloubka působení vibrátoru dosahuje 40 cm až max. 50 cm. Při vibrování se uvádí do provozu příložený vibrátor v oblasti aktuální výšky hladiny betonu v bednění.

#### 20.3.4.12 Separační vrstvy mezi ostěním a podkladem

Pod pojmem „separační vrstvy mezi podkladem a betonem“ rozumíme dělicí vrstvy, plošné drenáže a izolace.

##### **Technika pokládky a upevnění**

Jednotlivé pásy dělicích vrstev musí být položeny s takovým přesahem, aby mohla voda z horninového masivu za nimi volně odtékat a nedostala se k čerstvému betonu. Při silnějším přítoku se použije odvedení vody pomocí hadic, což zamezí tvorbě vodních vaků za dělicí vrstvou. Okraje jednotlivých pásů musí být slepeny nebo musí přesahovat, aby se zabránilo vniknutí betonu mezi dělicí vrstvu a horninu, resp. ostění ze stříkaného betonu.

Upevnění musí být takové, aby se dělicí vrstva nemohla během betonáže posunout. Upevňovací materiál nesmí dělicí vrstvu protrhnout. Na upevnění se zpravidla používají speciální hřeby.

##### **Dělicí vrstvy**

Pomocí dělicích vrstev se snižuje soudržnost a zazubení mezi výstrojí výrubu a horninou, resp. ostěním ze stříkaného betonu. Používají se hlavně ve spojení s definitivním ostěním bez izolace. Napětí vznikající v ostění v průběhu procesu tvrdnutí a s tím vlivem omezené deformace spojená tvorba trhlin je použitím dělicí vrstvy redukována. Zpravidla se používají tenké umělohmotné fólie zesílené mřížkou nebo geotextilií.

##### **Plošné drenáže**

Plošné drenáže umožňují odtok (s nízkou hodnotou odporu) plošně přitékající vody z horninového masivu do tunelové drenáže. Zpravidla se používají strukturované plastové profilované desky, speciální geotextilie nebo drenážní prvky.

##### **Izolace**

Osazením fóliové izolace se má trvale zabránit vnikání vody do dutiny.

#### 20.3.4.13 Bednění - všeobecně

Bednicí prvky jsou v normálním případě v půdorysu při délkách bloků do 12 m příčné, z čehož vyplývá polygonální průběh oblouku. Je třeba dbát na dodržení přípustných geometrických tolerancí.

Bednicí systémy musí mít takové konstrukční řešení, aby dynamická namáhání v důsledku působení příložného vibrátoru, hydrostatický tlak čerstvého betonu a hydraulický tlak čerpaného betonu při ukončování betonáže v oblasti vrcholu klenby nezpůsobovaly nepřipustné deformace bednění nebo jeho čela.

#### 20.3.4.14 Bednění - separační prostředky

Separační prostředky je zásadně třeba sladit s použitým materiálem bednění a musí být ekologicky nezávadné. Přednostně se používají separační prostředky s chemicko-fyzikálním účinkem. Voskové roztoky a pasty mohou vytvořit obzvláště dobře přilnavý odolný separační film, který je nezbytný, pokud bednění dlouho stojí a při pokládce výztuže je silně namáháno. Velmi důležitá je tenká rovnoměrná vrstva na dobře vyčištěném ocelovém bednění. Separační prostředky musí obsahovat antikoroziní přísady (inhibitory).

Použitý separační prostředek musí být sladěn s eventuelními dodatečnými nátěry či vrstvami ostění.

Každý separační prostředek musí být jasně, trvale a jednoznačně označen. Pokud je přípustné ředění, uvede se, čím je možné ředění provádět a v jakém rozsahu. Na etiketě musí být v heslech uvedeno:

- přiměřený způsob zpracování,
- přiměřené nanášené množství,
- účinek při předávkování,
- pokyny pro odstranění zbytků separačních prostředků z povrchu betonu,
- hořlavost (třída nebezpečnosti) a množství a podmínky uložení.

Dále je třeba označit nebezpečné pracovní materiály.

Při každé dodávce musí být uvedeno:

- číslo šarže,
- rok a měsíc výroby,
- přípustná doba skladování.

#### 20.3.4.15 Výztuž - definitivní ostění s izolací

V definitivním ostění s izolací se zpravidla výztuž nenavrhuje. Pokud je výztuž nezbytná ze statických důvodů, přicházejí v úvahu v souladu se stavem výrubu a plánovaným průběhem výstavby následující provedení:

- samonosná výztuž,
- výztuž položena na bednění.

Uchycení výztuže pomocí konstrukcí procházejících izolačními vrstvami je nepřipustné.

#### 20.3.4.16 Výztuž - definitivní ostění bez izolace

U definitivního ostění **bez izolace** je stabilitu výztuže možno zajistit montážními háky a kotvami upevňnými přímo do horninového masivu

Plánovaná poloha výztuže musí být zajištěna vhodnými opatřeními, která budou omezovat ukládání betonu v co nejmenší míře (potřebná výměna výztuže v prostoru plnicích a vibračních otvorů). Vzdálenost mezi vrstvami výztuže zajistí distanční železa, která je možno připravit např. z betonářských sítí.

Předohýbané výztužné sítě a distanční železa se dimenzují na plánovanou tloušťku definitivního ostění (s ohledem na výrobní tolerance).

Vnitřní betonová krycí vrstva se zajistí vhodnými distančníky (např. trojhranné lišty z betonu min. přes dva pruty výztužné sítě, min. 1 kus na m<sup>2</sup>). Spoje musí být vyřešeny tak, aby při osazení bednění (resp. bednicího vozu) nedošlo k poškození distančníků.

Spoje výztužné sítě se umístí tak, aby se vyloučila možnost překrytí 4 vrstev sítě (překážka pro uložení betonu).

#### 20.3.4.17 Odbednění a ošetřování betonu

Okamžik odbednění se vztahuje na vnitřní bednění betonu klenby. Bednění čela se běžně odnímá po 8 hodinách a zjišťuje se vývoj pevnosti v tlaku pomocí nedestruktivních metod (např. Schmidtovým kladívkem).

Aby se zamezilo poškození hran, zůstávají zpravidla vestavby (především záchranné výklenky, niky apod.) po odstranění vnitřního bednění obedněné délce. Totéž se týká spár na obvodu ostění mezi bloky betonáže (pokud nejsou profily pevně spojeny s bedněním).

Běžné ošetření betonu definitivního ostění se zpravidla provádí tekutými prostředky. Tyto prostředky se nanášejí co nejrychleji, po celé ploše, v dostatečném množství, například postříkem. V každém případě je třeba dbát na to, aby nedošlo k ovlivnění adheze později nanášených nátěrů nebo vrstev. Aby se zamezilo příliš silnému ochlazení a vysušení, je třeba přijmout taková opatření, která zamezí příliš silnému proudění vzduchu. (např. uzavření portálu „závěsem“). Od ošetření se může upustit, pokud je relativně vysoká vlhkost vzduchu větší než 90% a nízká rychlost jeho proudění (posoudí se dle konkrétních podmínek na stavbě).

Při nedodržení normální doby odbednění je třeba zajistit provedení takových opatření, které zaručí ochranu betonu ihned po odbednění min. na 3 dny proti příliš rychlému ochlazení a min. 7 dnů proti vyschnutí. Tato opatření zajistí v podmínkách stavby dostatečné zatvrdnutí povrchových oblastí a zamezí tvorbě trhlin.

#### 20.3.4.18 Požadavky na povrch definitivního ostění - opravy

Povrch betonu definitivního ostění musí svou povrchovou rovností odpovídat požadavkům na povrchy z pohledového betonu.

Na bocích, pod skloněnými plochami ostění jsou póry do průměru 20 mm (u ostění s výztuží), resp. 25 mm (u ostění bez výztuže) prakticky nevyhnutelné a neškodné. U definitivního ostění s výztuží nesmí hloubka porů překročit hodnotu 10 mm. V případě zvláštních požadavků na povrch betonu, např. architektonické ztvárnění, odolnost proti mrazu apod., musí být přijata zvláštní opatření, (např. drenážní geotextilie, nátěry).

Drobná vadná místa, která nemají vliv na použitelnost, není nutné sanovat. Pro nařízení opravných opatření platí, že povrchové stažení betonu, např. broušením, je vždy lepší – trvanlivější, než tenká vrstva malty. To platí především pro mělká, plošná vadná místa.

Obnovu hlubších, plochých vadných míst je nutno provádět stříkáním.

Příběžné trhliny větší než 0,3 mm (definitivní ostění s výztuží) se musí zaplnit vhodnou injektáží schopnou přenosu sil v ostění.

V případě definitivního ostění bez výztuže nemusí být vadná místa vyplněna, pokud bude prokázána únosnost ostění a pokud se nebude jednat o místa se zvýšenými nároky na pohledový beton (např. portály apod.).

### **Ochrana povrchu**

Doplňková ochranná opatření povrchu betonu definitivního ostění – impregnace, pečetení, nátěry nebo nanášení určitých vrstev. Ochranná opatření jsou doporučena zejména u portálů s ohledem na zlepšení odolnosti proti mrazu. Opatření jsou stanovena projektovou dokumentací.

### **Zaplnění dutin v oblasti stropu**

Po dostatečném zatvrdnutí betonu klenby se dutiny vzniklé v oblasti vrcholu klenby zaplní pomocí injektážních trubek stabilní pojivovou suspenzí pod nízkým tlakem (cca 0,1 až 0,2 MPa). Úplné zaplnění se kontroluje vytrysknutím malty z nejbližší ležících trubek, které se po vytrysknutí směsí uzavřou. Výplňová injektáž se provádí nejdříve po 56 dnech od uložení betonu. Injektážní trubky jsou vkládány do bednění a zabetonovány. Polohu a počet injektážních trubek určí dokumentace, bednění vůz musí být upraven tak, aby umožnil osazení trubek do ostění.

Jako alternativní řešení v úsecích s izolací může být zaplnění provedeno speciálně pro tento účel vyrobenou a osazenou hadicí, s připojovacím hrdlem na konci úseku.

#### **20.3.4.19 Definitivní ostění ze stříkaného betonu**

Jednoplášťové definitivní ostění lze definovat tak, že všechny statické a konstrukční požadavky splňuje jediné ostění. Toto ostění se může zřídit v jednom nebo ve více krocích (vrstvách).

Konstrukce jednoplášťového ostění musí splňovat požadavky zajišťování výrubu v průběhu ražení tunelu i požadavky na definitivní ostění při provozu v tunelu. Pokud má být plášť ze stříkaného betonu zajišťující výrub v pozdějším pracovním kroku zesílen další vrstvou stříkaného betonu nebo bedněným monolitickým betonem, musí být provedeno silové i tvarové spřažení tak, aby byla zabezpečena staticky účinná spřažená konstrukce.

Při jednoplášťovém ostění za výhradního použití stříkaného betonu nelze zcela vyloučit průsaky vody trhlínami, pracovními spárami a vadnými místy, a proto se toto ostění používá výhradně pouze v prostorách, ve kterých nejsou žádné nebo jen mírné průsaky vody a působí nízký hydrostatický tlak.

Zásadně před rozhodnutím o použití stavby jednoplášťového ostění v místech s výrony vody je třeba vyhodnotit přípustné průsaky vody ostěním a uvážit možnosti opatření pro odvedení vod a následného dotěsnění.

Aby se při použití jednoplášťového ostění minimalizovalo tvoření trhlín a umožnilo se mírné, rovnoměrné vyztužení, je hlavním předpokladem co možná nejmenší ohybové zatížení pláště. To vyžaduje odpovídající tvar tunelového průřezu a staticky příznivé působení zatížení (symetrické zatížení) a předpokládá i odpovídající geologické poměry.

### **20.3.5 Dílcová ostění**

Dílcové ostění musí být navrženo a staticky doloženo v dokumentaci. Montované tunelové ostění se provádí podle předem schváleného technologického předpisu stavebním dozorem.

Způsob přebírání a zkoušení dílců se stanoví v zhotovitelem předložených technických podmínkách pro výrobu, kontrolu a přebírání dílců ostění, přičemž je nutné vycházet z ČSN 73 1321, ČSN 73 2011 a ČSN 73 2031.

Díly tunelového ostění musí být osazovány v tunelu strojními ukladači, rovnoměrně z obou stran až k závěrovému dílu.

Aktivace montovaného ostění vyplněním prostoru za rubem obozdivky musí být provedena ihned po smontování prstence ostění. Materiál pro výplň určuje dokumentace.

Utěsnění tunelového ostění z dílců proti podzemní vodě se musí provést utěsněním styčných, ložných spár a šroubových otvorů způsobem předepsaným v dokumentaci a v technologickém předpisu zhotovitele.

### 20.3.6 Zděná ostění

U zděných tunelových ostění kamenné zdivo zůstává režné (neomítnuté). Pro klenby, u nichž se kámen klade při zdění na bednění, musí být líc kamene opracován špicováním.

Nepřipouští se spárování zatřením. Nová maltová výplň spár musí zcela vyplňovat prostor spáry a nesmí přesahovat přes líc zdiva.

U ložných spár musí být výplň 10 mm pod úrovní líce zdiva.

Pokud při opravách předepisuje dokumentace použití betonových tvárnic, zejména při výměně části zdiva nebo celých tunelových pasů, tvárnice z betonu musí být minimálně z betonu C12/15. Pevnost betonových tvárnic v tlaku je nejméně 35 MPa. Tvar betonových tvárnic se určuje v dokumentaci kamenořezei příslušné části ostění.

### 20.3.7 Portály, galerie a předportálová křídla

Portály a galerie se provádějí podle typu konstrukce a druhu prací - zemní práce, zvláštní zakládání, tunelové, mostní, pozemní konstrukce na základě dokumentace. Platí pro ně kapitoly 3, 17, 18, 22, 24 TKP.

Na elektrizovaných tratích se portály tunelů opatřují ochrannými zařízeními ve smyslu ČSN 73 6223.

Lícni plochy portálové zdi a portálového věnce se vyžadují hladké. Postup při betonáži zejména portálového věnce je nutné provádět tak, aby pracovní spáry byly umístěny do falešných spár portálového věnce.

U zděných konstrukcí je nutné zachovat jednobarevnost použitého kamene, směr a tloušťku spár a výšku vrstev zdiva.

Příkopy za tunelovými portály, korunami křídel a náhorní příkopy tunelu se provedou podle dokumentace s ohledem na velikost povodí a také s ohledem na nebezpečí zanášení přikopů zvětrávající horninou.

V případě zachytne funkce přikopů za korunami portálové i předportálových zdí předepisuje dokumentace na zdech zařízení zábran potřebné inohutnosti a rozměrů.

### 20.3.8 Ochrana proti pronikání podzemní vody do tunelu

#### 20.3.8.1 Všeobecně

Navržený systém ochrany proti pronikání podzemní vody do tunelu dlouhodobě zabráňuje negativním účinkům působení podzemní vody na konstrukci a vybavení tunelu (agresivní voda, průsaky, námraza apod.). Jedná se o komplex opatření, která je třeba provést, aby bylo dosaženo požadovaných parametrů vodotěsnosti tunelu (konstrukce z betonu odolného proti průsakům, izolační pásy, těsnicí pásy ve spárách betonáže, drenážní systém apod.).

Při volbě opatření k utěsnění železničních tunelů musí být zohledněno:

- geologické podmínky dané lokality,
- očekávané namáhání tunelové stavby,
- chemické působení podzemní vody,
- způsob ražby tunelu a technologický postup výstavby,
- očekávané deformace ostění,



- rozdíly sedání a ostatní relativní pohyby sousedních částí konstrukce tunelu,
- požadavek na vodotěsnost v závislosti na užití tunelu,
- požadavky vodního hospodářství (snižování hladiny spodní vody, odtok vody z tunelu apod.).

Vodotěsnost tunelu se stanovuje podle tabulky 12.

TABULKA 12

| Třída vodotěsnosti                                               | 0 | A | B | C  |
|------------------------------------------------------------------|---|---|---|----|
| Množství vody $q$ [litr/den/m <sup>2</sup> ] prosakující ostěním | 0 | 1 | 3 | 10 |

V případě novostaveb tunelů je vždy požadována třída vodotěsnosti 0 (tj. tunel je nutno navrhovat tak, aby byly vyloučeny jakékoli průsaky ostěním). Průsaky jsou (kromě nebezpečí vzniku námraz) při střídání mrazu a tepla zdrojem poruch ostění.

Třídy vodotěsnosti A až C slouží pro zařazení stávajících tunelů.

Volba systému závisí na druhu působení podzemní vody (tlaková nebo prosakující), agresivitě prostředí a na velikosti hydrostatického tlaku působícího na ostění tunelu (viz tabulka 13).

TABULKA 13

| NÁVRH SYSTÉMU OCHRANY PROTI PRONIKÁNÍ VODY DO TUNELU |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      | PROSAKUJÍCÍ VODA<br>(ustálená hladina pod úrovní dna tunelu)                                                                                        | TLAKOVÁ VODA                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                               |
|                                                      |                                                                                                                                                     | Do 30 m vodního sloupce                                                                                                                                                                                           | Do 60 m vodního sloupce                                                                                                                                         | Více než 60 m vodního sloupce                                                                                                                                 |
| Nízká agresivita prostředí                           | Beton odolný proti průsakům v kombinaci s těsnicími pásy ve spárách <b>nebo</b> jedna vrstva izolační fólie v horní klenbě tunelu (systém deštníku) | Beton odolný proti průsakům v kombinaci s těsnicími pásy ve spárách <b>nebo</b> jedna vrstva izolační fólie po celém obvodu tunelu. Izolace je v podélném směru rozdělena na vodotěsné na sobě nezávislé sektory. | Beton odolný proti průsakům a jedna vrstva izolační fólie po celém obvodu tunelu. Izolace je v podélném směru rozdělena na vodotěsné na sobě nezávislé sektory. | Beton odolný proti průsakům a dvě vrstvy izolační fólie po celém obvodu tunelu. Izolace je v podélném směru rozdělena na vodotěsné na sobě nezávislé sektory. |
| Vysoká agresivita prostředí                          | Jedna vrstva izolační fólie po celém obvodu tunelu.                                                                                                 | Beton odolný proti průsakům a jedna vrstva izolační fólie po celém obvodu tunelu. Izolace je v podélném směru rozdělena na vodotěsné na sobě nezávislé sektory.                                                   | Beton odolný proti průsakům a dvě vrstvy izolační fólie po celém obvodu tunelu. Izolace je v podélném směru rozdělena na vodotěsné na sobě nezávislé sektory.   |                                                                                                                                                               |

#### 20.3.8.2 Požadavky na provádění izolací

Pro provádění izolací vypracuje dodavatel technologický postup, který musí být před započtím prací odsouhlasen odborem stavebním ředitelství divize dopravní cesty.

Izolace musí být osazována tak, aby bylo před betonáží definitivního ostění umožněno její přezkoušení a případné opravy. Jedná se zejména o oblast vrcholu klenby v případě, kdy je podklad izolace nerovný (např. vlivem nadvýrubů). Izolační fólie se pokládá tak, aby signální vrstva byla vždy na vzdušné straně.

Izolační fólie musí být ze strany horniny chráněna v celé ploše vrstvou geotextilie. Vzdušná strana izolace vyžaduje ochranu zpravidla pouze v oblasti dna. Ochranu je možno provést například vrstvou betonu tloušťky min. 70 mm vyztuženou jednou vrstvou sítě nebo vrstvou ochranné fólie (např. geotextilie) s rovnocenným účinkem.

Minimální tloušťka fólie je závislá na způsobu odvodnění tunelu. Pokud je tunel situován nad hladinou spodní vody, systém izolace funguje na principu "deštníku" a průlinová voda je sváděna do tunelové drenáže; je minimální tloušťka fólie 2 mm. V případě, že je izolace navržena proti tlakové vodě, je tloušťka fólie 3 mm. Tloušťka fólie větší než 3 mm se nedoporučuje vzhledem k obtížnosti montáže a zvýšení rizika chyb. Výjimku tvoří fólie pokládané v oblasti dna tunelu při dostatečně plochém tvaru spodní klenby.

Izolační fólie i ochranné vrstvy musí být pokládány kolmo k ose tunelu. Ve dně inohou být pokládány rovnoběžně s tunelovou osou.

Přesahy jednotlivých pásů izolační fólie a pásů ochranných fólií (geotextilií) musí být vždy minimálně 50 mm.

Při osazování izolačních pásů je třeba vzít v úvahu nerovnoměrnost tvaru podkladu a fólii pokládat tak, aby po dotlačení k povrchu podkladu při betonáží definitivního ostění nebyla namáhána tahem (resp. bylo toto namáhání omezeno na minimum).

Izolační fólie je k podkladu připevňována prostřednictvím vhodných upevňovacích prvků, které jsou v předstihu nainstalovány na lic podkladu. Upevňovací prvky musí být osazeny tak, aby nemohly způsobit proražení nebo jiné poškození izolační fólie. Mezi hlavou hřebíku a upevňovacím prvkem musí být umístěny kovové podložky průměru min. 20 mm a tloušťky min. 1 mm. Tím je zajištěno, aby při nastřelování hřebíků nebyl upevňovací prvek proražen. Podložka a hlavička hřebíku musí být do konstrukce prvku zapuštěna o min. 4 mm.

Izolační fólie je k upevňovacím prvkům tepelně přivařena. Spoj mezi fólií a upevňovacím prvkem musí prokázat menší pevnost na odtržení než je pevnost fólie. Tím je zaručeno, že při namáhání spoje nedojde k poškození fólie, ale pouze k jejímu odtržení od upevňovacího prvku.

Před instalací izolační fólie je nutno zkontrolovat kvalitu osazení upevňovacích prvků, prvky nedostatečně upevněné do podkladní vrstvy odstranit a nahradit jinými.

Množství použitých upevňovacích prvků je závislé na velikosti a tvaru výrubu, poloze (vrchol klenby, opěří, dno) a použitím izolačního materiálu. Orientačně je možno počítat s 2 až 3 ks/m<sup>2</sup> v oblasti horní klenby, 1 ks/m<sup>2</sup> v oblasti opěří a 0 až 0,5 ks/m<sup>2</sup> v oblasti dna.

Jednotlivé pásy izolační fólie jsou svařovány dvojitém svarem se středním kanálkem. Minimální šířka jednotlivých svarů je 15 mm, šířka kanálku se pohybuje podle druhu materiálu od 10 do 20 mm.

Spojením tří pásů v jednom místě vznikají T-spoje (např. napojení podélně pokládaných pásů ve dně tunelu na příčně pokládané pásy v horní klenbě). Spojení čtyř pásů fólie v jednom místě (křížový svar) je nežádoucí a je třeba se ho vyvarovat.

Spoje musí být provedeny svářecím automatem, který spolehlivě zajistí požadovaný tepelný rozsah sváření v závislosti na rychlosti pohybu, okolní teplotě a proudění vzduchu na pracovišti.

Při svařování izolačních pásů nesmí teplota prostředí klesnout po +5 °C. Při nižších teplotách prostředí je sváření možná jen za zvláštních opatření.

Připojení pásů izolační fólie na beton odolný vůči průsakům vody definitivního ostění musí být provedeno prostřednictvím připojovacího pásu.

Izolační fólii je nutné chránit před poškozením během pokládání až do provedení vnitřní obezdívky vhodnými opatřeními. Distanční podložky betonářské výztuže musí být upraveny tak, aby nedošlo k poškození izolace.

V místě pracovní spáry mezi bloky betonáže musí být provedena ochrana izolace vložení ochranného pásu. V případě, kdy se **nejedná o tlakovou vodu** je možno použít ochranné pásy ze stejného materiálu, jakým je materiál izolace. Minimální šířka pásu je 500 mm a je umístěn na vnitřní straně fólie po celém obvodu izolované části tunelu středově k pracovní (resp. dilatační) spáře. Pás je přivařen na obou okrajích k izolaci průběžným,

nepřerušovaným svarem. Bodové uchycení ochranného pásu není přípustné. Důvodem je vyloučení dodatečného poškození izolace pod ochranným pásem (např. při osazování výztuže), které by nebylo možné vizuálně kontrolovat.

Pokud je izolace navržena na **tlakovou vodu**, je nutné izolaci tunelu v podélném směru rozdělit na vodotěsné, na sobě nezávislé sektory. V místě pracovní spáry je na izolaci upevněn dvěma průběžnými svary napojovací pás. Parametry svaru odpovídají svarům pro spojování izolačních pásů. Prostor mezi svary je nutno přezkoušet na těsnost. Napojovací pás je při betonáži definitivního ostění uchycen pomocí kotevních prvků do betonu ostění. Polohu sektorů (napojovacích pásů) je nutno přesně zaměřit pro případné opravy a dokladovat v dokumentaci skutečného provedení.

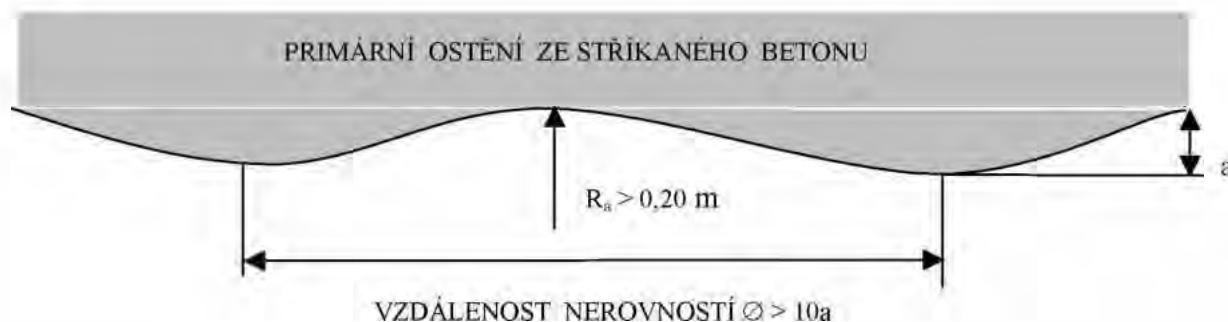
### 20.3.8.3 Požadavky na podkladní vrstvu izolace

Podkladní vrstva izolace musí být provedena tak, aby na ni mohly být bez rizika poškození nebo zvýšeného namáhání instalovány ochranné vrstvy izolace a vlastní izolační fólie s ohledem na materiálové vlastnosti použitých výrobků.

Podkladní vrstva izolace musí splňovat následující podmínky:

- dostatečnou tvarovou stálost a pevnostní charakteristiky,
- tloušťka vrstvy je min. 50 mm při maximální velikosti zrna 8 mm,
- do směsi je možno použít pouze přírodní kamenivo (oblázkový štěrk). Použití drceného kameniva s ostrými hranami není možné,
- maximální poměr délky ku výšce u sousedních nerovností je 10:1 (viz obrázek 2),
- lokální nerovnosti (např. zastříkané hlavy kotev) musí být zaobleny v poloměru min. 200 mm,
- vlhkost povrchu musí být v přijatelných mezích. Pokud prosakující voda brání kvalitnímu provádění izolace, je nutno ji odpovídajícím způsobem jímát a odvádět do tunelové drenáže (např. pomocí organizovaného svodu),
- pevnostní charakteristiky a tloušťka vrstvy musí odpovídat použitému systému upevnění izolace,
- při nastřelování upevňovacích prvků nesmí docházet k odprýskávání podkladní vrstvy.

Obr. 3



Kde:

$a$  je příčná nerovnost,

$\varnothing \geq 10 a$  vzdálenost nerovností,

$R_a \geq 0,20 m$  poloměr zakřivení nerovnosti.

## 20.3.9 Odvodnění tunelu - drenážní systém

### 20.3.9.1 Po dobu výstavby

Odvodňování po dobu výstavby musí odpovídat požadavkům vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. ve znění pozdějších předpisů a předpisům souvisejícím.

Způsob a postup odvodňování včetně čerpání vod při výstavbě stanoví dokumentace zhotovitele. Navržená opatření musí být zahrnuta do technologických předpisů odsouhlasených stavebním dozorem.

Od počátku ražení až do dokončení tunelu musí být trvale zajištěno odvádění všech vod ze všech pracovišť.

Při povrchním ražení musí být odvodňovací stoka zřízena nejdále 15 m od čelby. Při úpadním ražení je nutno zajistit odčerpávání vody z čelby do přečerpávací jímky nebo odvodňovací stoky.

Systém odvodnění po dobu výstavby musí být upraven tak, aby dno tunelu zůstalo pevné po celou dobu výstavby. Provozem mechanismů nesmí být dno dílčích výrubů prohlubováno.

Vodu odváděnou z tunelu je nutné před vypouštěním ze stavby zbavit ropných produktů a mechanických nečistot podle požadavků hygienických předpisů.

Systém odvodňování, působící pouze po dobu výstavby tunelu, se po jejich dokončení odstraní způsobem stanoveným v dokumentaci.

### 20.3.9.2 Za provozu

Při návrhu systému odvodnění musí být zohledněn případný vliv snížení hladiny spodní vody na okolní prostředí se všemi důsledky, které jsou snížením vyvolány (např. sedání povrchu, ztráta vody ve studních apod.).

Minimální sklon podélného odvodnění tunelu je 0,3 ‰ (viz ČSN 73 7508)

Pokud je nutné provádět podélné odvodnění dna tunelu, mělo by být situováno na bocích tak, aby jeho údržba minimalizovala omezení železniční dopravy. Minimální příčný sklon střešovitě upraveného krytu dna k podélnému odvodnění dna tunelu je 2,5 ‰. Minimální sklon příčné drenáže propojující podélnou tunelovou drenáž s podélným odvodněním dna je 5 ‰. Světlost příčného odvodnění se určí dle odváděného množství vody, musí být však min. 100 mm.

Svedení příčného odvodnění do podélného odvodnění dna musí být provedeno v kontrolních nebo čistících šachtách. Přitom musí dno podélného odvodnění probíhat plynule.

(Pod pojmem "podélná tunelová drenáž" je pro účely této kapitoly TKP myšlena boční drenáž odvádějící prosakující podzemní vodu stékající vně ostění po rubové nebo mezilehlé izolaci. Pod pojmem "podélné odvodnění dna" je myšlena tunelová stoka, do které je sváděna voda z vnitřní části tunelu. U novostaveb s požadavkem vodotěsnosti "O" se jedná např. o technologickou vodu používanou při práci v tunelu, o vodu používanou při zásahu požárníků v tunelu nebo v případě havárie o kapaliny vytékající z havarovaných vozů. V případě stávajících tunelů s nižší třídou vodotěsnosti jsou do podélného odvodnění dna jímány navíc průsaky podzemní vody ostěním.)

Propojení podélné tunelové drenáže s podélným odvodněním dna tunelu není vždy nutné provádět a závisí na délce tunelu, množství podzemní vody (resp. průtoku), podélném sklonu tunelu, materiálu drenáže apod.

Podélné odvodnění dna musí být provedeno jako trubní vedení kruhového nebo podkovovitého tvaru a musí být dimenzováno s ohledem na množství podzemní vody vytékající z horninového masivu, popřípadě na vodu protékající tunelem z předžárcu.

Pro dosažení samočisticí schopnosti odvodňovacího potrubí musí být při stálém průtoku potrubím dosažena rychlost minimálně 0,5 m/sec, avšak nesmí být překročena rychlost 3 m/sec.

Pro čištění a prohlídku podélného odvodnění tunelu musí být zřízeny snadno přístupné čistící a revizní šachty. Vzdálenost šachet udává norma ČSN 73 7508 a je min. 25 m. Čistící a revizní šachty a jejich vstupy musí být uspořádány tak, aby bylo možné použít kontrolní a čistící zařízení. Šachty musí být zakryty deskami.

## **20.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

### **20.4.1 Všeobecně**

Všechna zařízení, stroje a materiály zajišťuje zhotovitel, pokud smlouva o dílo nestanoví jinak.

Doprava, skladování, manipulace s materiály a stavebními díly musí být prováděny tak, aby nedocházelo k jejich znehodnocování. Řídí se ustanoveními příslušných norem a dodacími podmínkami výrobců.

Metodika průkazních zkoušek materiálů a konstrukcí v tunelu je stanovena příslušnými technickými normami, případně technickými a dodacími podmínkami používaných technologií.

Průkazní zkoušky se při provádění tunelů vztahují na všechny druhy a části konstrukcí trvalého vstrojení.

### **20.4.2 Beton**

Před zahájením betonáže musí zhotovitel průkazními zkouškami prokázat vlastnosti betonové směsi a betonu s ohledem na zvolenou technologii a použité materiály.

Pro dodávku a skladování materiálů pro betonové směsi a pro průkazní zkoušky betonu platí kapitola 17 TKP.

### **20.4.3 Izolace**

Pro izolační materiály proti vodě, jejich dodávky a skladování, technologické postupy prací a pro provádění průkazních a kontrolních zkoušek platí požadavky uvedené v kapitole 22 B TKP.

### **20.4.4 Ocel**

Ocelová výztuž do ostění musí být dodána s prohlášením o shodě. V případě pochybnosti stavebního dozoru o jakosti materiálu musí zhotovitel provést průkazní zkoušky podle ČSN 73 2400 a norem souvisejících. Pro dodávku a skladování platí požadavky uvedené v kapitole 17 TKP.

### **20.4.5 Kotvy**

Pro dodávky, skladování a přepravu kotevního materiálu a pro provádění průkazních zatěžovacích zkoušek kotevní výstroje platí kapitola 24 C TKP.

Pro průkazní zkoušky jsou pro charakteristické geotechnické podmínky a typ osazovaných kotev odzkoušeny vždy minimálně 3 ks kotev.

## **20.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, KONTROLNÍ ZKOUŠKY**

### **20.5.1 Všeobecně**

Metodika kontrolních zkoušek materiálů a konstrukcí v tunelu je stanovena příslušnými technickými normami uvedenými v oddíle 12 této kapitoly TKP, technickými a dodacími podmínkami jednotlivých technologií.

Typy zkoušek:

- Průkazní zkoušky - průkazními zkouškami jsou prokazovány vlastnosti materiálů a prací požadované příslušnými normami a TKP. Výsledky zkoušek musí dodavatel předložit min. 14 dní před započatím prací.
- Kontrolní zkoušky ověřují průběžně výsledky průkazních zkoušek v podmínkách stavby. Dodavatel je povinen předložit zadavateli k odsouhlasení plán zkoušek materiálů, které budou v průběhu stavby používány. Plán zkoušek obsahuje počet provedených zkoušek, místo a čas jejich provedení. V průběhu výstavby předkládá dodavatel zadavateli výsledky provedených zkoušek. Kontrolní zkoušky se při

provádění tunelů vztahují na všechny druhy nosných konstrukcí, přičemž za nosnou konstrukci jsou považovány i jednotlivé prvky primárního ostění. Zkoušky se provádí u monolitických konstrukcí z prostého nebo železového betonu, u stříkaných ostění, spárovacích, injektážních směsí, kotevní výstroje a izolace.

- Zkoušky přejímací prověřují kvalitu dokončených konstrukcí nebo ucelených částí konstrukce a provedených prací. Jsou podkladem pro převzetí úseku, objektu nebo všech dokončených prací, které byly definovány smlouvou o dílo.

U všech druhů tunelových konstrukcí se musí provádět zkoušky pevnosti betonu v tlaku, u pružných tenkostěnných ostění se statickou funkcí se zkouší navíc pevnost v tahu za ohybu a ve smyku.

U těsnících materiálů (stříkané pláště, injektážní a spárovací hmoty, izolační materiály) se vyžadují také zkoušky vodotěsnosti a namrzavosti.

## **20.5.2 Beton**

### **20.5.2.1 Monolitický beton**

Kontrolní zkoušky jakosti betonu, ocelové výztuže do betonu, kontrola bednění a uložené výztuže se provádí podle ustanovení ČSN EN 206-1 a TKP 17.

### **20.5.2.2 Stříkaný beton**

Kontrolní zkoušky jakosti stříkaných betonů se provádějí v četnosti 1 zkoušky na každých i započatých 2500 m<sup>2</sup> nastříkané plochy ostění. Jakost betonu předepisuje dokumentace. Kvalita stříkaného betonu se hodnotí podle ČSN 73 2430.

Průkazními a kontrolními zkouškami je nutno doložit:

- pevnost mladého stříkaného betonu a nárůst pevnosti v čase,
- konečnou pevnost betonu v tlaku (28 dní),
- tloušťku ostění,
- počátek a dobu tuhnutí,
- křivku zrnitosti kameniva,
- vlastnosti a podmínky použití příměsí.

Průkazní zkoušky je nutno provést před prvním použitím příslušného druhu stříkaného betonu se zohledněním způsobu výroby a nástřiku směsí. Musí být uvedeno procentuální zastoupení jednotlivých komponent. V případě změny zastoupení nebo druhu komponent nebo podmínek, pro které byla předcházející zkouška provedena, je nutno provést průkazní zkoušky znovu se zohledněním všech odchylek od původní zkoušky.

Předepsané parametry, počet a způsob provedení stanoví dokumentace nebo ZTKP.

Kontrola tloušťky ostění ze stříkaného betonu se provede podle požadavku dokumentace a stavebního dozoru v místě jím určeném. Kontrola tloušťky primárního ostění je zpravidla prováděna pomocí vrtů, při kterých jsou odebírány vzorky betonu ostění pro zjištění pevnosti stříkaného betonu.

## **20.5.3 Injektážní a spárovací směsi**

Kontrolní zkoušky jakosti injektážních směsí se provádí podle kapitoly 24 B TKP.

Kontrolní zkoušky jakosti spárovacích směsí se provádí podle kapitoly 23 TKP.

## 20.5.4 Kotvy

Způsob a rozsah kontrolních zkoušek kotevní výstroje se provádí podle kapitoly 24 C TKP.

Kotvy (svorníky) určené ke zkoušce určuje stavební dozor během místního šetření v tunelu. V případě, že během zkoušky prováděné podle předem stanoveného postupu dojde k poškození nebo vytržení kotvy, musí být na náklady zhotovitele provedena nová, plně funkční kotva.

Únosnost kotev (svorníků) se prokazuje tahovými zkouškami, jejichž výsledky musí být protokolárně dokladovány. Zařízení k provádění tahových zkoušek kotev musí být trvale k dispozici na stavbě a je zajištěno dodavatelem.

Kontrolní zkoušky se provádí na min. 5 % všech osazených kotev. V případě hydraulicky upínatelných kotev se provádí zkouška natlakováním na hodnotu tlaku při osazování, v ostatních případech jsou provedeny tahové zkoušky kotev.

Každá kotva, která při zkoušce nevyhoví předepsanému zatížení musí, být na náklady dodavatele nahrazena novou kotvou. Metodika zkoušek je stanovena v projektu nebo v ZTKP.

## 20.5.5 Izolace

**Všechny svary** izolačních fólií z plastů musí být bez výjimky přezkoušeny na těsnost.

Zkušební tlak při tlakové zkoušce se při šířce svaru dle odstavce 20.3.8.2 „Požadavky na provádění izolací“, pohybuje v intervalu 0,2 až 0,3 MPa. Doba zkoušky je 10 minut. Úbytek tlaku nesmí být větší než 20 %. V místech připojení a proražení může být použito místo tlakové zkoušky zkouška vakuová. Zkouška svarů se na stavbě provádí za přítomnosti stavebního dozoru, dodavatele stavebních prací a dodavatele izolačních prací. Pro každou zkoušku je proveden zkušební protokol, který musí obsahovat minimálně tyto údaje:

- datum,
- objekt,
- staničení,
- dodavatel stavby,
- dodavatel izolačních prací,
- teplota okolního prostředí při svařování,
- použitá zkušební metoda,
- výsledek zkoušky nebo posudek,
- popis celkového stavu izolace,
- podpis zástupce stavebního dozoru, dodavatele stavebních prací a dodavatele izolačních prací.

Kontrolní zkoušky u fóliových izolací se provádí podle technických podmínek příslušného typu izolace, především však se kontroluje:

- úprava podkladu před položením izolace - provádí se průběžně,
- těsnost veškerých spojů izolačních pásů,
- dokonalost upevnění k podkladu,
- dokonalost navázání na odvodňovací (drenážní) systém,
- mechanické porušení před betonáží.

Kvalita izolačního materiálu musí být doložena osvědčením o kvalitě a vhodnosti použití (certifikát) od akreditované zkušebny a referencemi o použití v obdobných podmínkách na tunelových stavbách.

## 20.5.6 Výsledky kontrolních zkoušek

O provádění kontrolních zkoušek a jejich výsledcích musí být vedena kniha protokolů, do níž se zaznamenávají údaje o odběru vzorků a o druhu a rozsahu zkoušek. Výsledky zkoušek se průběžně zaznamenávají do stavebního deníku.

## 20.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, ZÁRUKY

### 20.6.1 Všeobecně

Pokud není stanoveno v ustanoveních těchto TKP, případně v uváděných ČSN nebo předepsáno v dokumentaci, platí pro přípustné odchylky ustanovení ČSN 73 0210-1, ČSN 73 0212-4, ČSN 73 0212-5, ČSN 73 7508.

Hodnoty mezních vytyčovacích odchylek pro tunely jsou stanoveny v TNŽ 73 0423.

V dokumentaci se stanovují povolené odchylky ve stádiu ražby a pro konstrukce primárního ostění.

Směrové a výškové odchylky definitivního betonového ostění od projektované osy díla musí být v rozmezí 0,0 mm, - 50 mm.

Směrové a výškové odchylky definitivního dílcového ostění stanoví ZTKP.

Záruční doby všeobecně stanoví kapitola 1 TKP.

Údržbu v záruční době zajišťuje správce HIM podle ustanovení v Kapitole 1 TKP.

Údržba tunelů po dobu záruky spočívá v:

- čištění ploch od spadu,
- pročišťování odvodňovacího zařízení,
- odstraňování vegetace v bezprostřední blízkosti,
- odstraňování zvětralých a uvolněných hornin v okolí tunelu, které by svým pádem ohrožovaly bezpečnost železničního provozu,
- zajišťování prostorové průchodnosti,
- udržovacích pracích na železničním svršku,
- odstraňování ledu v tunelech pokud se nejedná o reklamaci.

### 20.6.2 Odchylky od projektované tloušťky definitivního ostění v ražené části tunelu

Vlivem nerovnosti podkladu definitivního ostění (výrub, líc primárního ostění) může dojít při betonáži k odchylkám od projektované tloušťky definitivního ostění. Povolena minimální tloušťka ostění  $d_{\text{žad}}$  je uvedena v závislosti na typu ostění v tabulce 9 v kapitole 20.3.4.4 Minimální konstrukční požadavky na beton klenby, resp. je uvedena v projektové dokumentaci. Pro maximální tloušťku ostění  $d_{\text{max}}$  platí následující omezení:

- u tunelů s mezilehlou izolací a bez požadavku na odolnost betonu ostění proti průsakům vody

$$d_{\text{max}} \leq d_{\text{žad}} + 0,40 \text{ m, resp. } 2 \times d_{\text{žad}} \text{ (m) a}$$

- u tunelů s vnitřním ostěním z betonu odolného proti průsakům vody

$$d_{\text{max}} \leq d_{\text{žad}} + 0,30 \text{ m, resp. } 1,5 \times d_{\text{žad}} \text{ (m),}$$

přičemž je směrodatná vždy menší hodnota  $d_{\text{max}}$ .

## 20.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

Betonáž a ošetřování za obvyklých klimatických podmínek se řídí ustanoveními ČSN EN 206-1.



Betonáž trvalého ostění železničních tunelů za zvláštních klimatických podmínek podle ČSN 73 2400 se nepřipouští.

Klimatická omezení pro stříkaná ostění, spárování a injektáže na bázi cementu:

- během zpracování, tuhnutí a tvrdnutí směsí používaných pro tyto práce nesmí průměrná denní teplota prostředí klesnout pod  $+5^{\circ}\text{C}$ ., přičemž absolutní teplota nesmí klesnout pod  $+1$ .

Klimatické omezení pro zřizování izolace stanoví příslušný technologický předpis zpracovaný zhotovitelem a odsouhlasený stavebním dozorem.

## 20.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ

Přejímka prací se řídí ustanoveními kapitoly 1 TKP, případně ZTKP. Na elektrizované trati musí být ověřeno splnění podmínek předepsaných dokumentací uvedenou v 31.3.10.

Zhotovitel je povinen vyzvat stavební dozor k odsouhlasení prací, zejména těch, které budou v dalším postupu prací zakryty nebo se stanou nepřístupnými. Jedná se zejména o:

- otevřený výrub,
- konstrukce dočasného vstrojení,
- odvodňovací systém (dočasný i trvalý),
- podklad pro izolace,
- stav tunelu před výstavbou trvalého ostění.

Zápis o odsouhlasení stavebních prací, které budou následně zakryty, provede stavební dozor do stavebního deníku ihned po jejich provedení.

V případě tunelu raženého NRTM musí být přebírání prací spojených s výrubem a zajištěním výrubu prováděno prostřednictvím formulářů uvedených v příloze 1 (schéma zajištění výrubu a záběrový list výrubu), přičemž platí:

- **Schéma zajištění výrubu** je vypracováno **předem** před provedením záběru a je stanoveno pro delší úsek tunelu v závislosti na geotechnické prognóze a výsledcích geotechnických měření. Zpravidla odpovídá projektovanému stavu definovanému technologickou třídou výrubu (viz 20.3.2.1 Ražba pomocí NRTM), resp. úpravou projektované technologické třídy výrubu v závislosti na skutečně zastižených inženýrskogeologických podmínkách.
- **Záběrový list výrubu** dokladuje dodavatelem skutečně provedené práce a materiál zabudovaný v rámci jednoho záběru a je vypracován **po provedení záběru**. Do příčného řezu musí být zakresleny nadvýlohy, které přesahují smlouvou (resp. ZTKP) dohodnutou hranici a přítoky podzemní vody s udáním množství.

Vypracování formulářů zajišťuje dodavatel, převzetí potvrzuje zástupce dodavatele a odběratele (TDI) podpíselem. Formuláře jsou podkladem pro vypracování dokumentace skutečného provedení ve smyslu předpisu ČD S6.

Hlavní prohlídka tunelu se provádí před kolaudačním řízením. Způsob provedení hlavní prohlídky se řídí předpisem ČD S6. Zhotovitel má povinnost poskytnout podklady stavebnímu doзору a aktivně se účastnit hlavní prohlídky.

## 20.9 KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ

### 20.9.1 Geotechnický monitoring

V případě, že je pro ražbu tunelu použita tunclovací metoda využívající spolupůsobení masivu, je vždy nutné provádět měření přetváření nosného systému hornina-ostění (viz § 28 vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb ve znění pozdějších předpisů).

Projekt podzemního díla pod souvislou zástavbou vymezí pásma předpokládaných poklesů a uvede hodnoty dovolených poklesů stavebních objektů a inženýrských sítí v závislosti na použité technologii a vlastnostech horninového masivu. Pokud vyhodnocené výsledky měření překračují hodnoty určené projektem, musí projekt upravit další postup. Do té doby nesmí ražba pokračovat. Proto je nutné v projektu stanovit kromě mezí hodnoty deformace i deformaci „varovnou“, při jejíž dosažení je nutno vyhodnotit dosavadní časový průběh deformace a v předstihu před dosažením mezí deformace rozhodnout o případných dalších opatřeních, aby nebylo nutné ražbu zastavit.

V souvislosti s výstavbou tunelů jsou prováděna:

- geotechnická měření pro kontrolu stability výrubu a ověření předpokladů chování horninového masivu (např. deformace lince výrubu - konvergence, měření kontaktních napětí, napětí v ostění, extenzometrická a inklinometrická měření apod.),
- měření deformací hlavních nosných konstrukcí a vzájemných posunů jednotlivých jejích částí (definitivní ostění, portálové objekty, dilatační celky apod.),
- měření deformací povrchu terénu pro stanovení rozsahu, tvaru a velikosti poklesové kotliny,
- měření účinků tunelování na stavby, inženýrské sítě a jiné objekty v nadloží,
- měření účinků trhacích prací.

Měření probíhají před zahájením stavby, během výstavby a po jejím ukončení (např. do ustálení deformací).

Nulová měření musí být prováděna tak, aby s ohledem na použitou metodu zaznamenala stav sledované veličiny v okamžiku, kdy je její ovlivnění vlivem výstavby minimální.

Základní rozsah, druh a četnost měření je dána projektem měření, který musí být nedílnou součástí projektové dokumentace. Případné úpravy projektu měření probíhají během výstavby tunelu na základě skutečně zastižených inženýrskogeologických poměrů a výsledků již provedených měření. Změny musí být projednány s kompetentními zástupci zúčastněných stran a odsouhlaseny zadavatelem.

Pokud jsou geotechnická měření prováděna při ražbě (např. konvergenční měření, měření kontaktních napětí apod.) doplněna geotechnickým měřením prováděným z povrchu (např. extenzometrická měření, měření deformací povrchu), je vhodné měření koordinovat tak, aby poskytla maximum informací o sledovaném profilu a měření probíhala pokud možno ve stejném místě.

Vyhodnocování výsledků měření je nutno provádět komplexně se zohledněním inženýrskogeologických poměrů (tektonické poruchy, přítomnost spodní vody, sklony vrstev apod.) a technologického postupu výstavby (způsob rozpojování, členění výrubu, délka záběru, tvorba nadvýloinů apod.) Výsledkem komplexního vyhodnocení je správná interpretace naměřených hodnot a doporučení pro další postup, resp. návrh doplňujících opatření. Cílem je optimalizace prvků zajištění výrubu jak z hlediska bezpečnosti, tak z hlediska ekonomického provádění stavby.

Při interpretaci výsledků měření se musí brát v úvahu časový moment nulového měření a vzdálenost měřického profilu od čelby v okamžiku provedení nulového měření. Dále je nutno zohlednit, že naměřené hodnoty dokumentují jen skutečný stav, který ještě nezahrnuje bezpečnostní rezervy konceptu dimenzování ostění.

Měřický profil musí být v případě sledování deformací výrubu osazen bezprostředně za čelbou. Nulové měření musí být provedeno v co nejkratším čase po osazení profilu, nejpozději před provedením dalšího záběru.

Pokud měřené deformace výrubu rostou nad předpokládané hodnoty nebo pokud nevykazují tendenci k ustálení, může dojít ke ztrátě stability výrubu a je nutno provést zvláštní opatření, která nepříznivý vývoj deformací pozitivně ovlivní (přidání kotev, zesílení tloušťky ostění apod.) a případné ztrátě stability zabrání.

Pro měření deformací výrubu musí být používány metody s přesností měření  $\pm 1$  mm (ve výšce) a  $\pm 2$  mm (v poloze v případě 3D měření vektoru deformace). Výsledky měření mají být k dispozici co nejdříve po měření, nejpozději do jedné hodiny.

Pokud není stanoveno jinak, musí se při ražbě minimálně měřit:

- svislé posuny patek a vrcholu horní klenby,
- relativní nebo absolutní horizontální posuny patek.

V případě členěného výrubu se měření patek musí přizpůsobit geometrii dílčího výrubu.

Měřický profil je sestaven z bodů osazených zpravidla v oblasti přístropí a opěří tunelu. Pokud jsou předpokládány výrazné deformace dna (např. bobtnavé materiály), které mohou mít zásadní vliv na stabilitu výrubu, je možno osadit body i ve dně tunelu. Je nutno učinit taková opatření, aby během výstavby nedošlo k poškození bodů a tím k ovlivnění výsledků měřených hodnot nebo dokonce ke ztrátě informací o deformacích.

Geotechnická měření se musí rozšířit i na okolí stavebního díla, pokud je to nutné k posouzení dlouhodobé stability.

Pro geotechnická měření v tunelu prováděná při běžném drážním provozu se mají použít inercií zařízení, vybavená – pokud je to technicky možné – automatickým sběrem dat.

Dlouhodobá geotechnická měření po uvedení tunelu do provozu se provádějí zejména v tom případě, kdy ve složitých inženýrskogeologických poměrech docházelo již při ražení tunelu k mimořádným deformacím a/nebo pokud se po skončení stavebních prací dá očekávat významná změna napěťových a deformací poměrů nosného systému ostění-horovina. V případě stávajících tunelů se měření provádějí zejména tehdy, pokud změny a rozsah poškození ostění, resp. jeho deformace, svědčí o kritickém namáhání konstrukce.

Geotechnická měření je nutno provádět i při opravách a rekonstrukcích, jejichž součástí je takový zásah do nosného systému konstrukce tunelu, který by mohl ohrozit stabilitu ostění.

Při použití geodetických metod měření, viz kapitola 20.9.2 Kontrolní měření a vytyčovací práce

Výsledky měření musí být okamžitě vyhodnoceny, spolu s dalšími informacemi interpretovány pro dané prostředí a předány odpovědným zástupcům zúčastněných stran. Vzhledem k významu výsledků měření a nutnosti jejich okamžitého předání mají být výsledky zpracovány pokud možno v elektronické podobě, aby bylo možno zajistit jejich předávání pomocí datových sítí.

Před zahájením prací vyžadujících provádění geotechnických měření musí být jasně definován způsob zpracování naměřených dat a struktura jejich předávání. Vedení stavby zajistí vypracování písemného protokolu, jehož obsah musí zejména definovat:

- kterým z účastníků výstavby mají být výsledky měření zasílány,
- předpokládanou dobu zpracování a vyhodnocení výsledků od ukončení měření,
- kontaktní osoby,
- forma a způsob archivace dat.

Protokol musí být předán všem účastníkům výstavby na něm uvedených.

Výsledky měření deformací výrubu (resp. průběhu ostění) musí být znázorněny graficky. Z grafu musí být jasně zřejmý časový průběh příslušné složky vektoru deformace (vertikální nebo horizontální posun) pro každý bod měřického profilu. Součástí grafu musí být i informace o vzdálenosti čelby (resp. čeleb dílčích výrubů) od měřického profilu.

Dimenzování dočasného a trvalého zajištění výrubu je nutno provádět na základě již uskutečněných a správně interpretovaných výsledků měření.

Operativní geotechnický monitoring zajišťuje zhotovitel. Kontrolní geotechnický monitoring provede nezávislá organizace.

Objednatel poskytne v případě rekonstrukcí a oprav zhotoviteli komplexní inventarizaci stavebního stavu tunelu. Tato inventarizace slouží jako podklad pro dokumentaci, pro návrh opatření na jejich ochranu proti účinkům tunelování a pro měření v průběhu tunelování i po něm. Před započatím stavebních prací zajistí zhotovitel pasportizaci objektů ležících v zóně ovlivnění v nadloží tunelu.

Přípustné hodnoty dynamického namáhání od trhacích prací na stavební konstrukce (povrchové, podzemní) či inženýrské konstrukce se posuzují podle ČSN 73 0036.

Podmínky, zásady, účinky, postup i kontrola použití trhacích prací se specifikují v "Technických podmínkách pro trhací práce a kontrolu jejich nežádoucích účinků při výstavbě", které zhotovitel projedná a odsouhlasí s příslušným Obvodním báňským úřadem a předá stavebnímu dozoru.

## 20.9.2 Kontrolní měření a vytyčovací práce

Geodetická kontrolní měření i vytyčovací práce může dle zákona č. 200/1994 Sb. a zákona č. 186/2001 Sb. provádět pouze osoba odborně způsobilá. Ověřovat výsledky měření a dokumentaci může pouze úředně oprávněný zeměměřický inženýr podle § 13 odst. 1 písm. c) zákona č. 200/1994 Sb. Za správnost a úplnost důlně měřické dokumentace při hornické činnosti a její odborné vedení odpovídá podle § 2 odst. 3 vyhlášky ČBÚ č. 435/1992 Sb. hlavní důlní inženýr.

Vytyčovací a kontrolní geodetické práce mohou velmi významně ovlivnit výslednou cenu díla. Již ve fázi projektu je možno provést odbornou analýzu maximální dosažitelné odchylky na konci raženého úseku a s její pomocí předvídat náklady na případné nutné úpravy díla po proražení raženého úseku, následném přeurčení souřadnic bodů polohové a výškové vytyčovací sítě v podzemí a nezbytné opravě všech geodetických kontrol, které jsou na nich závislé.

Zhotovitel zajišťuje operativní geodetické práce, které zahrnují především:

- kontrolu, údržbu a zhušťování bodů polohové a výškové základní vytyčovací sítě na povrchu předané investorem,
- vytvoření a údržbu polohové a výškové vytyčovací sítě v podzemí,
- prostorové vytýčení díla při ražbě,
- průběžnou kontrolu vytýčení díla při ražbě,
- prostorové vytýčení všech ostatních stavebních etap díla a jejich okamžitou následnou kontrolu
- zaměření skutečného provedení díla
- vedení důlně měřické dokumentace.

Investor zajišťuje kontrolní geodetické práce, jejichž součástí je:

- vytvoření a údržba polohové a výškové základní vytyčovací sítě na povrchu s přesností odpovídající požadavkům na další vytyčovací práce a na přesnost prorážky
- kontrola polohové a výškové vytyčovací sítě v podzemí
- kontrola prostorových vytýčení a kontrola skutečného provedení díla
- vedení důlně měřické dokumentace v omezeném rozsahu.

Obecně jsou všechny vytyčovací geodetické práce v ražených tunelech prováděny za účelem dovedení ražby s co nejmenší možnou odchylkou do prorážky a zároveň za účelem vytvoření díla co nejpřesněji podle realizačního projektu. To vše snižuje celkové náklady na vytvoření díla. Kontrolní práce jsou nutné pro vyloučení hrubých chyb při vytyčování, jejichž náprava především v ražených tunelech obvykle vyvolá nečekaně vysoké navýšení nákladů.

## 20.10 EKOLOGIE

Při provádění všech prací souvisejících s výstavbou, rekonstrukcí, opravami a údržbou železničních tunelů je třeba dbát pokynů a ustanovení uvedených v kapitole 1 TKP.

## 20.11 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA

### 20.11.1 Všeobecně

Při provádění tunelové stavby je nutné dodržovat a řídit se zejména ustanoveními:

- Vyhlášky č. 55/1996 Sb.,
- Vyhlášky č. 26. Českého báňského úřadu z 29.prosince 1988,
- Vyhlášky č. 324. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu ze dne 31. července 1990,

- Zákon ČNR č. 542/1991 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon ČNR č. 61/1988 Sb.,
- ČD Op 16,
- z hlediska bezpečného pohybu a úkrytu zaměstnanců drah v tunelu za budoucího provozu zhotovitel vybaví tunel odpovídajícími značkami a nátěry podle předpisu ČD S6.

### 20.11.2 Izolace

Místo pokládání izolačních fólií z plastů musí být označeno tabulkami označujícími prostor s nebezpečím požáru.

Na místě smí být k dispozici pouze takové množství materiálu, které bude zpracováno v průběhu jednoho pracovního dne.

Délka rozpracovaného úseku s volně položenou fólií je omezena na max. 50 m.

Únikové cesty musí být vždy volné.

Hořlavé látky, jako např. zbytky fólie, obaly, lepidla a podobně, musí být z tunelu odstraněny vždy nejpozději do konce směny.

V blízkosti hořlavých látek nesmí být prováděny práce s otevřeným plamenem nebo s přístrojem, který je zdrojem jiskření.

Pracoviště je vybaveno dostatečným počtem hasicích přístrojů vhodných pro hašení použitých hmot a materiálů.

## 20.12 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY

Uvedené související normy a předpisy vycházejí z aktuálního stavu v době zpracování TKP, resp. jejich aktualizace. Uživatel TKP odpovídá za použití aktuální verze výchozích podkladů ve smyslu kap. 1.3 TKP, tj. právních předpisů, technických norem a předpisů a předpisů ČD.

### 20.12.1 Technické normy uvedené v textu TKP-20

|               |                                                                                                                                                 |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN EN 206-1  | Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda                                                                                         |
| ČSN 72 1156   | Stanovení odolnosti přírodního kamene proti mrazu                                                                                               |
| ČSN 72 1170   | Zkoušení kameniva pro stavební účely. Základní ustanovení                                                                                       |
| ČSN 72 1860   | Kámen pro zdivo a stavební účely. Společná ustanovení                                                                                           |
| ČSN 73 0036   | Seizmická zatížení staveb                                                                                                                       |
| ČSN 73 0210-1 | Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení                                                                  |
| ČSN 73 0212-4 | Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 4: Liniové stavební objekty                                                          |
| ČSN 73 0212-5 | Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 5: Kontrola přesnosti stavebních dílců                                               |
| ČSN 73 1201   | Navrhování betonových konstrukcí                                                                                                                |
| ČSN 73 1321   | Stanovení vodotěsnosti betonu                                                                                                                   |
| ČSN 73 2011   | Nedeštruktivne skúšanie betonových konštrukcií                                                                                                  |
| ČSN 73 2031   | Zkoušení stavebních objektů, konstrukcí a dílců. Společná ustanovení                                                                            |
| ČSN 73 2400   | Provádění a kontrola betonových konstrukcí                                                                                                      |
| ČSN 73 2430   | Provádění a kontrola konstrukcí ze stříkaného betonu                                                                                            |
| ČSN 73 6223   | Ochrany proti nebezpečnému dotyku s živými částmi trakčního vedení a proti účinkům výfukových plynů na objektech nad kolejemi železničních drah |

## 20.12.2 Předpisy

|                               |                                                                                                                                                       |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČD S 6                        | Správa tunelů                                                                                                                                         |
| Vyhláška ČBÚ<br>č.55/1996 Sb. | O požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí            |
| Vyhláška č. 26/1989 Sb.       | O bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu           |
| Vyhláška č. 177/1995 Sb.      | Stavební a technický řád drah                                                                                                                         |
| Vyhláška č. 324/1990 Sb.      | O bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích                                                                                     |
| Výnos GR ČD č.j. 1/93 – 021   | Zásady modernizace vybrané železniční sítě Českých drah<br>a Dodatek č.j. 138/94 - 07                                                                 |
| Zákon č. 114/1992 Sb.         | Ve znění zákona č. 347/1992 Sb., o provádění vyhlášky č. 395/1992 Sb.<br>o ochraně přírody a krajiny.                                                 |
| Zákon č. 266/1994 Sb.         | O drahách                                                                                                                                             |
| Zákon č. 542/1991 Sb.         | Kterým se mění a doplňuje zákon ČNR č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti,<br>výbušninách a o státní báňské správě, ve znění zákona ČNR č. 425/1990 Sb. |

## 20.12.3 Související kapitoly TKP

- Kapitola 1 - Všeobecně
- Kapitola 3 - Zemní práce
- Kapitola 17 - Beton pro konstrukce
- Kapitola 18 - Betonové mosty a konstrukce
- Kapitola 22 - Izolace proti vodě
- Kapitola 23 - Sanace inženýrských objektů
- Kapitola 24 - Zvláštní zakládání
- Kapitola 25 - Protikoroze ochrana úložných zařízení a konstrukcí
- Kapitola 27 - Zabezpečovací zařízení
- Kapitola 31 - Trakční vedení

## 20.13 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – příklady vzorů formulářů

- denní diagram ražby
- schéma zajištění výrubu
- záběrový list

Příloha č. 2 - inženýrskogeologické podklady pro stavbu tunelu



## ČD-DDC MODERNIZACE TRATI KRALUPY NAD VLTAVOU - VRAŇANY

TUNEL V KM 446.030 - 446.420

## DENNÍ DIAGRAM RAŽBY

ZÁZNAM ČÍSLO /.....

Plocha výrubu .....m<sup>2</sup>

STANIČENÍ

od TM .....

do TM .....

TŘÍDA VÝRUBU .....

KALOTA ☐ JÁDRO ☐ POČVA ☐

|                    |                     | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | VYHODNOCENÍ |  |  |
|--------------------|---------------------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|-------------|--|--|
| Pracovní postup    | Vrtání čelby        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Nabíjení            |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Větrání             |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Odtěžování rubaniny |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Stříkaný beton      |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Kotvení             |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Osazování ramenátů  |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
| Prostoje z důvodu: | Ostatní             |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Geologie            |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Opravy techniky     |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Zajištění ražby     |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |
|                    | Ostatní             |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |             |  |  |

Obsazení směny:

Stavbyvedoucí:

Mistr:

Stavbyvedoucí:

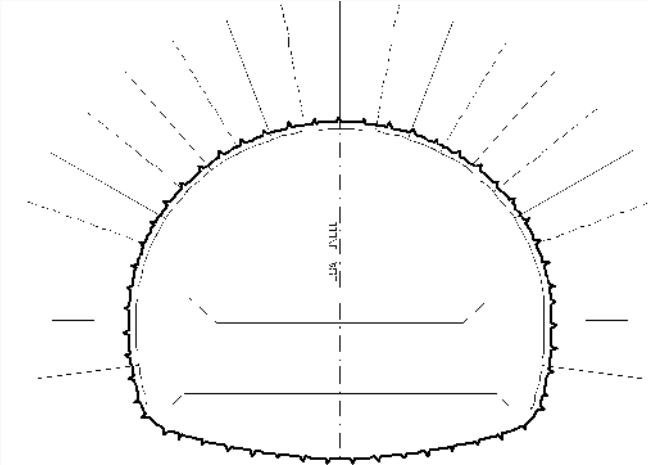
Mistr:

|                    |            |    |  |
|--------------------|------------|----|--|
| Výkaz<br>materiálu | Záběr      | m  |  |
|                    | Rozbušky   | Ks |  |
|                    | Trhavina   | Kg |  |
|                    | Délka vrtů | m  |  |
|                    | Ostatní    |    |  |

Za odběratele

Za dodavatele

Datum:

|                                                                                                                                                     |                                                                                                    |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                                                    | <b>ČD-DDC MODERNIZACE TRATI<br/>KRALUPY NAD VLTAVOU - VRAŇANY<br/>TUNEL V KM 446.030 - 446.420</b> |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
| <b>SCHÉMA ZAJIŠTĚNÍ VÝRUBU</b>                                                                                                                      |                                                                                                    |                                                          |                                        | <b>Schéma č.:</b>                                       |                                                       |
| <b>KALOTY</b> <input type="checkbox"/>                                                                                                              | <b>JÁDRA</b> <input type="checkbox"/>                                                              | <b>POČVY</b> <input type="checkbox"/>                    | <b>Třída výrubu :</b> IV.              |                                                         |                                                       |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">         Schváleno pro úsek    Od TM: _____    Do TM: _____       </div> |                                                                                                    |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
|                                                                   |                                                                                                    |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
| Měřítko : 1 : 200                                                                                                                                   |                                                                                                    |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
| <b>POKYNY PRO VÝRUB</b>                                                                                                                             |                                                                                                    |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
| Délka záběru _____ m                                                                                                                                |                                                                                                    | Max. vzdálenost čelby jádra od čelby kaloty v [m]: _____ |                                        | Max. vzdálenost ražby počvy od čelby jádra v [m]: _____ |                                                       |
| <b>ZABUDOVANÉ PRVKY ZAJIŠTĚNÍ VÝRUBU</b>                                                                                                            |                                                                                                    |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
| Rámy BRETEX typ:                                                                                                                                    |                                                                                                    | R0-K <input type="checkbox"/> _____ ks                   | R0-B <input type="checkbox"/> _____ ks | R1-K <input type="checkbox"/> _____ ks                  | Délka záběru _____ m                                  |
| Sítě KARI:                                                                                                                                          | Q 188 <input type="checkbox"/>                                                                     | Q 378 <input type="checkbox"/>                           | Jiná: _____                            | Počet vrstev :                                          | 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> |
| Tloušťka stříkaného betonu:                                                                                                                         |                                                                                                    | 200 mm <input type="checkbox"/>                          | 250 mm <input type="checkbox"/>        | 300 mm <input type="checkbox"/>                         | Jiná _____ mm                                         |
| Stříkaný beton zajištění čelby:                                                                                                                     |                                                                                                    | Tloušťka : _____ mm                                      |                                        | Plocha : _____ m <sup>2</sup>                           |                                                       |
| Jehly :                                                                                                                                             | Profil : _____ mm                                                                                  |                                                          | Délka : _____ m                        |                                                         | Počet: _____ ks                                       |
| Kotvy :                                                                                                                                             | Typ :                                                                                              | Délka :                                                  | Počet :                                | Délka :                                                 | Počet :                                               |
|                                                                                                                                                     | SN                                                                                                 |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
|                                                                                                                                                     | HUS                                                                                                |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
|                                                                                                                                                     | IBO                                                                                                |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
| Odchyly od projektované třídy výrubu:                                                                                                               |                                                                                                    |                                                          |                                        |                                                         |                                                       |
| Za odběratele:                                                                                                                                      |                                                                                                    |                                                          | Za dodavatele:                         |                                                         |                                                       |
| Jméno :                      Datum :                                                                                                                |                                                                                                    |                                                          | Jméno :                      Datum :   |                                                         |                                                       |



|                                          |                                |                                                                                                    |                                 |                                         |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
|------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|--|
|                                          |                                | <b>ČD-DDC MODERNIZACE TRATI<br/>KRALUPY NAD VLTAVOU - VRAŇANY<br/>TUNEL V KM 446.030 - 446.420</b> |                                 |                                         |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| <b>ZÁBĚROVÝ LIST VÝRUBU</b>              |                                |                                                                                                    |                                 |                                         |                               | Použité schéma<br>zajištění výrubu č. _____                                                                                                                    |                            | List číslo:                 |                             |                                        |  |
| KALOTY <input type="checkbox"/>          |                                | JÁDRA <input type="checkbox"/>                                                                     |                                 | POČVY <input type="checkbox"/>          |                               | _____                                                                                                                                                          |                            | Třída výrubu :              |                             |                                        |  |
| Staničení v TM                           |                                | Od:                                                                                                |                                 | Do:                                     |                               | <p><u>POZNÁMKA:</u><br/>Pomocný rastr v kalotě 1 x 1 m<br/>Pomocný rastr po obvodě 0,1 m</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Měřítko : 1 : 200</p> |                            |                             |                             |                                        |  |
| Způsob<br>rozpojování :                  |                                | strojní : <input type="checkbox"/>                                                                 |                                 | trhací práce : <input type="checkbox"/> |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             | kombinované : <input type="checkbox"/> |  |
| Čelbový klín :                           |                                | ano <input type="checkbox"/>                                                                       |                                 | ne <input type="checkbox"/>             |                               | Plánovaná délka záběru: _____ m                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Rozšíření paty<br>kaloty :               |                                | ano <input type="checkbox"/>                                                                       |                                 | ne <input type="checkbox"/>             |                               | Skutečná délka záběru : _____ m                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| <b>ZABUDOVANÉ PRVKY ZAJIŠTĚNÍ VÝRUBU</b> |                                |                                                                                                    |                                 |                                         |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Rámy BRETEX                              |                                | Rám č: _____                                                                                       |                                 | Tunel.<br>metr: _____                   |                               | Typ rámu:                                                                                                                                                      |                            | R0 <input type="checkbox"/> | R1 <input type="checkbox"/> |                                        |  |
| Sítě<br>KARI:                            | Q 188 <input type="checkbox"/> | Q 378 <input type="checkbox"/>                                                                     | Jiná: _____                     | Počet vrstev :                          |                               | 1 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                     | 2 <input type="checkbox"/> |                             |                             |                                        |  |
| Tloušťka stříkaného betonu :             |                                | 200 mm <input type="checkbox"/>                                                                    | 250 mm <input type="checkbox"/> | 300 mm <input type="checkbox"/>         | Jiná _____ mm                 |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Stříkaný beton zajištění<br>čelby:       |                                | Tloušťka : _____ mm                                                                                |                                 |                                         | Plocha : _____ m <sup>2</sup> |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Jehly :                                  |                                | Profil : _____ mm                                                                                  |                                 | Délka : _____ m                         |                               | Počet: _____ ks                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Kotvy :                                  |                                | Typ :                                                                                              | Délka :                         | Počet :                                 | Délka :                       | Počet :                                                                                                                                                        | Délka :                    | Počet :                     | Délka :                     | Počet :                                |  |
|                                          |                                | SN                                                                                                 |                                 |                                         |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
|                                          |                                | HUS                                                                                                |                                 |                                         |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
|                                          |                                | IBO                                                                                                |                                 |                                         |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Výron vody :                             |                                | čelba :                                                                                            |                                 |                                         | Záběr celkem :                |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Poznámky :                               |                                |                                                                                                    |                                 |                                         |                               |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Za odběratele:                           |                                |                                                                                                    |                                 |                                         | Za dodavatele:                |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |
| Jméno : _____ Datum : _____              |                                |                                                                                                    |                                 |                                         | Jméno : _____ Datum : _____   |                                                                                                                                                                |                            |                             |                             |                                        |  |

## **Příloha č.2**

### **INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ PODKLADY PRO STAVBU TUNELU**

Inženýrskogeologický průzkum vyšetří geologické, geomorfologické a hydrogeologické poměry v takovém rozsahu, aby získaná představa o inženýrskogeologických poměrech lokality postihovala prostor, který může ovlivnit projektované dílo a také umožňovala posoudit inženýrskogeologické podmínky výstavby, tj. zhodnocení zjištěných údajů z hlediska připravované výstavby podzemního díla.

Pro rekonstrukce a opravy tunelů inženýrskogeologický průzkum zajišťuje komplexní hodnocení stávajícího díla s jeho okolním masivem, průzkum kvality materiálů tunelového ostění, případně zakládek.

PŘEDMĚTEM VYŠETŘENÍ IG POMĚRŮ JSOU:

- Hornina
  - = litologie,
  - = stav horniny,
  - = fyzikální vlastnosti,
  - = inechanické vlastnosti,
  - = termální vlastnosti,
  - = technologické vlastnosti.
- Horninový masiv
  - = úložné poměry,
  - = puklinatost,
  - = tektonické porušení,
  - = stav napjatosti,
  - = přetvárné vlastnosti,
  - = pevnostní vlastnosti,
  - = technologické vlastnosti,
  - = propustnost.
- Podzemní vody
  - = směr a rychlost proudění,
  - = režim hladiny,
  - = velikost a charakter infiltrační oblasti,
  - = vztah podzemních vod k povrchovým vodotečím,
  - = chemismus podzemních vod.
- Geodynamické procesy

- = tektonika, seizmicita a jejich vliv na napětí v masivu,
- = činnost tekoucí a stojaté vody,
- = činnost větru,
- = činnost podzemní vody,
- = teplotní zneženy,
- = geoternické vlivy,
- = gravitační síly,
- = antropogenní / poddolování, sedání/.

**PŘEDMĚTEM POSOUZENÍ IG-PODMÍNEK VÝSTAVBY TUNELOVÉ STAVBY NA ZÁKLADĚ  
ZJIŠTĚNÝCH IG POMĚRŮ JSOU:**

- Vedení trasy (siněrové, výškové)
  - = homogenita prostředí,
  - = vztah osy díla k hlavním strukturním a texturním prvkům,
  - = vyhledání horninového prostředí s nejpozitivnějšími vlastnostmi pro vedení trasy,
  - = vliv hloubky podzemní vody a její kvality na umístění trasy.
- Stabilita území
  - = posouzení stability v předportálových a portálových úsecích,
  - = posouzení stability svahů u úbočních tunelů,
  - = posouzení tunelů s nízkým nadložím,
  - = vliv ražby na změny vlastností horninového prostředí,
  - = ovlivnění nadloží, jiných podzemních děl, zástavby na povrchu.
- Stabilita výrubu.
  - = kvalitativní i kvantitativní,
  - = zařazení do technologických tříd,
  - = podklady pro návrh dočasné výstroje a ostění,
  - = stanovení započitatelného nadvýloinu,
  - = posouzení stability výrubu v čase.
- Přetváření horninového masivu a stavebních konstrukcí.
- Rozpojování
  - = podklady pro volbu vhodného způsobu rozpojování,

- = podklady pro rozhodnutí o nasazení mechanismů.
- Změny hydrogeologického režimu
  - = posouzení rozsahu změn hydrogeologického režimu v okolí stavby,
  - = přítok do díla (povaha, množství).
- Zlepšování vlastností horninového masivu.
- Podklady pro: injektování, kotvení, vyztužení hornin nebo zemin, odvodnění apod.

Jedním ze závěrů inženýrskogeologického průzkumu je rozčlenění horninového prostředí v trase na kvaziisogenní celky - geotechnické typy a subtypy. Ty se definují tak, aby k nim bylo možné přiřadit technologické třídy pro různé tunelovací technologie.

Vlastnosti a charakteristika geotechnických typů se vyjadřují podle geotechnických klasifikací. Zatřídění horninového prostředí se provede alespoň dvěma nezávislými klasifikačními metodami.

Zatřídění se postupně upřesňuje v jednotlivých etapách inženýrskogeologického průzkumu.

Konečné klasifikační ohodnocení a zatřídění do technologických tříd se zjišťuje v průběhu stavby a zaznamenává se v dokumentaci skutečného provedení stavby tunelu. Základními klasifikacemi jsou QTS, NRTM, BARTON, BIENTAWSKI.

Rozsah IG průzkumu, množství a typ průzkumných prací se řídí složitostí zamýšlené stavby a inženýrskogeologických poměrů.

#### PRO SANACI NEBO REKONSTRUKCI TUNELU

se kromě průzkumu stavu a vlastností horninového prostředí v okolí tunelu (v přiměřeném rozsahu) podle výše uvedeného, dále vyšetřuje:

- tloušťka stávajícího ostění,
- stav obezdívky včetně výplně spár,
- stav kontaktní spáry ostění – hornina,
- stávající podmínky zatížení ostění,
- vývoj zatížení ostění od okolní horniny,
- základové podmínky pod opěrami ostění,
- funkčnost drenážního systému, měření kvality a vydatnosti výronů vody do tunelu, celkové posouzení hydrogeologického režimu v okolí tunelu,
- existence a měření trhlin.

**Poznámky:**





## TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB ČESKÝCH DRAH

Vydavatel: České dráhy, s.o. - Divize dopravní cesty, o.z.

**P r v n í v y d á n í / z roku 1996/ bylo vyhotoveno a připomínkováno v tomto složení:**

Zpracovatel: PRAGOPROJEKT, a.s., a SUDOP Praha, a.s.

Zpracovatel kap. 20:

Technická rada:

**T ř e t í - aktualizované v y d á n í včetně změny č. 2 /z roku 2001/ :**

Zpracovatel:

Gestor kapitoly 20:

Zpracovatel připomínek ke kapitole 20:

(ČD, DDC, Technická ústředna dopravní cesty, sekce 13)

Distribuce: České dráhy, s.o., DDC, o.z.  
Technická ústředna dopravní cesty - Sekce technické dokumentace  
772 58 Olomouc, Nerudova 1

tel. , st. tel.  
fax . st. fax  
e-mail:



Správa železniční dopravní cesty, státní organizace



# **TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH**

## **Kapitola 21 MOSTNÍ LOŽISKA A UKONČENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU**

**Třetí - aktualizované vydání  
změna č. 5**

Schváleno I. náměstkem generálního ředitele SŽDC  
č.j.: 5584 ze dne 16.2.2006

Účinnost od 1.9.2006

Praha 2006

Tato publikace ani žádná její část nesmí být reprodukována, uložena ve vyhledávacím systému nebo přenášena, a to v žádné formě a žádnými prostředky elektronickými, fotokopírovacími či jinými, bez předchozího písemného svolení vydavatele.

Výhradní distributor: České dráhy, a. s., Technická ústředna Českých drah  
SATT - oddělení typové dokumentace  
Nerudova 1  
772 58 Olomouc

## **PŘEDMLUVA**

Kapitola 21 Technických kvalitativních podmínek staveb státních drah (dále jen TKP) se zabývá požadavky na mostní ložiska a na ukončení nosné konstrukce mostu.

Pro tuto kapitolu (stejně jako pro ostatní kapitoly) obecně platí pojmy, ustanovení, požadavky a údaje uvedené v kapitole 1 TKP Všeobecně.

Ve smyslu Zákona 137/2006 Sb. ze dne 1.7.2006 o veřejných zakázkách jsou v této kapitole 21 TKP používány termíny zadavatel (místo dřívějšího termínu objednatel) a dodavatel (místo dřívějšího termínu zhotovitel).

Kapitola 21 TKP se člení na dvě části:

21A Mostní ložiska

21B Ukončení nosné konstrukce mostu

## Obsah

|                |                                                                             |           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>21A</b>     | <b>MOSTNÍ LOŽISKA</b>                                                       |           |
| <b>21A.1</b>   | <b>ÚVOD</b>                                                                 | <b>5</b>  |
| <b>21A.1.1</b> | <b>Předmět kapitoly</b>                                                     | <b>5</b>  |
| <b>21A.1.2</b> | <b>Druhy mostních ložisek zahrnuté v části A kapitoly 21 TKP</b>            | <b>5</b>  |
| <b>21A.1.3</b> | <b>Opatření pro druhy mostních ložisek uvedených v článku 21A.1.2 TKP</b>   | <b>5</b>  |
| <b>21A.1.4</b> | <b>Opatření pro druhy mostních ložisek neuvedených v článku 21A.1.2 TKP</b> | <b>5</b>  |
| <b>21A.1.5</b> | <b>Způsobilost dodavatele ložiska</b>                                       | <b>6</b>  |
| <b>21A.1.6</b> | <b>Dokumentace dodavatele</b>                                               | <b>6</b>  |
| <b>21A.2</b>   | <b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>21A.2.1</b> | <b>Základní materiál ložisek</b>                                            | <b>6</b>  |
| 21A.2.1.1      | Ložiska ocelová                                                             | 6         |
| 21A.2.1.2      | Ložiska elastomerová                                                        | 6         |
| 21A.2.1.3      | Ložiska hrncová                                                             | 7         |
| <b>21A.2.2</b> | <b>Materiál podlití ložisek</b>                                             | <b>7</b>  |
| 21A.2.2.1      | Cementová malta a beton                                                     | 7         |
| 21A.2.2.2      | Polymermalta a polymerbeton                                                 | 7         |
| <b>21A.3</b>   | <b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ</b>                                          | <b>7</b>  |
| <b>21A.3.1</b> | <b>Mostní ložiska</b>                                                       | <b>7</b>  |
| 21A.3.1.1      | Obecně                                                                      | 7         |
| 21A.3.1.2      | Ložiska ocelová                                                             | 10        |
| 21A.3.1.3      | Ložiska elastomerová                                                        | 11        |
| 21A.3.1.4      | Ložiska hrncová                                                             | 12        |
| <b>21A.3.2</b> | <b>Protikorozi ochrana ložisek</b>                                          | <b>12</b> |
| 21A.3.2.1      | Obecně                                                                      | 12        |
| 21A.3.2.2      | Ložiska ocelová                                                             | 13        |
| 21A.3.2.3      | Ložiska elastomerová                                                        | 13        |
| 21A.3.2.4      | Ložiska hrncová                                                             | 13        |
| <b>21A.3.3</b> | <b>Ochrana proti účinkům bludných proudů</b>                                | <b>13</b> |
| <b>21A.4</b>   | <b>DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY</b>                               | <b>13</b> |
| <b>21A.4.1</b> | <b>Obecně</b>                                                               | <b>13</b> |
| <b>21A.4.2</b> | <b>Dodávka a skladování ložisek</b>                                         | <b>14</b> |
| 21A.4.2.1      | Ložiska ocelová                                                             | 14        |
| 21A.4.2.2      | Ložiska elastomerová                                                        | 16        |
| 21A.4.2.3      | Ložiska hrncová                                                             | 17        |
| <b>21A.4.3</b> | <b>Dodávka materiálu na podlití ložisek</b>                                 | <b>19</b> |
| 21A.4.3.1      | Cementová malta a beton                                                     | 19        |
| 21A.4.3.2      | Polymermalta a polymerbeton                                                 | 19        |
| <b>21A.5</b>   | <b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY</b>                                 | <b>19</b> |
| <b>21A.5.1</b> | <b>Kontrolní zkoušky základních materiálů ložisek</b>                       | <b>19</b> |
| <b>21A.5.2</b> | <b>Kontrolní zkoušky betonu a cementové malty na podlití</b>                | <b>19</b> |
| <b>21A.5.3</b> | <b>Kontrolní zkoušky polymermalty a polymerbetonu na podlití</b>            | <b>19</b> |
| <b>21A.6</b>   | <b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY</b>                          | <b>20</b> |
| <b>21A.6.1</b> | <b>Výrobní tolerance</b>                                                    | <b>20</b> |
| <b>21A.6.2</b> | <b>Tolerance osazení</b>                                                    | <b>20</b> |
| 21A.6.2.1      | Výškové tolerance                                                           | 20        |
| 21A.6.2.2      | Půdorysné tolerance                                                         | 20        |
| 21A.6.2.3      | Tolerance natočení kolem svislé osy                                         | 20        |
| 21A.6.2.4      | Tolerance natočení kolem vodorovné osy                                      | 20        |
| 21A.6.2.5      | Tolerance vodorovnosti uložení                                              | 21        |
| <b>21A.6.3</b> | <b>Míra opotřebení</b>                                                      | <b>21</b> |
| <b>21A.6.4</b> | <b>Záruky</b>                                                               | <b>21</b> |
| <b>21A.7</b>   | <b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ</b>                                                   | <b>21</b> |
| <b>21A.8</b>   | <b>ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ</b>                                        | <b>21</b> |
| <b>21A.8.1</b> | <b>Obecně</b>                                                               | <b>21</b> |

|           |                                                                                    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 21A.8.2   | Převzetí dodávky mostních ložisek                                                  | 21 |
| 21A.8.3   | Montážní prohlídka                                                                 | 21 |
| 21A.8.4   | Odsouhlasení důležitých prací                                                      | 22 |
| 21A.8.5   | Převzetí osazených mostních ložisek                                                | 22 |
| 21A.8.6   | Hlavní prohlídka                                                                   | 22 |
| 21A.8.7   | Zatěžovací zkouška, zkušební provoz                                                | 23 |
| 21A.9     | <b>KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ</b>                                | 23 |
| 21A.10    | <b>EKOLOGIE</b>                                                                    | 23 |
| 21A.11    | <b>BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA</b>                    | 23 |
| 21A.12.1  | Technické normy                                                                    | 23 |
| 21A.12.2  | Předpisy                                                                           | 24 |
| 21A.12.3  | Související kapitoly TKP                                                           | 24 |
| 21B.1     | <b>ÚVOD</b>                                                                        | 25 |
| 21B.1.1   | Definice pojmů                                                                     | 25 |
| 21B.1.2   | Předmět kapitoly                                                                   | 25 |
| 21B.1.3   | Způsoby ukončení nosných konstrukcí zahrnuté v kapitole 21 TKP                     | 25 |
| 21B.1.4   | Opatření pro způsoby ukončení nosných konstrukcí nezahrnuté v kapitole 21 TKP      | 26 |
| 21B.1.5   | Opatření pro zavedené způsoby ukončení nosných konstrukcí podle článku 21B.1.3 TKP | 26 |
| 21B.1.6   | Opatření pro nové typy mostních závěrů                                             | 26 |
| 21B.1.7   | Způsobidost dodavatele mostního závěru, legislativní požadavky                     | 26 |
| 21B.1.8   | Dokumentace dodavatele                                                             | 26 |
| 21B.2     | <b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ</b>                                        | 27 |
| 21B.2.1   | Základní materiál ukončení nosných konstrukcí                                      | 27 |
| 21B.2.1.1 | Mostní závěry                                                                      | 27 |
| 21B.2.1.2 | Těsnicí pásy a vodotěsné izolace                                                   | 27 |
| 21B.2.1.3 | Ostatní součásti ukončení nosných konstrukcí                                       | 27 |
| 21B.2.2   | Cementová malta a beton                                                            | 28 |
| 21B.2.3   | Polymermalta a polymerbeton                                                        | 28 |
| 21B.3     | <b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ</b>                                                 | 28 |
| 21B.3.1   | Ukončení nosné konstrukce                                                          | 28 |
| 21B.3.1.1 | Obecně                                                                             | 28 |
| 21B.3.1.2 | Ukončení nosné konstrukce mostními závěry                                          | 29 |
| 21B.3.1.3 | Ukončení nosné konstrukce krycími prvky                                            | 29 |
| 21B.3.1.4 | Ukončení nosné konstrukce těsníci pásy anebo zesílenou izolací                     | 30 |
| 21B.3.1.5 | Ukončení nosné konstrukce přesahem přes závěrnou zídku                             | 30 |
| 21B.3.1.6 | Ukončení nosné konstrukce mostů s mostnicemi                                       | 30 |
| 21B.3.1.7 | Ukončení nosné konstrukce mostů s přímým uložením koleje                           | 30 |
| 21B.3.1.8 | Ukončení nosné konstrukce mostů s pevnou jízdní dráhou                             | 31 |
| 21B.3.2   | Protikorozi ochrana ukončení nosné konstrukce                                      | 31 |
| 21B.3.3   | Ochrana proti účinkům bludných proudů                                              | 31 |
| 21B.4     | <b>DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY</b>                                      | 31 |
| 21B.4.1   | Obecně                                                                             | 31 |
| 21B.4.2   | Dodávka a skladování součástí ukončení nosné konstrukce                            | 32 |
| 21B.4.2.1 | Mostní závěry                                                                      | 32 |
| 21B.4.2.2 | Vodotěsné izolace a těsnicí pásy                                                   | 32 |
| 21B.4.2.3 | Ostatní součásti ukončení nosné konstrukce                                         | 32 |
| 21B.4.3   | Dodávka betonu, polymermalty a polymerbetonu                                       | 32 |
| 21B.5     | <b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY</b>                                        | 32 |
| 21B.6     | <b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY</b>                                 | 33 |
| 21B.6.1   | Výrobní tolerance                                                                  | 33 |
| 21B.6.2   | Tolerance osazení                                                                  | 33 |
| 21B.6.3   | Míra opotřebení                                                                    | 33 |
| 21B.6.4   | Záruky                                                                             | 33 |
| 21B.7     | <b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ</b>                                                          | 33 |

|                 |                                                                                      |           |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>21B.8</b>    | <b>ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ</b>                                                 | <b>34</b> |
| <b>21B.8.1</b>  | <b>Obecně</b>                                                                        | <b>34</b> |
| <b>21B.8.2</b>  | <b>Převzetí dodávky (příp. dílenská přejímka) součástí ukončení nosné konstrukce</b> | <b>34</b> |
| <b>21B.8.3</b>  | <b>Montážní prohlídka (u ocelových konstrukcí)</b>                                   | <b>34</b> |
| <b>21B.8.4</b>  | <b>Odsouhlasení dílčích prací</b>                                                    | <b>34</b> |
| 21B.8.4.1       | Obecně                                                                               | 34        |
| 21B.8.4.2       | Mostní závěry                                                                        | 34        |
| 21B.8.4.3       | Ukončení nosné konstrukce s kolejovým ložem krycími plochy nebo tvárnicemi           | 35        |
| 21B.8.4.4       | Konstrukce s kolejovým ložem těsníci pásy nebo zesílením izolace                     | 35        |
| 21B.8.4.5       | Ukončení nosné konstrukce přesahem přes závěrnou zídku                               | 35        |
| <b>21B.8.5</b>  | <b>Převzetí osazených mostních závěrů</b>                                            | <b>35</b> |
| <b>21B.8.6</b>  | <b>Hlavní prohlídka</b>                                                              | <b>36</b> |
| <b>21B.8.7</b>  | <b>Zatěžovací zkouška, zkušební provoz</b>                                           | <b>36</b> |
| <b>21B.8.8</b>  | <b>Typový štítek mostního závěru</b>                                                 | <b>36</b> |
| <b>21B.9</b>    | <b>KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ</b>                                  | <b>37</b> |
| <b>21B.10</b>   | <b>EKOLOGIE</b>                                                                      | <b>37</b> |
| <b>21B.11</b>   | <b>BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA</b>                      | <b>37</b> |
| <b>21B.12</b>   | <b>SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY</b>                                                  | <b>37</b> |
| <b>21B.12.1</b> | <b>Citované technické normy</b>                                                      | <b>37</b> |
| <b>21B.12.2</b> | <b>Citované předpisy</b>                                                             | <b>38</b> |
| <b>21B.12.3</b> | <b>Související kapitoly TKP</b>                                                      | <b>38</b> |

## 21A MOSTNÍ LOŽISKA

### 21A.1 ÚVOD

Ložiska jsou důležitou součástí nosné konstrukce mostu. Ložiska jsou vystavena velmi nepříznivým podmínkám, za kterých musí dlouhodobě a spolehlivě plnit svoji statickou funkci. S ohledem na to, je snahou navrhovat a používat ložiska s co možná největší garantovanou životností.

Všichni dodavatelé (dodavatel stavby, dodavatel objektu, dodavatel nosné konstrukce, dodavatel ložisek) jsou povinni respektovat požadavky soustavy českých technických norem. V případě rozporu mezi TKP a českými normami jsou rozhodující ustanovení, požadavky a kritéria TKP.

#### 21A.1.1 Předmět kapitoly

Definice ložiska: Pojem ložisko nebo mostní ložisko v části A kapitoly 21 TKP nadále označuje (v souladu s ČSN 73 6200 a ČSN EN 1337-1) část nosné konstrukce mostu, která přenáší zatížení z nosné konstrukce na podpěry, popř. na jinou část nosné konstrukce, a umožňuje nebo omezuje posuny a pootočení nosné konstrukce v místech uložení.

V České republice pro průmyslově vyráběná ložiska, jakožto výrobky pro stavbu, platí Zákon o technických požadavcích na výrobky (Zákon 22/1997 Sb.) a příslušné nařízení vlády (č. 163/2002 Sb.), v platném znění. Dodávat se smí pouze ložiska, která jsou v souladu s těmito předpisy. Výrobce je povinen prokazovat shodu u vybraných stavebních výrobků. Přehled těchto výrobků je v příloze č.2 tohoto nařízení vlády. Mostní ložiska jsou ve skupině 9/5 „Konstrukční ložiska“. Shoda se prokazuje postupy podle § 5 – certifikací výrobku.

Část A kapitoly 21 TKP stanovuje podmínky pro dodávání, přejímání, skladování a montáž ložisek, které jsou závazné pro výstavbu a rekonstrukci všech železničních mostních objektů. Stanovuje:

- požadavky na zajištění kvality dodávky ložisek jejich dodavatelem (výrobcem),
- požadavky na zajištění kvality stavebních prací, souvisejících s osazením ložisek do mostního objektu, prováděných dodavatelem stavby, příp. subdodavatelem stavby,
- požadavky na přejímání ložisek v hotové mostní konstrukci.

Část A kapitoly 21 neřeší uložení nosné konstrukce prostřednictvím vrubových nebo ocelových kloubů, neřeší uložení integrovaných mostů a neřeší také uložení nosné konstrukce na lepenku nebo jiné vložky.

#### 21A.1.2 Druhy mostních ložisek zahrnuté v části A kapitoly 21 TKP

V části A kapitoly 21 TKP jsou zahrnuta mostní ložiska:

- ocelová (vahadlová, tangenciální, desková a kolejnicová),
- elastomerová,
- hrncová.

#### 21A.1.3 Opatření pro druhy mostních ložisek uvedených v článku 21A.1.2 TKP

Ustanovení v části A kapitoly 21 TKP jsou závazná i pro druhy mostních ložisek, pro které zpravidla byly zpracovány podklady různého stupně závaznosti (ČSN EN, ČSN, TNŽ, bývalé ON, mostní vzorové listy, typizační směrnice, typové projekty, podnikové normy a směrnice ap.).

Použití nového typu ložiska musí být schváleno odborným orgánem zadavatele. Terminem typ ložiska se zde rozumí souhrn technických údajů pro konkrétní druh ložiska z výrobního programu výrobce (velikost ložiska, únosnost, posuny, pootočení apod.).

#### 21A.1.4 Opatření pro druhy mostních ložisek neuvedených v článku 21A.1.2 TKP

Použití druhu mostního ložiska, které není uvedeno v čl. 21A.1.2 této kapitoly TKP musí být schváleno odborným orgánem zadavatele. Potřebné zásady uložení je nutno řešit předpisem Zvláštní technické kvalitativní podmínky (dále jen ZTKP - viz kapitola 1 TKP).

Stejně se postupuje při použití nového druhu mostního ložiska nebo u ložisek zvláštního účelu (např. ložisek rektifikovatelných nebo ložisek kolejových vah).

Ve všech případech uvedených v tomto článku musí ložiska splňovat podmínky článku 1.4.5 kapitoly 1 TKP.

### **21A.1.5 Způsobilost dodavatele ložiska**

Obecně ložiska může vyrábět pouze dodavatel, jehož systém řízení jakosti, způsobilost pracovníků a výrobní zařízení pro výrobu příslušného druhu ložisek jsou certifikovány certifikačním orgánem akreditovaným podle ČSN EN 45012.

Ocelové části mostních ložisek může vyrábět a inostní ložiska všech druhů pro ocelové inosty může osazovat pouze dodavatel, který vlastní platný Velký průkaz způsobilosti podle ČSN 73 2601, rozšířený o oprávnění k výrobě a montáži ocelových inostních konstrukcí prováděných podle ČSN 73 2603. Obecné požadavky na způsobilost dodavatele ocelových částí ložisek jsou popsány v článku 1.3 kapitoly 19 TKP.

U zahraniční dodávky ložisek rozhodne o jejich použití odborný orgán zadavatele.

### **21A.1.6 Dokumentace dodavatele**

Výroba a osazení mostních ložisek musí být provedeny podle zpracované dokumentace dodavatele, kterou dodavatel předkládá v celém rozsahu projektantovi k odsouhlasení a zadavateli ke schválení. Tato dokumentace musí mít dvě části: Výrobní dokumentace a montážní dokumentace. Podrobné požadavky na dokumentaci ocelových částí ložisek jsou uvedeny v článku 1.4 kapitoly 19 TKP.

## **21A.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ**

### **21A.2.1 Základní materiál ložisek**

#### **21A.2.1.1 Ložiska ocelová**

Ustanovení se týkají ložisek z ocelí běžných i vysokých pevností. Z hlediska jejich konstrukce se jedná o ložiska vahadlová, tangenciální, desková a kolejnicová.

Pro základní ocelový materiál, přídavný materiál i polotovary platí ČSN 73 6205, oddíl 5. Pro dodávku ocelového materiálu platí ČSN EN 10021. Vlastnosti základního materiálu ocelových ložisek (plechů, odlitků a výkovků) musí být doloženy dokumentem kontroly 3.1.C podle ČSN EN 10204.

K výrobě ocelových ložisek může být, po odsouhlasení projektantem a schválení zadavatelem, v dokumentaci dodavatele navržen i jiný materiál, který vykazuje rovnocenné vlastnosti v rozsahu podle ČSN 73 6205, článek 5.2.9.

Hrubé odlitky nesmějí mít povrchové a vnitřní vady v rozsahu, který by byl na závalu jejich použití a obrábění. Opravy vad odlitků jsou přípustné v rozsahu určeném ČSN EN 1559-1 a ČSN EN 1559-2.

#### **21A.2.1.2 Ložiska elastomerová**

Požadované vlastnosti elastomerového materiálu i výztužných vložek (ocelových plechů) jsou stanoveny v ČSN EN 1337-3.

Pro elastomerová ložiska se používá elastomer na bázi chloropren-kaučuku. V ČSN EN 1337-3 jsou uvedeny zkušební metody jednotlivých fyzikálních vlastností elastomeru a příslušné zkušební předpisy.

Fyzikální vlastnosti elastomeru musí být garantovány pro rozsah teplot podle oddílu 7 této kapitoly TKP. Elastomer musí být odolný proti klimatickým účinkům (včetně slunečního záření a ozónu) a odolný proti stárnutí.

Vlastnosti výztužných vložek (ocelových plechů) a ložiskových desek musí v přiměřené míře splňovat požadavky dle ČSN 73 6205, tab.5.4a. Pro ložiskové desky, na kterých se nesvařuje, se však požaduje minimálně zkouška tahem. Pro ložiskové desky, na kterých se svařuje, se navíc požaduje zaručená svařitelnost (hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV). Rozsah případných dalších požadovaných zkoušek musí být stanoven v projektové dokumentaci.

Vlastnosti materiálu musí být doloženy dokumentem kontroly 3.1.B podle ČSN EN 10204.



### 21A.2.1.3 Ložiska hrncová

Požadované vlastnosti základního materiálu jsou stanoveny v ČSN EN 1337-5.

Požadavky na materiál kluzných a vodících prvků musí být v souladu s ČSN EN 1337-2.

Fyzikální vlastnosti nekovových materiálů musí být:

- garantovány pro rozsah teplot podle oddílu 7 této kapitoly TKP,
- odolné proti klimatickým účinkům (včetně slunečního záření a ozónu),
- odolné proti stárnutí.

Vlastnosti ocelového materiálu musí být doloženy dokumentem kontroly 3.1.B podle ČSN EN 10204.

## 21A.2.2 Materiál podlití ložisek

### 21A.2.2.1 Cementová malta a beton

Beton, který tvoří podklad ložisek, příp. zajišťuje ložiska proti posunutí, musí odpovídat ustanovením kapitoly 17 TKP. Požadavky na cementovou maltu se stanoví stejně jako pro beton dle kapitoly 17 TKP.

Požadavky na beton nebo cementovou maltu musí být obsaženy v projektové dokumentaci a v technologickém předpisu zpracovaném zhotovitelem stavby. V žádném případě nesmí být kvalita podlití horší než kvalita betonu pod ložiskem. Jedná se o požadavky na pevnostní třídu, složení betonu nebo cementové malty, zpracování (konzistence, rychlost tuhnutí) a maximální jmenovitou horní frakce kameniva.

Kvalita betonu musí odpovídat alespoň třídě C25/30 pro stupeň prostředí XF1 podle ČSN EN 206-1, případně C30/37 pro stupeň prostředí XD1. Požadovaný stupeň prostředí musí být obsažen v projektové dokumentaci. Minimální třída betonu nebo cementové malty musí splňovat limitní požadavky dle tabulky 17-12 v kapitole 17 TKP.

V projektové dokumentaci mohou být specifikovány další požadavky, zvláště pak v závislosti na vlivu prostředí (např. mrazuvzdornost, odolnost povrchu proti vodě a chloridům apod.)

### 21A.2.2.2 Polymermalta a polymerbeton

Kvalita polymermalty a polymerbetonu, které tvoří podklad ložisek, příp. zajišťují ložiska proti posunutí, musí odpovídat ustanovením kapitoly 17 TKP.

Požadavky na polymermaltu a na polymerbeton musí být obsaženy v projektové dokumentaci a v technologickém předpisu zpracovaném zhotovitelem stavby. Projektová dokumentace musí obsahovat požadavky na pevnost v tlaku a v tahu za ohybu a na nevodivost pro elektrický proud. Technologický předpis musí obsahovat požadavky na složení směsi a na maximální jmenovitou horní mez frakce kameniva (neměla by být větší než ¼ nejmenší tloušťky prováděné vrstvy). V žádném případě nesmí být kvalita podlití horší než kvalita betonu pod ložiskem. Požaduje se však minimální charakteristická hodnota pevnosti v tlaku 40 MPa.

V případě požadavku na elektroizolaci musí receptura polymermalty a polymerbetonu zajistit, po dosažení požadované pevnosti dle dokumentace, co nejvyšší hodnotu měrného odporu, minimálně však  $1 \times 10^6 \Omega \text{m}$ .

Pro dosažení požadovaných vlastností polymermalty a polymerbetonu je nutné dodržovat stanovenou recepturu při současném respektování klimatických podmínek.

## 21A.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

### 21A.3.1 Mostní ložiska

#### 21A.3.1.1 Obecně

##### 21A.3.1.1.1 Uspořádání ložisek

Uspořádání ložisek, tzn. umístění a orientace jednotlivých dnů a typů ložisek, musí odpovídat dokumentaci. Pro osazení inostních ložisek musí být vyhotoven technologický předpis, jehož součástí jsou výkresy umístění a osazení ložisek. Technologický předpis musí obsahovat všechny údaje požadované pro osazení ložiska (rozměry, výšky, sklony, příčné a podélné umístění, tolerance, svislé a vodorovné síly působící na jednotlivá

ložiska, jakost malty v ložiskové spáře a jakost materiálu spodní stavby pod ložiskem, nastavení ložiska vzhledem k teplotě konstrukce, časový harmonogram osazování ložisek). Výkres osazení ložiska může být spojen s výkresem umístění ložisek na konstrukci do jednoho dokumentu.

Případné změny druhu nebo typu ložisek oproti dokumentaci musí odsouhlasit projektant a schválit zadavatel, přičemž použitá ložiska a změnou vyvolané konstrukční úpravy musí vyhovovat ustanovením této kapitoly TKP.

#### *21A.3.1.1.2 Konstrukční řešení uložení hlavní nosné konstrukce mostu*

Při návrhu mostního objektu je nutno zajistit, aby:

- provedení úložného prahu umožnilo:
  - čištění prostoru okolo ložisek,
  - kontrolu ložisek,
  - údržbu ložisek (např. mazání, obnovu protikorozi ochrany apod.),
  - výměnu ložisek nebo jejich částí,
  - umístění lisů výšky min 300 mm, pokud nebude manipulace s konstrukcí zajištěna jinak,
- provedení přípojí úložných ploch ložisek na spodní stavbu i nosnou konstrukci:
  - umožnilo výměnu ložisek nebo jejich částí bez poškození nosné konstrukce a úložných prahů (s výjimkou ocelových tangenciálních ložisek),
  - zabránilo putování ložisek.

#### *21A.3.1.1.3 Konstrukční řešení uložení ložisek*

Horní i dolní úložná plocha ložiska musí být osazeny ve vodorovné poloze, a to i u mostů v podélném nebo příčném sklonu. U mostů ve sklonu je nutno nad ložisky provést dolní plochu nosné konstrukce jako vodorovnou nebo inercií nosnou konstrukci a ložisko osadit klínovou podložku. Tloušťka klínové podložky ve špičce přitom musí být nejméně 20 mm.

Uložení ložisek do hnízd se připouští pouze pro ocelová ložiska. Ocelová ložiska zapuštěná do hnízd s minimální hloubkou zapuštění dle TNŽ 73 6277 (viz též čl. 21A.3.1.2 této kapitoly TKP) nemusí mít další kotvení.

Ložiska elastomerová a hliníková nesmí být zapuštěna do hnízd s výjimkou jejich kotevních desek a kotevních prvků. Ložiska elastomerová a hliníková musí být kotvena vždy.

#### *21A.3.1.1.4 Vyměnitelnost ložisek a jejich částí*

Všeobecně se požaduje umožnění výměny celého ložiska včetně jeho případných ložiskových desek (horní a dolní) se zarážkami pro přenos vodorovných sil a výměny jednotlivých funkčních částí ložiska s výjimkou elastomerových ložisek mostů rozpětí do 20 m podle čl. 21A.3.1.3 této kapitoly TKP. Proto se přednostně používají ložiska přišroubovaná (nepřivařená) k hlavní nosné konstrukci a ke spodní stavbě.

Při výměně ložisek nebo jejich částí se zpravidla předpokládá přizvednutí konstrukce o 10 mm, pokud dokumentace, s ohledem na druh a typ ložiska, nepožaduje hodnotu vyšší. Hodnota přizvednutí musí být respektována při návrhu všech částí mostu (zvláště pak při návrhu ukončení nosné konstrukce mostu a při návrhu mostního závěsu). Pokud ve výjimečných případech nejsou ložiska přístupná a nemohou být výměněna, musí být pro požadovanou dobu životnosti odolná proti korozi a po tuto dobu nesmí vyžadovat žádnou údržbu.

#### *21A.3.1.1.5 Ložiska přenášející vodorovné síly*

I když jsou ložiska navržena tak, aby zachycovala vodorovné síly, přesto v nich dojde k určitým posunům, dokud se vůle mezi jednotlivými částmi ložiska nevyčerpá. Tyto pohyby mají být co nejmenší. Proto by vůle v ložiskách neměla být větší než 2 mm, není-li stanoveno jinak.

Jestliže je vodorovným posunům konstrukce bráněno šroubovými přípoji s nepředpjatými šrouby, tak vrtání otvorů může být maximálně o 1,0 mm větší než je průměr šroubu. V případě použití předpjatých šroubů toto omezení neplatí.

#### *21A.3.1.1.6 Měrky pro měření horizontálních posunů*

Pohyblivá ložiska s horizontálními posuny většími než  $\pm 20$  mm se vybavují měrkou pro měření posunů. Na indikátoru pohybu musí být vyznačené přípustné mezí hodnoty pohybu. Indikátor pohybu by měl být umístěn tak, aby byl čitelný ze snadno přístupného místa.

#### *21A.3.1.1.7 Přednastavení ložisek*

Přednastavení ložisek není všeobecně vhodné. Je-li přednastavení nutné, musí být provedeno při výrobě ložiska. Není-li možné se vyhnout změně nastavení ložiska na stavbě, musí být provedeno přímo výrobcem ložiska nebo jím pověřeným zástupcem. Přednastavení nelze provést u ložiska elastomerového bez kluzné desky.

#### *21A.3.1.1.8 Změny v uložení ložisek*

Pokud jsou prováděny změny v uložení ložisek oproti dokumentaci, je nutno, aby i v takovém případě byly splněny požadavky dle odst. 21A.3.1.1.2.

#### *21A.3.1.1.9 Osazení ložisek*

Osazení ložisek musí být prováděno výrobcem nebo jinou organizací pověřenou výrobcem za přítomnosti výrobce, příp. za přítomnosti jím pověřeného zástupce, pokud se zadavatel s dodavatelem stavby nedohodnou jinak. Úpravy na již dodaných ložiskách se mohou provádět jen podle návodu na výkresu osazení, kde jsou uvedeny podrobné pokyny. Jakékoliv úpravy musí provádět dodavatel ložiska nebo jiná organizace za přítomnosti dodavatele ložiska.

Ložiska musí být osazena podle výkresu osazení v souladu s označením na ložisku. Aby mohlo být určeno nastavení ložiska, musí být stanovena střední teplota konstrukce. Postup pro stanovení střední teploty v závislosti na typu hlavní nosné konstrukce je uveden v ČSN EN 1337-11, příloha A.2.

Při manipulaci s ložisky je nutno zajistit, aby ložiska nebyla inechanicky poškozena a vystavena rázům (zejména jejich funkční a kluzné plochy).

Vždy je třeba vhodným způsobem zajistit, aby nemohlo dojít k postupnému uvolnění sestavy ložisek vlivem dynamického zatěžování.

#### *21A.3.1.1.10 Postup osazování ložisek*

Postup osazování ložisek musí zajistit, aby všechna ložiska byla trvale aktivní (tj. aby trvale doléhaly jejich funkční plochy). Proto je nutno zejména:

- zajistit přesnou výškovou polohu ložisek,
- dokonale provést podlití ložisek. Bez ohledu na použitou metodu osazování musí být ložisko uloženo na celé ploše. Jmenovitá tloušťka podlití musí být nejméně 20 mm, minimální skutečná tloušťka podlití nesmí klesnout pod 10 mm,
- pokud to způsob osazování konstrukce umožňuje, osadit konstrukci na provizorní podpory, upravit výšky ložisek a teprve poté ložiska podlít.

Postup osazování ložisek se zaznamená ve stavebním deníku objektu a pro každé ložisko se musí vyhotovit protokol o osazení ložiska (ve smyslu ČSN EN 1337-11) za účasti dodavatele ložisek, dodavatele objektu a stavebního dozoru zadavatele stavby. Protokol o osazení ložiska musí obsahovat následující údaje: datum a čas osazení ložiska, teplotu vzduchu a konstrukce, stav ložiska včetně protikorozní ochrany, nastavení pohyblivého ložiska, poloha ložiska vzhledem k nosné konstrukci dle projektové dokumentace, stav dočasných upínacích zařízení, stav úložné plochy (tolerance osazení dle článku 21A.6.2 této kapitoly TKP, čistota úložné plochy), údaje o maltě a maltové spáře, výsledek zkoušky materiálu na podlití ložiska, údaje o průběhu ošetřování podlití.

Jakmile podlití dosáhne požadované pevnosti, tak je možné odstranit montážní podepření. Musí být zaznamenán datum a čas uvolnění konstrukce, resp. spuštění konstrukce na ložiska. Dále musí být potvrzeno, že byly uvolněny nebo odstraněny šrouby upínacího zařízení. Za žádných okolností není dovoleno, aby montážní podložky zůstaly pod ložiskem.

Jakmile se ložiska stanou funkčními, musí být zkontrolováno jejich osazení a funkce. Kontroluje se předepsaná poloha ložisek a jejich pohyblivost. Kontrolu provádí dodavatel ložisek za účasti dodavatele objektu a stavebního dozoru zadavatele stavby, není-li v rámci schvalování výrobní dokumentace stanoveno jinak.

Na závěr se vyhotoví protokol o definitivním zajištění polohy a funkce ložiska, který musí obsahovat následující údaje: datum a čas uvolnění konstrukce, teplotu vzduchu a konstrukce, prohlášení o odstranění montážního podepření, upínacího zařízení a montážních podložek, výsledek kontroly polohy ložisek a jejich pohyblivosti a případně další skutečnosti, které by mohly ovlivňovat požadovanou funkci ložisek.

#### *21A.3.1.1.11 Vyrovnávací vrstvy a zalití ložisek*

Vyrovnávací vrstvy a zalití ložisek se provádí zpravidla z polymernalty. Polymernalta smí být nahrazena cementovou maltou pouze po schválení projektantem. Cementová malta nesmí být použita v oblastech výskytu bludných proudů, v žádném případě pak na tratiích elektrizovaných stejnosměrnou proudovou trakcí.

Vyrovňovací vrstvy z polymermalty je nutno provádět na suchý a zdrsňený podklad, zbavený všech nečistot, mastnoty a chemikálií. Plnivo musí být suché a musí být proto odpovídajícím způsobem skladováno. Chemické vlastnosti pryskyřice a poměr mísení pryskyřice a plniva musí být takové, aby se vytvořila vhodná hustota a vhodný čas tuhnutí pro zajištění správného osazení v podmínkách stavby. Dále musí být zajištěno konečné vytvrdnutí polymermalty a dlouhodobá pevnost. Betonový podklad se pro zvýšení soudržnosti opatří penetračním nátěrem. Podrobnosti provádění stanoví příslušné technické listy použitých výrobků nebo jejich složek.

Pokud se vyrovňovací vrstvy a zalití ložisek provádí z cementové malty, je nutno pro zajištění soudržnosti beton úložného prahu dokonale provlhčit. Přebytečná voda musí být bezprostředně před betonáží vytřena. Cementová malta musí být provedena podle stejných požadavků jako jsou kladeny na beton podle kapitoly 17 TKP a ČSN EN 206-1.

Ložisko může být osazováno na vypouklé lože malty v tuhém, částečně plastickém stavu tak, že přebytečná malta může být vytlačována do všech stran. Nebo může být malta do styčné spáry vnášena injektováním, přičemž je nutno zajistit vhodné odvzdušnění. Postup s injektováním je nutno použít pro ložiska s kotevními prvky. Pouze ložiska, jejichž délka kratší strany je menší než 500 mm, lze osazovat tak, že malta může být napěchována pod ložisko. Ve všech případech musí být použita malta s nízkým koeficientem smrštění.

Tloušťka nevyztužených maltových spár (z polymermalty nebo z cementové malty) mezi ložiskem a horním povrchem úložného bloku nebo prahu nesmí přestoupit 50mm nebo hodnotu danou vztahem:

$$0,1 \times \text{dotyková plocha ložiska} / \text{obvod dotykové plochy ložiska} + 15 \text{ mm (v mm)},$$

přičemž platí menší z obou hodnot. Dále platí, že skutečná tloušťka nesmí být menší než 10 mm a než trojnásobek maximální velikosti zrna.

Vyrovňovací vrstvy z polymermalty i cementové malty musí být až do vytvrdnutí ošetřovány a chráněny před případnými vodními srážkami.

V oblastech s výskytem bludných proudů, tj. na tratích elektrizovaných stejnosměrnou proudovou trakcí a v přilehlých úsecích nebo v oblastech, kde byl výskyt bludných proudů prokázán korozním průzkumem, musí být ložiska osazena tak, aby nebyla v kontaktu s betonem úložného prahu, ale výhradně jen s polymerbetonem, polymermaltou nebo s podložkou z PVC. Podložka z PVC je však přípustná pouze pro ocelová ložiska. Detail odizolování ložisek od úložného prahu musí být obsažen v projektové dokumentaci.

#### *21A.3.1.1.12 Spouštění konstrukce na ložiska*

Pokud se inostní konstrukce spouští na ložiska, tak rektifikační šrouby a montážní podložky musí zůstat funkční do doby, než podlité v mezilehlé spáře dostatečně zatvrdne. Pevnost malty je třeba doložit průkazní zkouškou. Následně musí být všechny montážní podložky odstraněny. Až potom se stane ložisko plně funkční.

#### *21A.3.1.1.13 Zvláštní podmínky osazení*

Jakékoliv zvláštní podmínky osazení musí být dohodnuty mezi zadavatelem a dodavatelem ložiska a potvrzeny písemně při dodávce ložisek. Je velmi obtížné předvídat podmínky na stavbě v době osazování ložisek a tudíž přesně určit velikost posunů. Je proto lepší při návrhu ložisek vycházet z nejnepříznivějších možných předpokladů. Požaduje-li zadavatel, aby se bral ohled na podmínky existující v době montáže ložisek, musí to být projednáno s dodavatelem. Přesné podmínky pro osazení musí být definovány a musí být zajištěno, že budou dodrženy.

### **21A.3.1.2 Ložiska ocelová**

Ocelová ložiska se standardně osazují do hnízd v provedení podle TNŽ 73 6277, čl. 61-62 a proti posunutí se zajišťují polymermaltou, příp. cementovou maltou, provedenou podle dokumentace a v kvalitě podle oddílu 21A.2 této kapitoly TKP. Ložiska musí být v hnízdech zapuštěna do hloubky nejméně 30 mm, pokud není v dokumentaci stanovena hloubka větší.

Ocelová ložiska musí být vždy rovnoměrně podlita po celé ploše polymermaltou, příp. cementovou maltou, provedenou podle dokumentace a v kvalitě podle oddílu 21A.2 této kapitoly TKP.

Podlité ložiska může být nahrazeno deskou z měkčeného PVC tloušťky 10 mm. Tyto PVC-vložky pod ložiskem mohou být sestaveny nejvýše ze dvou částí, a to výhradně se souhlasem stavebního dozoru zadavatele. Vložky se osadí s dostatečným přesahem (nejlépe na celou plochu hnízda). Po osazení konstrukce a případné úpravě její polohy se PVC-vložky oříznou ostrým nožem podle hran ložiska, aby nepřesahovaly pod zalití ložiska.

Pokud se vyrovnávací vrstva provádí nad úrovní úložného prahu a má tloušťku větší než 50 mm, musí být vyztužena rozdělovací výztuží proti účinkům příčných tahů. Pokud se vodorovné síly přenáší pouze třením, musí být ložisko obetonováno do výšky nejméně 30 mm, přičemž obetonování ložiska musí být vyztuženo odpovídajícím způsobem při dodržení požadovaných izolačních vlastností ložiska.

V přípoji ocelového ložiska k ocelové nosné konstrukci se zpravidla osazuje vložka z měkčeného PVC. Detaily přípoje se provedou u ocelových konstrukcí podle MVL 211 a TNŽ 73 6277, čl. 55, u betonových konstrukcí podle dokumentace dle MVL 511, přičemž musí být zachována možnost výměny ložiska, tzn.:

- pokud je ložisko nutno kotvit, musí být ke kotvení prvků připojeno oddělitelně,
- ložisko nesmí být přivařeno k výztuži nosné konstrukce nebo úložného prahu.

Výjimku tvoří ocelová tangenciální ložiska podle TNŽ 73 6277, čl. 7, která mohou být trvale připojena k masivní nosné konstrukci a nebo úložnému prahu zabetonovány mi kotvami.

Případné lepení ložisek k úložnému prahu či nosné konstrukci musí odpovídat technickým podmínkám dodavatele ložisek, schváleným odborným orgánem zadavatele.

V žádném případě se nesmí svařovat na odlitcích, kovaných součástech a částech z ocelí vysoké pevnosti.

Vzájemná poloha součástí pohyblivého ložiska při montáži se určí v závislosti na okamžité teplotě konstrukce tak, aby při teplotě + 10°C bylo ložisko v základní poloze (viz též ČSN 73 6203, část E).

### 21A.3.1.3 Ložiska elastomerová

Pro železniční mosty lze používat elastomerová ložiska pouze vyztužená. Elastomerová ložiska pro betonové mosty musí mít horní a dolní kotvení desku s kotveními prvky a současně horní a dolní ložiskovou desku. Elastomerová ložiska pro ocelové mosty musí mít dolní kotvení desku s kotveními prvky a současně horní a dolní ložiskovou desku. Ložiskové desky musí být oddělitelně připojeny (šroubovým připojením) ke kotvením deskám. Pouze pro mosty do rozpětí 20 m mohou mít elastomerová ložiska pouze horní a dolní ložiskovou desku s kotveními prvky. V závislosti na požadovaném vodorovném posunu mohou být použita elastomerová ložiska buď bez kluzné desky nebo s kluznou deskou.

Osazení ložisek se provádí podle projektové dokumentace a dokumentace dodavatele.

Styčné plochy pro ložisko na spodní stavbě a na nosné konstrukci musí být čisté, suché, hladké a rovné v tolerancích stanovených ČSN EN 1337-3. Požadavky na provedení úložných ploch ložiska musí být obsaženy v dokumentaci, v závislosti na použitém typu elastomerového ložiska.

Aby se zamezilo nerovnoměrnému nánášení ložisek, musí být dosedací plochy, které jsou v kontaktu s ložisky, navzájem rovnoběžné a rovné. Pokud pod elastomerovým ložiskem není maltové lože, potom vzdálenost mezi úložnou rovinou pod ložiskem a rovinou dosedací plochy hlavní nosné konstrukce mostu nesmí vykazovat v ploše ložiska rozdíl větší než 3‰ z většího rozměru nebo průměru dosedací plochy, maximálně však 1 mm.

Nepřípustné je zejména:

- zapustit elastomerové části ložiska včetně jeho navulkanizovaných ocelových desek do úložného prahu či nosné konstrukce,
- bránit ložisku v deformaci,
- vrstvit ložiska na sebe,
- svařovat na ocelových součástech, které jsou součástí ložiska (týká se hlavně vnějších navulkanizovaných ocelových desek ložiska).

V každém případě musí být zajištěna možnost výměny elastomerového bloku ložiska včetně jeho ložiskových desek.

Elastomerová ložiska musí být navržena a provedena tak, aby se zamezilo prokluzu ložisek vlivem vratných sil i při minimálním zatížení. Přenos vodorovných sil se zajišťuje čepem.

Před osazením a v průběhu montážních prací musí být ložiska chráněna před přímým slunečním zářením a před přímým stykem s tuky, ropnými produkty a rozpouštědly (např. s odbedňovacími přípravky).

Nosnou konstrukci je nutno ukládat na elastomerová ložiska, která nemají kluznou část, při střední teplotě konstrukce stanovené v dokumentaci s předepsanou tolerancí teplot. Postup pro stanovení střední teploty v závislosti na typu hlavní nosné konstrukce je uveden v ČSN EN 1337-11, příloha A.2. Při stanovení tolerance

je nutno respektovat skutečnost, že mostní elastomerová ložiska bez kluzné části nelze přednastavit. Elastomerová ložiska s kluznou částí lze přednastavit podle montážní teploty.

Při svařování v blízkosti ložisek je nutno kontrolovat teplotu elastomeru (dozorem výrobce) a chránit elastomerový blok před poškozením (elektrodou, jiskrami apod.).

#### 21A.3.1.4 Ložiska hrcová

Osazení ložisek se provádí podle projektové dokumentace a dokumentace dodavatele ložisek.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat:

- zachování čistoty kluzných ploch pohyblivých ložisek (nutno chránit též před vzdušným prachem),
- dokonalému zajištění vodorovné polohy ložiska,
- přesnému nastavení směru posunu jednosměrně pohyblivých ložisek,
- utěsnění spár při zabetonovávání kotevních prvků do kapes, aby se zabránilo vnikání malty do ložisek,
- dokonalému zabetonování kapes s kotevními prvky (zpravidla použitím ponorných vibrátorů o malém průřezu),
- zákazu svařování na ložisku,
- kontrole teploty nekovových částí ložiska při svaření v blízkosti ložiska.

K ocelové konstrukci se hrcová ložiska připevňují pomocí šroubů s tolerancí otvorů 0,2 až 1,0 mm.

V každém případě musí být zajištěna možnost výměny hrcového ložiska nebo jeho jednotlivých částí s výjimkou zabetonovaných kotev.

Pohyblivá hrcová ložiska jsou nastavena zpravidla výrobcem na montážní teplotu stanovenou v projektové dokumentaci. Nastavení ložiska na skutečnou montážní teplotu může provést pouze výrobce nebo jiná pověřená firma. Pohyblivá hrcová ložiska musí být opatřena kontrolním zařízením pro měření pohybů (ryška a stupnice nebo index).

Kluzné plochy pohyblivých ložisek smí být mazány pouze výrobcem schválenými silikonovými tuky, funkčními v požadovaném rozsahu teplot.

### 21A.3.2 Protikorozi ochrana ložisek

#### 21A.3.2.1 Obecně

Protikorozi ochrana ložisek musí být prováděna pouze schválenými systémy protikorozi ochrany ocelových konstrukcí v souladu s ustanoveními kapitoly 25B TKP a předpisu ČD S5/4. Dále jsou požadavky na protikorozi ochranu stavebních ložisek uvedeny v ČSN EN 1337-9. V případě rozporu mezi TKP a českými technickými normami platí ustanovení oddílu 1 této kapitoly TKP. V této části A kapitoly 21 jsou uvedena pouze upřesnění, platná pro mostní ložiska železničních mostních objektů.

V zásadě se doporučuje kombinovaný ochranný systém ocelových částí mostních ložisek železničních mostních objektů. Konkrétní skladba systému protikorozi ochrany se řídí dále podle technologických předpisů dodavatele, které mohou požadavky dle předpisu ČD S5/4 pouze zpřesnit (např. požadavky na životnost, prostředí apod.). Stanovení požadavků na provedení protikorozi ochrany ložisek je součástí schvalovacího řízení pro daný výrobek podle čl. 21A.1.1 této kapitoly TKP.

Protikorozi ochrana mostních ložisek, vyráběných v rámci dodávky ocelové konstrukce, je zpravidla předinženýrní samostatné dodávky, kterou zajišťuje dodavatel stavby. Její provedení musí odpovídat dokumentaci. Použití nových systémů protikorozi ochrany se schvaluje analogicky s čl. 21A.1.4 této kapitoly TKP.

Protože se protikorozi ochrana mostních ložisek provádí zpravidla před jejich osazením, je nutno dodatečně:

- doplnit protikorozi ochranu přípojů ložisek,
- opravit poškození ochranného systému vzniklá při další manipulaci,
- případně barevně sjednotit ložisko a konstrukci.

Funkční plochy a nekovové části ložisek musí být při dodatečném doplňování a opravách protikoroziního ochranného systému chráněny.

Po provedení protikoroziní ochrany nesmí být prováděny v jejím dosahu žádné svářečské práce.

#### 21A.3.2.2 Ložiska ocelová

Součástí dodávky ložisek je minimálně nátěr základní barvou, který musí být součástí schváleného systému protikoroziní ochrany dle odst. 21A.3.2.1. Tento nátěr smí být proveden až po dílenské přejímce ložiska.

Funkční plochy ložisek se ošetří buď základním nátěrem nebo se konzervují směsí tuku a grafitu. Použití konzervace směsí tuku a grafitu se provádí až po osazení ložisek a po dokončení protikoroziní ochrany ložisek. Plochy zapuštěné do betonu se nenatírají s výjimkou přesahu 50 mm od povrchu betonu.

Provedení definitivní protikoroziní ochrany schváleným systémem dle odst. 21A.3.2.1 zajišťuje dodavatel stavby.

#### 21A.3.2.3 Ložiska elastomerová

Protikoroziní ochrana případných kovových částí pevně spojených s ložiskem je součástí dodávky ložiska.

Provedení protikoroziní ochrany ocelových prvků, které nejsou přímou součástí ložiska (roznášecí desky, zarážky apod.), zajistí dodavatel stavby podle dokumentace, schváleným systémem protikoroziní ochrany.

#### 21A.3.2.4 Ložiska hrcová

Vzhledem k náročnosti ochrany neoprenových částí a kluzných ploch musí být provedení protikoroziní ochrany ocelových částí ložiska součástí dodávky hrcového ložiska.

Protikoroziní ochrana ocelových částí hrcových ložisek musí být provedena pouze schváleným systémem dle odst. 21A.3.2.1.

### 21A.3.3 Ochrana proti účinkům bludných proudů

Ochrana proti účinkům bludných proudů musí být v souladu s ustanoveními kapitoly 25A TKP a předpisu ČD SR 5/7(S).

Ochrana proti účinkům bludných proudů musí být zajištěna v oblastech jejich výskytu, tj. na tratích elektrizovaných stejnosměrnou proudovou trakcí a v přilehlých úsecích nebo v oblastech, kde byl výskyt bludných proudů prokázán korozním průzkumem.

V oblastech výskytu bludných proudů je nutno z hlediska vodivosti oddělit nosnou konstrukci od spodní stavby následujícími způsoby:

- použít izolovaná mostní ložiska (např. některé typy elastomerových ložisek),
- přerušit vodivé propojení izolační vrstvou pod ložisky (vložkami z PVC, vrstvou polymerbetonu nebo polymermalty).

Pokud se v oblasti výskytu bludných proudů výjimečně provádějí ocelová tangenciální ložiska, musí být důsledně provedena individuální opatření na ochranu proti účinkům bludných proudů podle dokumentace ve smyslu předpisu ČD SR 5/7(S).

Pokud je požadováno průkazní měření elektrického odporu mostního ložiska, zajistí je dodavatel stavby. Elektrický odpor jednoho osazeného mostního ložiska musí být minimálně 5 kΩ.

## 21A.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY

### 21A.4.1 Obecně

Dodávka ložisek v jednotlivých případech je považována:

- za dodávku výrobků pro stavbu, přičemž se jakost dodaných výrobků zajišťuje certifikací výrobku akreditovanou zkušebnou. Dodávat se smí pouze ložiska, která vyhovují požadavkům uvedeným v článku 1.1 této kapitoly TKP.

- nebo za výrobu částí ocelové konstrukce, pokud ložiska nejsou dodána jako výrobek pro stavbu, přičemž stavební dozor nad jakostí provádějí odborné orgány zadavatele v rozsahu daném ČSN 73 2601 a ČSN 73 2603.

Parametry dodaných mostních ložisek musí odpovídat dokumentaci. Požadavky na návrh ložiska pro danou konstrukci jsou souhrnně uvedeny ve výkazu ložiska dle ČSN EN 1337-1, přílohy B.

Pro mostní ložiska je charakteristické, že výsledná jakost jejich provedení závisí značnou měrou na parametrech materiálů použitých pro výrobu ložiska, jejichž dodávka je zpravidla předmětem samostatných smluvních vztahů. Požadavky na příkazní zkoušky materiálů jsou stanoveny v oddíle 21A.2 této kapitoly TKP a souvisejících předpisech.

Jakost dodávky, popř. provedení ložisek, se zajišťuje souběžně:

- interní kontrolou prováděnou výrobcem ložisek, který vlastní certifikát pro dodávání ložiska, nebo výrobcem ocelové konstrukce, který vlastní oprávnění pro výrobu ocelových mostních konstrukcí,
- dodavatelem mostního objektu,
- stavebním dozorem zadavatele, příp. pověřeným orgánem zadavatele.

Všechna ložiska vyrobená z několika součástí, které spolu nejsou pevně spojené a u nichž se nepředpokládá osazení ložisek po částech, budou opatřena spínacími prvky. Spínací prvky musí být dostatečně pevné, aby udržely jednotlivé části ložiska ve správné poloze při manipulaci, dopravě a osazování. Tyto prvky se označí, tj. natrou se jinou barvou než ložisko. Spínací prvky musí být po osazení ložiska snadno odstranitelné. V případě, že spínací prvky nelze po osazení ložiska odstranit, potom musí být navrženy tak, aby se samy přerušily bez poškození ložiska, jakmile se ložisko stane funkční.

Všechna ložiska, která jsou příliš těžká pro ruční manipulaci (hmotnosti nad 50 kg), musí být vybavena úchyty pro upevnění zvedacího zařízení.

Požadavky na kontrolní zkoušky, prováděné v rámci dodávky, jsou uvedeny v oddíle 21A.5 této kapitoly TKP.

#### **21A.4.2 Dodávka a skladování ložisek**

Všechna ložiska se označí názvem výrobce, místem výroby, rokem výroby a individuálním výrobním číslem pro každé ložisko a každý typ ložiska. Navíc všechna ložiska kromě elastomerních se označí následujícím způsobem: typ ložiska, objednávkové číslo, maximální návrhová únosnost ložiska na svislé a vodorovné síly, maximální rozsah návrhových posunů, umístění v konstrukci, směr osazení. S výjimkou dvou posledních položek bude označení provedeno tak, že bude trvale viditelné a zůstane úplné a čitelné po celou dobu životnosti ložiska. V případě, že velikost ložiska neumožňuje umístění označení na ložisko, lze označení umístit na spodní stavbu tak, aby bylo zřejmé, kterého ložiska se označení týká.

Balení ložisek musí být provedeno takovým způsobem, aby se ložiska nepoškodila a neznečistila během dopravy a manipulace na stavbě. Manipulaci s ložisky musí provádět kvalifikovaný personál. S ložisky se musí zacházet opatrně.

Nejsou-li ložiska osazena do konstrukce bezprostředně po dodání, musí je dodavatel objektu vhodně uskladnit (uložit na hraně dřeva, zespodu větrané a opatřit ochranným krytem). Dočasné uskladnění musí být takové, aby ložiska nebyla znečištěna nebo poškozena vlivem počasí, prací na staveništi, staveništní dopravou aj.

Po dodání ložisek na stavbu se provede prohlídka ložisek a pořídí se protokol o převzetí dodávky mostního ložiska za účasti dodavatele ložisek a dodavatele objektu. Protokol o převzetí dodávky mostního ložiska musí obsahovat následující údaje: datum převzetí dodávky, viditelná poškození (zejména vzhledem ke stavu protikorozi ochrany ložiska), čistota ložiska, stav upínacích zařízení, soulad s dokumentací ložisek, označení ložisek typovými štítky, prostředky k zajištění přesného osazení ložisek (pokud byly požadovány), označení hlavního směru pohybu pro polyblivá ložiska, údaje o velikosti a směru nastavení ložisek (pokud bylo provedeno), údaje o možnosti nového nastavení, způsob dočasného uskladnění na stavbě. Protokol o převzetí dodávky mostního ložiska lze nahradit zápisem o dílenské přejímce u výrobce ložiska. Dodavatel objektu v tomto případě zkontroluje, že ložiska byla dodána na stavbu v nepoškozeném stavu.

##### **21A.4.2.1 Ložiska ocelová**

Ustanovení se týkají ložisek z oceli běžných i vysokých pevností. Z hlediska jejich konstrukce se jedná o ložiska váhadelová, tangenciální, desková a kolejničová.



Dodávka ocelového ložiska je buď dodávkou výrobku pro stavbu, pro kterou musí být splněny požadavky uvedené v článku 21A.1.1 této kapitoly TKP, nebo je výrobou částí ocelové mostní konstrukce, pro kterou platí ČSN 73 2601 a ČSN 73 2603, které stanovují též podmínky součinnosti zadavatele s výrobcem pro zajištění kvality dodávky (např. převzetí základního materiálu zadavatelem, právo kontroly výroby a zápisů do výrobního deníku, dílenská přejímka).

#### *21A.4.2.1.1 Výroba*

Způsobilost dodavatele ocelových ložisek musí splňovat požadavky uvedené v článku 1.5 této kapitoly TKP.

Pro výrobu ocelových ložisek, která nejsou dodávkou výrobku pro stavbu, jsou závazná ustanovení:

- kapitola 19 TKP,
- ČSN 73 2601,
- ČSN 73 2603,
- TNŽ 73 6277, část IV (pro ložiska z ocelí běžných pevností).

Dle ČSN 73 6205 jsou ložiska hlavní nosnou částí mostu a dle ČSN 73 2601 jsou zařazena do výrobní skupiny Aa.

Pro jejich výrobu musí být zpracována výrobní dokumentace včetně technologického postupu výroby a montáže a technologického postupu svařování a veden výrobní deník.

Požadavky na drsnost funkčních ploch normalizovaných ložisek, které se po sobě odvalují nebo jinak vzájemně pohybují, jsou stanoveny v ČSN EN 1337-4.

#### *21A.4.2.1.2 Dílenská přejímka*

Dílenská přejímka ložisek se provádí podle ustanovení ČSN 73 2603 za účasti zástupců zadavatele a dodavatele objektu.

K dílenské přejímce se předkládá každé ložisko ve smontovaném stavu před provedením povrchové ochrany. Na požádání přejímacího orgánu provede dodavatel rozobrazení ložiska na jednotlivé součásti a jejich opětovné sestavení. Přitom se kontrolují zejména:

- dokumentace výrobce včetně schvalovacího protokolu,
- výrobní deník,
- doklady o materiálu, jeho zkouškách a odsouhlasení zadavatelem ve vazbě na položky ložisek (viz též oddíl 21A.2 této kapitoly TKP),
- doklady o nedestruktivních zkouškách součástí ložiska, (pro ložiska ocelová viz TNŽ 73 6277, čl. 46),
- výskyt, příp. rozsah vad součástí ložiska, zejména odlitků (pro ložiska ocelová viz TNŽ 73 6277, čl. 46-47),
- drsnost povrchu funkčních a úložných ploch ložisek (pro ložiska ocelová viz TNŽ 73 6277, čl. 34),
- rozměry součástí ložisek, rozměrové odchylky (viz též oddíl 21A.6 této kapitoly TKP),
- správná funkce a rozměry v sestaveném stavu (viz též oddíl 21A.6 této kapitoly TKP),
- kvalita případných svarů,
- vzájemné doléhání funkčních ploch v celém rozsahu (pro ložiska ocelová viz TNŽ 73 6277, čl. 49),
- vůle v ložiskách pro přenášení vodorovných sil (max 2 mm, není-li stanoveno jinak),
- rozteče a průměry otvorů pro připojení ložiska,
- označení ložiska a jeho součástí (pro ložiska ocelová dle TNŽ 73 6277, čl. 49) musí:
  - zamezit záměně ložisek a jejich součástí,
  - udávat správnou orientaci ložiska,
  - udávat správnou vzájemnou polohu jeho součástí,
  - umožnit nastavení základní polohy pohyblivých ložisek při osazování,
  - zůstat zřetelné i po následném provedení povrchové ochrany a osazení ložiska.
- označení výrobce a výrobní číslo.

Ke každému ložisku se zhotoví zápis (protokol) o dílenské přejímce v rozsahu podle ČSN 73 2603. Po dodání ložisek na stavbu se provede prohlídka ložisek a pořídí se protokol o převzetí dodávky mostního ložiska.

Pokud ložisko nevyhoví výše uvedeným požadavkům, nesmí být převzato.

#### 21A.4.2.1.3 Doprava a skladování

Ložiska se expedují většinou sinontovaná, přičemž musí být opatřena alespoň základní protikorozií ochranou, zabalena a označena tak, aby při dopravě a skladování nedošlo k jejich poškození či záměně.

#### 21A.4.2.2 Ložiska elastomerová

Ustanovení se týkají ložisek elastomerových, vyztužených ocelovými zavulkanizovanými plechy.

Dodávka elastomerového ložiska je vždy dodávkou výrobku pro stavbu, pro kterou musí být splněny požadavky uvedené v článku 21A.1.1 této kapitoly TKP.

Technické parametry elastomerových ložisek jsou obsaženy v certifikátech. Pro každý typ elastomerového ložiska musí být vydáno Stavební technické osvědčení, které obsahuje:

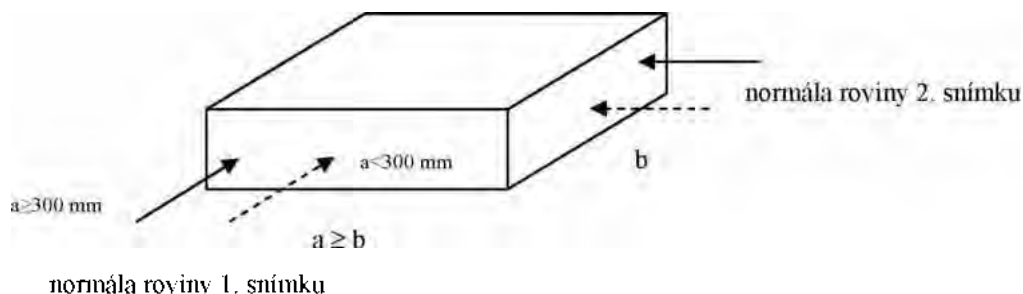
- popis ložiska a způsob jeho použití
- technické parametry ložiska,
- druh a rozsah předepsaných zkoušek sledovaných vlastností,
- kritéria a způsob vyhodnocení zkoušek sledovaných vlastností,
- režim a způsob údržby.

Způsobnost dodavatele elastomerových ložisek musí splňovat požadavky uvedené v článku 21A.1.5 této kapitoly TKP.

##### 21A.4.2.2.1 Výroba

Bezchybná výroba vyztužených elastomerových ložisek vyžaduje specifické znalosti, zkušenosti, výrobní zařízení a nepřetržitou kontrolu výroby (dozor nad kvalitou). Výrobu elastomerových ložisek mohou zajišťovat pouze certifikované výrobny ve smyslu článku 21A.1.5 této kapitoly TKP. Ložiska musí být dodána s označením výrobce, výrobního čísla, s udáním základních technických údajů a s doklady o výrobě a přejímce základního materiálu.

Výrobce musí doložit správnou polohu výztužných plechů v ložisku (kontrolou rentgenem nebo jinou vhodnou nedestruktivní metodou např. tloušťkoměrem) a dokonalé zavulkanizování. Pro každé ložisko se zhotovují rentgenové snímky (dva až osm) orientované tak, že normála roviny každého snímku je kolná ke svislé ose ložiska a současně normály obou snímků jsou vzájemně kolné (viz obr.1). Směr rentgenových paprsků je tudíž jednou ve směru podélné osy ložiska a podruhé ve směru příčné osy ložiska. Pro ložiska, jejichž obě hrany jsou menší než 300 mm, se těžiště snímku umísťuje do středu hrany ložiska (paprsky kreslené čárkovanou čarou). Pro ložiska, jejichž jedna hrana je větší než 300 mm, se těžiště obou snímků umísťuje k diagonálně orientovaným rohům ložiska (paprsky kreslené plnou čarou).



Obr.č. 1 – Roviny a poloha rentgenových snímků

Nedílnou součástí dodávky ocelových částí ložisek jsou dokumenty kontroly dle ČSN EN 10204.

#### 21A.4.2.2.2 Přejímka ložisek

Pokud není v konkrétním případě stanoveno jinak, přejímá pověřený orgán zadavatele elastomerní ložiska jako hotový výrobek s povrchovou ochranou. Konečně přejímce může předcházet kontrola ložiska v nenatřeném stavu, případně v rozloženém stavu, pokud si to zadavatel vymíní.

Při přejímce se kontrolují zejména:

- certifikát pro daný typ ložiska podle čl. 21A.1.1 této kapitoly TKP,
- doklady o způsobilosti výrobce,
- dokumenty ke konkrétní zakázce, zejména:
  - doklady o kvalitě základních materiálů a výsledcích jejich zkoušek (viz též oddíl 21A. 2 této kapitoly TKP),
  - doklady o výrobě včetně dokladů o povrchové ochraně,
  - doklady o výsledcích nespécifických a specifických zkoušek,
  - vyplněná karta ložiska,
- soulad s technickými požadavky objednávky:
  - provedení a rozměry ložiska,
  - dodržení rozměrových tolerancí podle schvalovacího protokolu, viz též oddíl 21A.6 této kapitoly TKP,
  - dokonalé zavulkanizování výztužných plechů (kontrola rentgenem),
  - úprava povrchu úložných ploch ložisek,
  - trvanlivé označení ložiska a případně všech jeho oddělitelných součástí, které jsou součástí dodávky (např. kotvicí prvky) tak, aby byly vyloučeny záměny a zajištěna správná orientace při osazování,
  - označení výrobce a výrobní číslo,
  - označení zkušebny.

Pokud jsou součástí dodávky ložiska ocelové desky a kotvicí prvky, kontroluje se též:

- sestavení ložiska a vzájemné doléhání jednotlivých součástí v celém rozsahu,
- poloha a provedení kotvicích prvků,
- protikorozní ochrana kovových součástí ložiska,
- u ocelových desek pevně připojených kvalita jejich připojení (zavulkanizování).

Po převzetí ložisek se zhotoví protokol o převzetí dodávky mostních ložisek.

Pokud ložisko nevyhoví těmto požadavkům, nesmí být převzato.

Přejímací orgán může požadovat rozebrání a opětovné složení ložiska při přejímce, zvláště nepředcházela-li kontrola výroby v její průběhu.

#### 21A.4.2.2.3 Doprava a skladování

Ložiska musí být zabalena tak, aby při dopravě a skladování nedošlo k jejich poškození. Ložiska, příp. i obal, musí být označen dle ČSN EN 1337-1 tak, aby nedošlo k záměně ložisek.

#### 21A.4.2.3 Ložiska hrncová

Dodávka hrncového ložiska je vždy dodávkou výrobku pro stavbu, pro kterou musí být splněny požadavky uvedené v článku 21A.1.1 této kapitoly TKP.

Technické parametry hrncových ložisek jsou obsaženy v certifikátech. Pro každý typ hrncového ložiska musí být vydáno Stavební technické osvědčení, které obsahuje:

- popis ložiska a způsob jeho použití,
- technické parametry ložiska,

- druh a rozsah předepsaných zkoušek sledovaných vlastností,
- kritéria a způsob vyhodnocení zkoušek sledovaných vlastností,
- režim a způsob údržby.

Způsobilost dodavatele hrcových ložisek musí splňovat požadavky uvedené v článku 21A.1.5 této kapitoly TKP.

#### *21A.4.2.3.1 Výroba*

Výrobu hrcových ložisek mohou zajišťovat pouze certifikované výrobny ve smyslu článku 21A.1.5 této kapitoly TKP. Ložiska musí být dodána s označením výrobce, výrobního čísla, s udáním základních technických údajů a s doklady o výrobě a přejímce základního materiálu.

Nedílnou součástí dodávky jsou dokumenty kontroly dle ČSN EN 10204.

#### *21A.4.2.3.2 Přejímka ložisek*

Pokud není v konkrétním případě stanoveno jinak, přejímá pověřený orgán zadavatele hrcové ložisko jako hotový výrobek s povrchovou ochranou. Konečné přejímce může předcházet kontrola ložiska v nenatřeném stavu nebo v rozloženém stavu, pokud si to zadavatel vymíní.

Při přejímce se kontrolují zejména:

- certifikát pro daný typ ložiska podle čl. 21A.1.1 této kapitoly TKP,
- doklady o způsobilosti výrobce,
- dokumenty ke konkrétní zakázce, zejména:
  - doklady o kvalitě základních materiálů a výsledcích jejich zkoušek (viz též oddíl 21A.2 této kapitoly TKP),
  - doklady o výrobě ložiska včetně dokladů o povrchové ochraně,
  - doklady o výsledcích nespecifických a specifických zkoušek provedených v souladu s technickými požadavky objednávky,
  - vyplněná karta ložiska,
- soulad s technickými požadavky objednávky:
  - provedení a rozměry ložiska,
  - dodržení roziněrových tolerancí podle schvalovacího protokolu, viz též oddíl 21A.6 této kapitoly TKP,
  - kvalita základního materiálu ložiska,
  - kvalita povrchu kluzných ploch,
  - sestavení ložiska a vzájemné doléhání jednotlivých součástí v celém rozsahu,
  - přednastavení ložiska,
  - poloha a provedení případných kotvicích prvků,
  - protikorozi ochrana kovových součástí ložiska,
  - trvanlivé označení ložiska a případně všech jeho oddělitelných součástí, které jsou součástí dodávky (např. kotvicí prvky) tak, aby byly vyloučeny záměny a zajištěna správná orientace při osazování,
  - značka výrobce a výrobní číslo,
  - značka akreditované zkušebny.

Přejímací orgán si může vyhradit rozobráení a opětovné složení ložiska při přejímce, zvláště nepředcházela-li kontrola výroby v jejím průběhu.

Ke každému ložisku se zhotoví protokol o převzetí dodávky mostního ložiska.

Pokud ložisko nevyhoví těmto požadavkům, nesmí být převzato.

#### *21A.4.2.3.3 Doprava a skladování*

Hrnčová ložiska se dodávají ve smontovaném stavu, s arzací pohyblivých částí. Ložiska musí být zabalena tak, aby při dopravě a skladování nedošlo k jejich poškození. Ložisko, příp. i obal, musí být označen dle ČSN EN 1337-11 tak, aby nedošlo k záměně ložisek.

Ložiska je nutno dopravovat ve vodorovné poloze na krytých vozech a skladovat v suchých a krytých prostorách. Kluznou vrstvu je nutno chránit před mechanickým poškozením a slunečním zářením.

### **21A.4.3 Dodávka materiálu na podlití ložisek**

#### **21A.4.3.1 Cementová malta a beton**

Způsob provádění průkazních zkoušek betonu je stanoven v kapitole 17 TKP a v ČSN EN 206-1. V případě, že se jedná o stavební výrobu cementové malty pro podlití a kotvení ložisek, tak je nutno prokázat její parametry průkazními zkouškami obdobně jako pro beton.

Průkazní zkoušky betonu a cementové malty musí provádět zkušební laboratoř s akreditací.

V případě, že je cementová malta dodána na stavbu jako výrobek, pak platí parametry uvedené v technickém listě výrobku, který je součástí jeho certifikace.

#### **21A.4.3.2 Polymermalta a polymerbeton**

Průkazní zkoušky polymermalty a polymerbetonu se provádějí v případě jiných poměrů mísení než jsou doporučené výrobcem pro dosažení požadovaných parametrů.

Průkazní zkoušky polymermalty a polymerbetonu musí provádět zkušební laboratoř s akreditací.

V případě, že je polymermalta dodána na stavbu jako výrobek, pak platí parametry uvedené v technickém listě výrobku, který je součástí jeho certifikace.

### **21A.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY**

#### **21A.5.1 Kontrolní zkoušky základních materiálů ložisek**

Způsob a rozsah odebírání vzorků a provádění kontrolních zkoušek použitých základních materiálů pro výrobu mostních ložisek se stanoví v technických požadavcích objednávky. Veškeré kontrolní zkoušky materiálů musí provádět zkušební laboratoř s akreditací odsouhlasená zadavatelem.

#### **21A.5.2 Kontrolní zkoušky betonu a cementové malty na podlití**

Způsob a rozsah odebírání vzorků, provádění a vyhodnocení kontrolních zkoušek betonu je stanoven v kapitole 17 TKP a v ČSN EN 206-1. Obdobným způsobem s postupuje při kontrolních zkouškách cementové malty pro podlití a kotvení mostních ložisek.

Kontrolní zkoušky betonu a cementové malty musí provádět zkušební laboratoř s akreditací.

Při zkouškách musí být dosaženy minimálně hodnoty požadované v projektu a v technických požadavcích objednávky.

Za odebrání vzorků a provedení kontrolních zkoušek v požadovaném rozsahu odpovídá dodavatel objektu v součinnosti se stavebním dozorem zadavatele.

#### **21A.5.3 Kontrolní zkoušky polymermalty a polymerbetonu na podlití**

Způsob a rozsah odebírání vzorků, provádění a vyhodnocení kontrolních zkoušek polymermalty a polymerbetonu musí být specifikován v technických požadavcích objednávky ve shodě s technickými specifikacemi výrobce.

Kontrolní zkoušky polymermalty a polymerbetonu musí provádět zkušební laboratoř s akreditací.

Při zkouškách musí být dosaženy minimálně hodnoty požadované v projektu a v technických požadavcích objednávky.

Za odebrání vzorků a provedení kontrolních zkoušek v požadovaném rozsahu odpovídá dodavatel objektu v součinnosti se stavebním dozorem zadavatele.

## **21A.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY**

### **21A.6.1 Výrobní tolerance**

Ložiska přenášející vodorovné síly musí být provedena tak, aby vůle mezi jednotlivými částmi ložiska byly co nejmenší dle článku 21A.3.1.1.5 této kapitoly TKP.

Výrobní tolerance ocelových ložisek musí odpovídat ČSN 73 2611, tab. 16 a 17 a TNŽ 73 6277, čl. 31,32 a 48. Výrobní tolerance válcových ložisek musí splňovat kritéria dle ČN EN 1337-4, váhlová ložiska dle ČSN EN 1337-6 a vodící ložiska dle ČSN EN 1337-8.

Výrobní tolerance elastomerových ložisek musí odpovídat ČSN EN 1337-3.

Výrobní tolerance hrcových ložisek musí odpovídat ČSN EN 1337-5.

### **21A.6.2 Tolerance osazení**

Rozlišují se tolerance osazení ložiska:

- tolerance výškové (měřené ve svislém směru),
- tolerance půdorysné (měřené ve vodorovné rovině podélně a příčně),
- tolerance natočení ložiska kolem svislé osy (s ohledem na směr požadovaného volného pohybu),
- tolerance natočení ložiska kolem vodorovné osy (jedná se o natočení kolem vodorovné osy v libovolném směru, pro který má natočení největší hodnotu)
- tolerance vodorovnosti uložení (měří se odchylka roviny uložení od vodorovné roviny).

Pro rozměry, jejichž tolerance nejsou specifikovány v této kapitole TKP, dokumentech výrobce, ostatních TKP ani dalších závazných normách a předpisech, platí tolerance podle ČSN ISO 2768-1.

#### **21A.6.2.1 Výškové tolerance**

Výškové tolerance osazených ložisek ovlivňují statické schéma uložení nosné konstrukce a tím přerozdělují velikosti přenášených sil jednotlivými ložisky. Maximální výškové rozdíly mezi jednotlivými ložisky musí být určeny v projektové dokumentaci a v technických požadavcích objednávky. Výškové tolerance se zjišťují před i po uložení nosné konstrukce na ložiska, aby se vyloučil vliv rozdílného stlačení jednotlivých ložisek. Pokud se zjišťují výškové tolerance ložisek s osazenou konstrukcí, tak je nutno respektovat stlačení jednotlivých ložisek.

#### **21A.6.2.2 Půdorysné tolerance**

Půdorysné tolerance osazení ložisek jsou limitovány konstrukčním řešením nosné konstrukce a spodní stavby. Mezní hodnoty musí být určeny v projektové dokumentaci a v technických požadavcích objednávky.

#### **21A.6.2.3 Tolerance natočení kolem svislé osy**

Pokud není v projektové dokumentaci nebo v technických požadavcích objednávky nebo v podmínkách výrobce pro daný typ ložisek požadována větší přesnost, nesmí být:

- odchylka směru volného pohybu od směru předepsaného u ložisek jednosměrně pohyblivých větší než 3 ‰,
- vzájemná odchylka směru volného pohybu sousedních jednosměrně pohyblivých ložisek větší než 3 ‰.

#### **21A.6.2.4 Tolerance natočení kolem vodorovné osy**

Úhel natočení se nesmí od projektovaného úhlu lišit o více než 3 ‰. Při stanovení tohoto úhlu se vychází z technologického postupu osazení ložiska (rozhodující je okamžik podlití ložiska).

#### 21A.6.2.5 Tolerance vodorovnosti uložení

Pokud není v projektové dokumentaci nebo v technických požadavcích objednávky pro daný typ ložisek požadována větší přesnost, nesmí být odchylka roviny uložení ložiska od vodorovné větší než 3 ‰.

#### 21A.6.3 Míra opotřebení

Při kontrole stávajících ložisek se zjišťuje míra opotřebení a ta se porovnává s mezní hodnotou, při které již ložisko přestává spolehlivě plnit svoji funkci.

#### 21A.6.4 Záruky

Záruční doby všeobecně stanoví kapitola 1 TKP. Po celou záruční dobu je třeba sledovat celkový stav a funkci ložisek a jakákoliv zjištění zakládající důvod k zahájení reklamačního řízení musí být správcem bez zbytečného odkladu písemně oznámena dodavateli a zadavateli.

### 21A.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

Funkce a zachování požadovaných parametrů mostních ložisek musí být zaručeny v rozsahu mezních teplot mostních konstrukcí podle ČSN 73 6203 a ČSN P ENV 1991-2-5.

Případná klimatická omezení pro skladování a osazování mostních ložisek jsou stanovena v dokumentaci a technických podmínkách dodavatele.

Klimatická omezení pro ukládání a po dobu ošetřování cementové malty a betonu jsou stanovena v kapitole 17 TKP a ČSN EN 206-1.

Klimatická omezení pro zpracování a ukládání polymerbetonu a polyimernalty jsou stanovena v příslušných technologických předpisech výrobce.

Pokud klimatické podmínky neodpovídají výše uvedeným ustanovením, musí být pro provádění prací zřízeny vyhřívané přístřešky. Tato opatření schvaluje stavební dozor zadavatele.

### 21A.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ

#### 21A.8.1 Obecně

Zajištění všech dále uvedených kontrol, odsouhlasení a převzetí prací je povinností dodavatele objektu, který zároveň musí vytvořit podmínky pro jejich úplné provedení.

#### 21A.8.2 Převzetí dodávky mostních ložisek

Požadavky na způsob převzetí dodávky jednotlivých druhů a typů mostních ložisek na stavbě jsou uvedeny v oddílech 21A.4 až 21A.6 této kapitoly TKP. Podkladem jsou protokoly o převzetí dodávky mostního ložiska dle článku 21A.4.2 této kapitoly TKP.

#### 21A.8.3 Montážní prohlídka

Montážní prohlídka mostních konstrukcí je součástí zkoušek před jejich převzetím. Součástí montážní prohlídky musí být i prohlídka mostních ložisek. Při montážní prohlídce se kontroluje zejména:

- doklady od montáže a osazení ložisek (protokoly o osazení ložiska a protokoly o definitivním zajištění polohy a funkce ložiska),
- soulad s projektovou, výrobní a montážní dokumentací,
- dosedání funkčních ploch ložisek,
- tolerance osazení ložisek,
- poloha pohyblivých ložisek v závislosti na okamžité teplotě mostní konstrukce,
- kvalita provedení protikorozní ochrany,
- označení ložisek.

#### **21A.8.4 Odsouhlasení dílčích prací**

Odsouhlasení stavebních prací probíhá podle dispozic stavebního dozoru zadavatele formou prohlídek. Z výsledků prohlídek musí být pořízeny protokoly:

- po dodání ložisek na stavbu se vyhotoví protokol o převzetí dodávky mostního ložiska dle článku 21A.4.2 této kapitoly TKP,
- po osazení ložisek se vyhotoví protokol o osazení ložiska dle článku 21A.3.1.1.10 této kapitoly TKP,
- po uvolnění konstrukce, resp. po spuštění konstrukce na ložiska, se vyhotoví protokol o definitivním zajištění polohy a funkce ložiska dle článku 21A.3.1.1.10 této kapitoly TKP.

Kromě požadavků uvedených v jednotlivých protokolech ložiska může být požadováno měření elektrického odporu ložiska (viz článek 21A.3.3 této kapitoly TKP).

#### **21A.8.5 Převzetí osazených mostních ložisek**

K převzetí dokončených mostních ložisek dodavatel předloží:

- protokoly o převzetí dodávky mostního ložiska dle článku 21A.4.2 této kapitoly TKP (příp. zápis o dílenské přejímce ložiska, pokud byla provedena),
- protokoly o osazení ložiska dle článku 21A.3.1.1.10 této kapitoly TKP,
- protokoly o definitivním zajištění polohy a funkce ložiska dle článku 21A.3.1.1.10 této kapitoly TKP,
- záznamy o měření pohybů pohyblivých ložisek,

Stavební dozor zadavatele kontroluje zejména:

- úplnost předkládané dokumentace,
- provedení a ukončení všech stavebních a montážních prací,
- funkci pohyblivých ložisek při změnách teplot,
- tolerance osazení ložisek a nastavení ložisek,
- kompletnost vybavení ložisek,
- viditelnost předepsaného označení.

Závěrem se vyhotoví protokol o převzetí dokončených ložisek. Protokol o převzetí dokončených ložisek je součástí dokumentace k převzetí stavby.

#### **21A.8.6 Hlavní prohlídka**

Hlavní prohlídka mostního objektu je podle Stavebního a technického řádu drah (vyhláška ministerstva dopravy č. 177/1995 Sb., hl. III) povinnou součástí technicko-bezpečnostní zkoušky. Provádí se před zahájením provozu na mostě a je podmínkou jeho povolení. Požadavky na provádění hlavní prohlídky jsou stanoveny v ČD S5, část druhá.

Hlavní prohlídkou se kontroluje zejména:

- doklady k ložiskům (protokoly uvedené v článku 21A.8.5 této kapitoly TKP),
- dosedání funkčních ploch ložisek,
- kvalitu provedení přípojí,
- polohu a nastavení ložisek v závislosti na okamžité teplotě, (zvláště pokud kontrola nemohla být s ohledem na harmonogram prací provedena již při montážní prohlídce),
- kvalitu provedení protikoroze ochrany, včetně doplnění protikoroze ochrany přípojí,
- konzervaci funkčních ploch,
- viditelnost označení ložisek.

Povinnou součástí předkládané dokumentace jsou protokoly o převzetí dodávky mostního ložiska (příp. zápis o dílenské přejímce, pokud byla provedena), včetně osvědčení o jakosti jejich materiálu, protokoly o osazení ložiska, protokoly o definitivním zajištění polohy a funkce ložiska a protokol o převzetí dokončených ložisek.



### **21A.8.7 Zatěžovací zkouška, zkušební provoz**

Podmínky pro zatěžovací zkoušku a zkušební provoz jsou stanoveny v ČSN 73 6209 a ve Stavebním a technickém řádu drah (vyhláška ministerstva dopravy č. 177/1995 Sb.).

Při zatěžovací zkoušce (pokud je předepsána) a během zkušebního provozu se kontroluje funkce mostních ložisek zejména s ohledem na:

- případný výskyt nadměrných deformací,
- stabilitu polohy jejich součástí a dosedání funkčních ploch při průjezdu zatížení.

Provedení zatěžovací zkoušky zajišťuje dodavatel objektu.

### **21A.9 KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ**

Měření polohy pohyblivých mostních ložisek, s využitím inčerek pro měření horizontálních posunů dle článku 21A.3.1.1.6 této kapitoly TKP, provede dodavatel stavby:

- po jejich osazení,
- po zajištění jejich polohy,
- při extrémních teplotách v průběhu stavby.

Dodavatel stavby zaznamenává polohu ložisek společně s údaji o čase měření, teplotě ovzduší a konstrukce a zatížení mostu. Výslednou tabulku s vyhodnocením předkládá k hlavní prohlídce.

Stavební dozor zadavatele může předepsat další požadavky na provádění měření až do převzetí stavebního objektu.

Požadavky na provádění měření v průběhu zkušebního provozu mohou být součástí samostatných smluvních ujednání, případně mohou být předepsány hlavní prohlídkou (v případě pochybností o dokonalé funkci).

### **21A.10 EKOLOGIE**

Pro provádění mostních ložisek platí ekologické požadavky platné pro provádění ocelových mostních konstrukcí (viz kapitola 19 TKP), betonových mostních konstrukcí (viz kap. 18 TKP), protikorozi ochrany (viz kapitola 25B TKP) a výrobu betonu, polymerbetonu a polymermalty (viz kapitola 17 TKP).

### **21A.11 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA**

Požadavky na bezpečnost práce a technických zařízení jakož i na požární ochranu obecně stanoví kapitola 1 TKP.

#### **21A.12 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY**

Uvedené normy a předpisy vycházejí z aktuálního stavu v době zpracování TKP, resp. jejich aktualizace. Uživatel TKP odpovídá, ve smyslu kapitoly 1 TKP, oddíl 3, za použití aktuální verze výchozích podkladů, tj. právních předpisů, technických norem a předpisů a předpisů ČD.

#### **21A.12.1 Technické normy**

ČSN 73 2601 Provádění ocelových konstrukcí.

ČSN 73 2603 Provádění ocelových mostních konstrukcí.

ČSN 73 2611 Úchytky roziněřů a tvarů ocelových konstrukcí.

ČSN 73 6200 Mostní názvosloví.

ČSN 73 6203 Zatížení mostů.

ČSN 73 6205 Navrhování ocelových mostů.

ČSN 73 6209 Zatěžovací zkouška mostů.

ČSN EN 10021 (42 0905) Všeobecné technické dodací podmínky pro ocel a ocelové výrobky.

ČSN EN 10204 (42 0009) Kovové výrobky. Druhy dokumentů kontroly.

|                              |                                                                                                  |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN EN 1337-1                | Stavební ložiska - Část 1: Všeobecná pravidla navrhování.                                        |
| ČSN EN 1337-2                | Stavební ložiska - Část 2: Kluzné prvky.                                                         |
| ČSN EN 1337-4                | Stavební ložiska - Část 4: Válcová ložiska.                                                      |
| ČSN EN 1337-6                | Stavební ložiska - Část 6: Vahadlová ložiska.                                                    |
| ČSN EN 1337-9                | Stavební ložiska - Část 9: Ochrana.                                                              |
| ČSN EN 1337-10               | Stavební ložiska - Část 10: Prohlídka a údržba.                                                  |
| ČSN EN 1337-10               | Stavební ložiska - Část 11: Doprava, skladování a osazování.                                     |
| ČSN EN 1559-1                | Slévárnictví - Technické dodací podmínky - Část 1: Všeobecně                                     |
| ČSN EN 1559-2                | Slévárnictví - Technické dodací podmínky - Část 2: Doplnkové požadavky na ocelové odlitky        |
| ČSN P ENV 1991-2-5 (73 0035) | Zásady navrhování a zatížení konstrukcí - Část 2-5: Zatížení konstrukcí - Zatížení teplotou.     |
| ČSN ISO 2768-1 (01 4240)     | Všeobecné tolerance. Nepředepsané inezní úchytky délkových a úhlových roziněří.                  |
| ČSN EN 45012 (015257)        | Všeobecné požadavky na orgány provádějící posuzování a certifikaci / registraci systémů jakosti. |
| ČSN EN 206-1 (73 2403)       | Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.                                         |
| TNŽ 73 6277                  | Ocelová ložiska železničních mostů.                                                              |

### **21A.12.2 Předpisy**

|                                 |                                                                      |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| ČD S 5                          | Správa mostních objektů, nepublikovaný předpis                       |
| ČD S 5/4                        | Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí                             |
| ČD SR 5/7 (S)                   | Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů. |
| MVL 211                         | Ocelová konstrukce s kolejovým ložem s dolní mostovkou, plnostěnná.  |
| Zákon 22/1997 Sb.               | o technických požadavcích na výrobky                                 |
| Zákon 40/2004 Sb.               | o veřejných zakázkách.                                               |
| Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., | kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky.   |
| Vyhláška č. 177/1995 Sb.        | Stavební a technický řád drah                                        |

### **21A.12.3 Související kapitoly TKP**

|             |                                                      |
|-------------|------------------------------------------------------|
| Kapitola 1  | - Všeobecně                                          |
| Kapitola 6  | - Pražcové podloží                                   |
| Kapitola 7  | - Kolejové lože                                      |
| Kapitola 17 | - Beton pro konstrukce                               |
| Kapitola 18 | - Betonové mosty a konstrukce                        |
| Kapitola 19 | - Ocelové mosty a konstrukce                         |
| Kapitola 22 | - Izolace proti vodě                                 |
| Kapitola 23 | - Sanace inženýrských objektů                        |
| Kapitola 25 | - Protikorozi ochrana úložných zařízení a konstrukcí |

## 21B UKONČENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

### 21B.1 ÚVOD

Všichni účastníci výstavby (dodavatel stavby, dodavatel objektu, dodavatel mostního závěru, dodavatel projektové dokumentace atd.) jsou povinni respektovat požadavky soustavy českých technických norem. V případě rozporu mezi TKP a českými normami jsou rozhodující ustanovení, požadavky a kritéria TKP.

Ukončení mostní konstrukce (a zejména mostní závěry) by měla být navrhována a prováděna tak, aby jejich životnost byla co nejvyšší a blížila se životnosti nosné konstrukce.

#### 21B.1.1 Definice pojmů

Pro tuto kapitolu TKP platí všechny pojmy, ustanovení, požadavky a údaje uvedené v kapitole 1 TKP.

Pojem **ukončení nosné konstrukce (mostu)** v kapitole 21 TKP nadále označuje součásti mostu v oblasti dilatačních spár, které umožňují přechod mostního železničního svršku mezi nosnou konstrukcí a spodní stavbou mostu, příp. mezi navazujícími nosnými konstrukcemi ve směru podélném i příčném.

Pojem **způsob ukončení nosné konstrukce (mostu)** v kapitole 21 TKP označuje obecné řešení ukončení nosné konstrukce (např. mostní závěr, překrytí přes závěrnou zídku, těsnicí pás apod.).

Pojem **(mostní) závěr** v kapitole 21 TKP nadále označuje součást ukončení nosné konstrukce, která slouží překrytí dilatačních spár (obvykle vodotěsněmu), je tvořena zpravidla kombinací kovových a nekovových materiálů a k podkladu připojena kotvením, přivařením nebo šroubováním připoji.

Pojem **typ mostního závěru** v kapitole 21 TKP označuje konkrétní konstrukční skupinu mostních závěrů (např. lamelový mostní závěr, koberecový mostní závěr, elastický mostní závěr).

Pojem **těsnicí pás** v kapitole 21 TKP nadále označuje součást ukončení nosné konstrukce, která slouží k vodotěsněmu překrytí dilatační spáry. Je tvořen zpravidla elastomerným profilem a uložen nebo přilepen na podklad, případně vtlačen do dilatační spáry.

Pojem **těsněná spára** označuje v kapitole 21 TKP spáru mezi nosnou konstrukcí a opěrou (popř. mezi dvěma nosnými konstrukcemi), která je konstrukčními úpravami upravena tak, že neumožňuje průtok vody.

Pojem **odvodněná spára** označuje v kapitole 21 TKP spáru mezi nosnou konstrukcí a opěrou (popř. mezi dvěma nosnými konstrukcemi), která je konstrukčními úpravami upravena tak, že umožňuje odtok vody z nosné konstrukce, resp. relevantní části opěry.

Pojem **dodavatel mostního závěru** označuje v kapitole 21 TKP výrobce mostního závěru nebo jím pověřený subjekt.

Ostatní pojmy jsou použity ve významu podle ČSN 73 6200.

#### 21B.1.2 Předmět kapitoly

Tato kapitola technických kvalitativních podmínek státních drah (dále jen TKP) stanoví podmínky pro návrh, dodávání, přejímání, skladování a montáž ukončení nosné konstrukce. Tyto podmínky jsou závazné pro výstavbu i rekonstrukci všech železničních mostních objektů.

Pro ukončení nosné konstrukce je charakteristické, že výsledná jakost jejich provedení závisí značnou měrou na parametrech dodávaných hotových výrobků (zejména mostních závěrů), jejichž dodávka je zpravidla předmětem samostatných smluvních vztahů. Tato kapitola proto stanovuje:

- požadavky na zajištění kvality dodávky mostních závěrů,
- požadavky na zajištění kvality stavebních prací, prováděných dodavatelem stavby při osazování mostních závěrů a při provádění ukončení mostu.

#### 21B.1.3 Způsoby ukončení nosných konstrukcí zahrnuté v kapitole 21 TKP

V kapitole 21 TKP jsou zahrnuta ukončení nosných konstrukcí:

- pro mosty s průběžným kolejovým ložem
  - s mostními závěry,

- s krycími plechy nebo tvárnici (výhradně pro účely rekonstrukcí, pokud byly použity),
- s těsnicími pásy anebo zesílenou izolací,
- s přesahem nosné konstrukce přes závěrnou zídku,
- pro mosty bez průběžného kolejevého lože (výhradně pro účely rekonstrukcí),
  - s mostnicemi,
  - s přímým uložením koleje.

Kapitola 21 platí pro ukončení nosných konstrukcí ve směru podélném i příčném, pokud pro daný způsob připadají v úvahu.

#### **21B.1.4 Opatření pro způsoby ukončení nosných konstrukcí nezahrnuté v kapitole 21 TKP**

Použití způsobu ukončení nosných konstrukcí, které není uvedeno v čl. 21B.1.3 této kapitoly TKP, musí být předloženo dodavatelem projektové dokumentace zadavateli a schváleno odborným orgánem zadavatele nebo jím pověřeným orgánem. Potřebné zásady stanoví zadavatel stavby ve Zvláštních technických kvalitativních podmínkách (dále jen ZTKP - viz kapitola 1 těchto TKP).

#### **21B.1.5 Opatření pro zavedené způsoby ukončení nosných konstrukcí podle článku 21B.1.3 TKP**

Preferovány jsou těsněné spáry. Netěsněné spáry připadají v úvahu pouze v odůvodněných případech, dodavatel projektové dokumentace jejich návrh předkládá zadavateli ke schválení.

TKP jsou nadále závazné i pro zavedené a dříve schválené způsoby ukončení nosných konstrukcí.

Soustava ČSN a předpisy ČD platí v plném rozsahu, pokud tato kapitola TKP výslovně nestanovuje jinak.

Ustanovení nezávazných materiálů, která jsou uvedena v této kapitole TKP formou citací nebo odkazů, jsou pro použití závěrů na železničních mostních objektech nadále rovněž závazná.

#### **21B.1.6 Opatření pro nové typy mostních závěrů**

Nové typy mostních závěrů musí splňovat podmínky výrobku pro stavby podle článku 1.4.5 kapitoly 1 TKP. Mostní závěry musí být doloženy certifikátem, osvědčením nebo schvalovacími protokoly. Použití nových typů se projednává v rámci zpracování, projednávání a schvalování projektové dokumentace stavby.

#### **21B.1.7 Způsobilost dodavatele mostního závěru, legislativní požadavky**

Dodavatel mostního závěru musí mít zaveden, certifikován a prověřován systém řízení jakosti dle ČSN EN ISO 9001:2001.

Obecné požadavky na způsobilost dodavatele ocelových konstrukcí jsou popsány v článku 19.1.3 TKP 19.

Mostní závěry musí splňovat požadavky zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění a související nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění.

#### **21B.1.8 Dokumentace dodavatele**

Zhotovení mostních závěrů musí být provedeno podle dokumentace dodavatele, kterou dodavatel předkládá v celém rozsahu zadavateli ke schválení. V relevantních případech je nutno respektovat požadavky uvedené v článku 19.1.4 TKP 19.

Ukončení nosné konstrukce musí být uspořádáno podle projektové dokumentace, přičemž jeho provedení musí:

- umožnit výměnu součástí, které překrývají dilatační spáry, bez narušení nosné konstrukce a spodní stavby,
- zabránit samovolnému putování všech součástí,
- umožnit výměnu ložisek bez porušení mostního závěru, tj. zdvih alespoň 10 mm, pokud není v projektové dokumentaci stanoveno jinak.

- umožnit u mostních závěrů vyměnitelnost částí s kratší životností než je životnost mostu (např. elastomery, profily, překrytí, atd.),
- u těsněných spár zajistit odvedení vody.

V projektové dokumentaci je dále nezbytné jasně specifikovat, jaké pohyby musí dilatace či mostní závěr přenést ve všech fázích své životnosti (v montážních stavech, za provozu, při nadzvedávání nosné konstrukce při výměně ložisek, atd.).

Všechny součásti ukončení nosné konstrukce musí být upraveny tak, aby byla zajištěna snadná manipulace při osazování (např. opatřeny vhodnými závěsy).

Dokumentace dodavatele mostního závěru musí obsahovat pravidla pro jeho údržbu.

Dokumentaci dodavatele mostního závěru vždy odsouhlasuje dodavatel projektové dokumentace a schvaluje zadavatel.

## 21B.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

### 21B.2.1 Základní materiál ukončení nosných konstrukcí

#### 21B.2.1.1 Mostní závěry

Preferovány jsou lamelové mostní závěry. Jiné typy mostních závěrů (kobercové, elastické) smí být použity jen v odůvodněných případech, dodavatel projektové dokumentace jejich návrh předkládá zadavateli ke schválení.

Požadované vlastnosti materiálů nových typů mostních závěrů se stanoví v rámci schvalovacího řízení podle čl. 21B.1.6 této kapitoly TKP.

#### 21B.2.1.2 Těsnící pásy a vodotěsné izolace

Materiál těsnících pásů a vodotěsných izolací, kryjících dilatační spáry, musí:

- vykazovat tažnost odpovídající požadované deformaci,
- vykazovat dostatečnou odolnost proti vtlačování šetrku kolejového lože (pokud přichází v úvahu),
- zajistit použitelnost těsnících pásů v rozsahu teplot podle čl. 21B.7 této kapitoly TKP,
- zajistit odolnost proti klimatickým účinkům (včetně slunečního záření a ozónu, pokud je jím vystaven),
- trvanlivostí odpovídat izolaci mimo oblast spáry.

Vodotěsné izolace musí být prováděny dle kapitoly 22 TKP výhradně schválenými systémy vodotěsných izolací (SVI). Vlastnosti výrobků jednotlivých vrstev SVI a SVI jako celku jsou stanoveny v TNŽ 73 6280.

#### 21B.2.1.3 Ostatní součásti ukončení nosných konstrukcí

Požadavky na materiál ocelových součástí (krycí plechy kolejového žlabu i chodníků, okapní plechy, lemování opěry apod.) musí být specifikovány v projektové dokumentaci a odpovídat požadavkům ČSN 73 6205 (resp. ČSN P ENV 1993-2) a ČSN 73 2603 pro podružné části ocelových mostních konstrukcí. Se souhlasem příslušného odborného orgánu zadavatele nebo jím pověřeného orgánu lze použít ČSN P ENV 1090-1 a ČSN P ENV 1090-5. Další požadavky jsou uvedeny v čl. 21B.3.3 této kapitoly TKP.

Okapový žlab pod odvodněnou spárou musí být proveden z plechu z korozivzdorné oceli tl. min. 4 mm. Kvalita oceli musí splňovat požadavky dle tab. 3.1. Případnou náhradu korozivzdorné oceli jinými materiály (např. plasty) musí odsouhlasit dodavatel projektové dokumentace a schválit zadavatel.

| kontakt<br>s betonem | maximální tloušťka plechů |             | druh oceli<br>EC    | označení |                | spojovací<br>materiál |
|----------------------|---------------------------|-------------|---------------------|----------|----------------|-----------------------|
|                      | nesvařovaných             | svařovaných |                     | ČSN      | dle DIN 17 440 |                       |
| ne                   | bez omezení               | 6 mm        | X5 CrNi 18 10       | 17 240   | 1.4301         | A2                    |
| ne                   | bez omezení               | bez omezení | X6 CrNiTi 18 10     | 17 247   | 1.4541         | A2                    |
| ano                  | bez omezení               | 6 mm        | X5 CrNiMo 17 12 2   | 17 346   | 1.4401         | A4                    |
| ano                  | bez omezení               | bez omezení | X5 CrNiMoTi 17 12 2 | 17 347   | 1.4571         | A4                    |

Tab. B.2.1 – Korozivzdorné oceli

### **21B.2.2 Cementová malta a beton**

Cementová malta nebo beton, které tvoří podklad závěni, příp. zajišťují závěry proti posunutí, musí odpovídat ustanovením kapitoly 17 TKP.

Kvalita betonu nebo cementové malty musí odpovídat alespoň třídě C25/30 pro stupeň prostředí XF1 podle ČSN EN 206-1, případně C30/37 pro stupeň prostředí XD1. Minimální třída betonu nebo cementové malty musí splňovat limitní požadavky dle tabulky 17 v kapitole 17 TKP.

V projektové dokumentaci musí být specifikovány tyto požadavky na cementovou maltu a beton:

- trvanlivost (stupeň vlivu prostředí, stupeň mrazuvzdornosti, odolnost betonu proti přísaku vody, kategorie obsahu chloridů),
- pevnostní třída,
- zvláštní podmínky pro zpracování a ukládání,
- případně další doplňkové parametry.

V technologickém předpisu zpracovaném dodavatelem stavby musí být specifikovány tyto údaje:

- složení betonu (cementové malty),
- zpracování (konzistence, rychlost tuhnutí),
- maximální jmenovitá horní mez frakce kameniva.

### **21B.2.3 Polymermalta a polymerbeton**

Kvalita polymermalty a polymerbetonu, které tvoří podklad závěrů, příp. zajišťují závěry proti posunutí, musí odpovídat ustanovením kapitoly 17 TKP, ČD SR 105/1 (S) a musí splňovat následující vlastnosti:

- pevnost dle projektové dokumentace, alespoň jako beton navazujících konstrukcí,
- měrný odpor alespoň  $1 \cdot 10^6 \Omega\text{m}$  (ve smyslu SR 5/7 (S)).

Požadavky na polymermaltu a na polymerbeton musí být obsaženy v projektové dokumentaci a v technologickém předpisu zpracovaném zhotovitelem stavby.

V projektové dokumentaci musí být specifikovány tyto požadavky na polymermaltu a polymerbeton:

- pevnost v tlaku a v tahu za ohybu,
- případně další doplňkové parametry.

V technologickém předpisu zpracovaném dodavatelem stavby musí být specifikovány tyto údaje:

- složení (receptura),
- zpracování (konzistence, rychlost tuhnutí),
- maximální jmenovitá horní mez frakce kameniva (neměla by být větší než  $\frac{1}{4}$  nejmenší tloušťky prováděné vrstvy)

Pro dosažení požadovaných vlastností polymermalty a polymerbetonu je nutné dodržovat stanovenou recepturu při současném respektování klimatických podmínek.

## **21B.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ**

### **21B.3.1 Ukončení nosné konstrukce**

#### **21B.3.1.1 Obecně**

Za postupy prací při provádění ukončení nosné konstrukce je zodpovědný dodavatel objektu, resp. dodavatel mostního závěni, pokud v textu není výslovně uvedeno jinak.

Pro všechny způsoby ukončení mostu je třeba věnovat zvýšenou pozornost hutnění zásypu za závěrnou zídou (viz kapitoly 6 a 7 TKP). Přejechod mezi železničním tělesem a mostní stavbou musí být upraven podle předpisu ČD S 4 a úprava na mostě dle MVL 102.

### 21B.3.1.2 Ukončení nosné konstrukce mostními závěry

Osazení mostních závěrů musí být provedeno dodavatelem mostního závěru.

Mostní závěry dodávané jako hotové výrobky se osazují podle projektové dokumentace a technologických předpisů výrobce.

Beton pro podkladní vrstvy a kotvení musí být proveden podle kapitoly 17 TKP a ČSN EN 206-1. Soudržnost musí být zajištěna pro cementový beton dokonalým provlhčením podkladu, pro polymerbeton penetračním nátěrem podkladu. Pokud jsou spojovány vrstvy rozdílného stáří, musí být soudržnost zajištěna vhodným spojovacím mostkem.

Je nutno zajistit požadovanou vzájemnou polohu kotevních prvků mostních závěrů na nosné konstrukci a spodní stavbě. Kotevní prvky v závěrné zídce se proto zajistí v definitivní poloze zásadně až po osazení nosné konstrukce na spodní stavbu. Kotevní prvky v závěrné zídce je přitom účelné osazovat v montážním spojení s kotevními prvky v nosné konstrukci, případně s využitím šablon.

Před definitivním zajištěním polohy mostních závěrů je nutno nastavit jejich rozvření v závislosti na:

- okamžité teplotě dilataující konstrukce,
- zatížení konstrukcí,
- smršťování a dotvarování betonu.

Podklady pro korekce rozdílu předpokládané a skutečné teploty při montáži musí být obsaženy v projektové dokumentaci.

Závěry musí být osazeny podle technologických předpisů výrobce.

O osazení mostních závěrů musí být vystaven protokol o přejímce dle čl. 21B.8.5 této kapitoly TKP.

Osazení závěrů se navíc zaznamená ve stavebním deníku, přičemž je nutno vždy uvést:

- teplotu vzduchu,
- teplotu konstrukce,
- nastavení (rozvření) závěrů.

Již ve fázi projektové dokumentace je třeba věnovat zvýšenou pozornost řešení napojení systému vodotěsné izolace na mostní závěr. Při zpracovávání dokumentace dodavatele je nutné zajistit koordinaci Technologických předpisů pro mostní závěry a pro systémy vodotěsných izolací.

Pokud je na mostním objektu navržen systém vodotěsné izolace s tvrdou ochrannou vrstvou, je nutné vynechat mezi krytem mostního závěru a tvrdou ochrannou vrstvou cca 20 mm. Při volbě záливky této spáry je nutné přihlídnout ke svislým a vodorovným deformacím, v závislosti na jejich velikosti je nutné zvolit druh záливky. Záливkové výrobky musí splňovat požadavky ČSN 73 6242, tab. 6.

Závěry je po osazení nutno až do zřízení kolejového lože chránit před poškozením staveništní dopravou apod. Po osazení nekovových částí závěru je v jeho blízkosti zakázáno svařovat.

### 21B.3.1.3 Ukončení nosné konstrukce krycími prvky

Ukončení nosné konstrukce se provede podle projektové dokumentace, přičemž pro návrh detailu žlabu kolejového lože lze využít:

- pro betonový žlab kolejového lože MVL 554,
- pro ocelový žlab kolejového lože MVL 211,
- pro konstrukce se zabetonovanými nosníky MVL 511.

Tyto vzorové listy zároveň obsahují i detaily provedení krycích prvků.

U betonového žlabu kolejového lože na nosné konstrukci nebo na spodní stavbě musí být jeho okraje vždy lemovány svařeným profilem podle MVL 554, a to i u závěrů s krycími tvárnici.

Líce lemovacích profilů musí vždy přesahovat konzoly mostovkové desky a závěrné zídky ve funkci okapních nosů.

Pro zajištění plynulého průběhu dna a stěn žlabu kolejového lože se lemovací profil závěrné zdi zabetonuje až po osazení konstrukce, zatímco lemovací profil nosné konstrukce může být součástí bednění při betonáži

mostovkové desky. Při osazování lemovacího profilu na závěrnou zídku je vhodné využít montážního spojení s lemovacím profilem na nosné konstrukci. Při nastavení vzdálenosti profilů je nutno zohlednit vliv okamžité teploty konstrukce.

Polymerní maltový povlak lemovacího profilu o tl. 4 mm se provede podle technologických zásad TKP 17 a ČD SR 5/7 (S), vodotěsná izolace žlabu se ukončí na lemovacím profilu, přičemž případná vzniklá spára se zalije pružnou těsnicí zálivkou.

U ocelového žlabu kolejového lože se jeho ukončení provede v uspořádání podle MVL 102 a podle technologických zásad ČD SR 5/7 (S).

Krycí prvky se vždy opatří polymerní maltovým povlakem o tl. 4 mm, který má funkci izolace proti bludným proudům. Hrany krycích plechů musí být předtím opracovány do poloměru nejméně 2 mm.

Krycí prvky se osazují bezprostředně před provedením kolejového lože. Jejich poloha musí být vymezena zářezkami. Doporučuje se rovněž provést zajištění proti nadzvednutí.

Ukončení nosné konstrukce je během stavby nutno chránit před poškozením (např. slaveništní dopravou).

#### 21B.3.1.4 Ukončení nosné konstrukce těsnicími pásy anebo zesílenou izolací

Izolace mostovky se provádí podle ustanovení kapitoly 22 TKP. Detail oblasti ukončení nosné konstrukce musí být jednoznačně specifikován v dokumentaci dodavatele (Technologický předpis systému vodotěsných izolací).

Izolace a těsnicí pásy v oblasti ukončení nosné konstrukce se osazují na dokonale rovný a zpravidla suchý povrch opatřený přípravnou vrstvou schváleného systému vodotěsné izolace dle TKP 22 a TNŽ 73 6280.

Provedení přesahů přídatných vrstev izolace musí odpovídat směru odtoku vody (zpravidla směrem od spáry).

Těsnicí pásy uvnitř dilatační spáry musí být vždy dotěsněny pružnou zálivkou. Zálivkové výrobky musí splňovat požadavky ČSN 73 6242, tab. 6.

Pokud je na mostním objektu navržen systém vodotěsné izolace s tvrdou ochrannou vrstvou, je nutné vynechat v místě ukončení tvrdou ochrannou vrstvu v nezbytně nutném rozsahu.

Pokud je izolace zesílena vloženým plechem, musí být jeho hrany opracovány tak, aby izolaci nepoškozovaly.

#### 21B.3.1.5 Ukončení nosné konstrukce přesahem přes závěrnou zídku

Detail musí být vyřešen v projektové dokumentaci.

Spára mezi nosnou konstrukcí a závěrnou zídou, příp. zadní částí úložného prahu, se provede ve sklonu nejméně 2 % směrem k rubu opěry a utěsní gumovou hadicí nebo vhodným těsnicím pásem.

Těsnicí pásy se vkládají do bednění a zabetonovávají do spodní stavby a nosné konstrukce nebo lepší podle technických podmínek výrobce, které udávají též požadavky na přípravu povrchu.

Bednění z pěnového polystyrénu a obdobných materiálů může být ponecháno ve spáře za předpokladu, že nenarušuje dilatační pohyby konstrukce, odvodnění mostu a jeho vzhled.

#### 21B.3.1.6 Ukončení nosné konstrukce mostů s mostnicemi

Ukončení nosné konstrukce mostů s mostnicemi přichází v úvahu pouze při rekonstrukcích. Detaily provedení jsou uvedeny v MVL 311.

Podkladní vrstvy pod pozednicí se zřídí až po osazení nosné konstrukce do definitivní polohy.

#### 21B.3.1.7 Ukončení nosné konstrukce mostů s přímým uložením koleje

Ukončení nosné konstrukce mostů s přímým uložením koleje přichází v úvahu pouze při rekonstrukcích. V takovém případě se provede podle MVL 102, přičemž osazení pozednice a rozdělení pražců za opěrou se upraví podle MVL 311.

Podkladní vrstvy pod pozednicí se zřídí až po osazení nosné konstrukce do definitivní polohy.



### 21B.3.1.8 Ukončení nosné konstrukce mostů s pevnou jízdní dráhou

V těchto případech bude postupováno individuálně po dohodě s odborným orgánem zadavatele.

### 21B.3.2 Protikorozní ochrana ukončení nosné konstrukce

U mostních závěrů dodávaných jako hotové výrobky je jejich protikorozní ochrana součástí dodávky. Stanovení požadavků na její provedení je součástí schvalovacího řízení pro daný typ výrobku podle čl. 21B.1.5 a 6 této kapitoly TKP. Pohyblivé části se konzervují podle technických podmínek výrobce.

Protikorozní ochrana součástí ukončení nosných konstrukcí, vyráběných v rámci dodávky ocelové konstrukce, je vpravidla předmětem samostatné dodávky, kterou zajišťuje dodavatel stavebního objektu.

Protikorozní ochrana mostních závěrů musí být provedena kombinovaným systémem podle ČD S 5/4 (kovový povlak + nátěry). Přehled požadavků na provedení protikorozní ochrany je předinětem kapitoly 25B TKP a ČD S 5/4. V této kapitole jsou uvedena pouze upřesnění, platná pro mostní závěry.

Pokud se protikorozní ochrana mostních závěrů provádí před jejich osazením, je nutno dodatečně opravit poškození ochranného systému vzniklá při další manipulaci.

Po provedení protikorozní ochrany nesmí být prováděny v jejím dosahu žádné svářečské práce.

Protikorozní ochrana se zásadně provádí před instalací nekovových součástí ukončení mostu.

Prvky z korozivzdorné oceli se používají v souladu s ČSN P ENV 1993-1-4. U nenosných součástí je nutno mít na zřeteli zejména přílohy B (trvanlivost) a C (výrobní hlediska). Kvalita oceli musí splňovat požadavky dle tab. 1.

### 21B.3.3 Ochrana proti účinkům bludných proudů

Zajištění ochrany proti účinkům bludných proudů je třeba věnovat zvýšenou pozornost v oblastech jejich výskytu, tj. na traticích elektrizovaných stejnosměrnou proudovou trakcí a v přilehlých úsecích nebo v oblastech, kde byl výskyt bludných proudů prokázán korozním průzkumem.

Podrobný popis nutných opatření je uveden v kapitole 25A TKP a služební rukověti ČD SR 5/7(S).

Odizolování mostních závěrů je rozhodující pro zabránění přenosu bludných proudů nosnou konstrukcí.

V oblastech možného výskytu bludných proudů je proto nutno:

- použít izolované mostní závěry a krycí součásti ukončení nosné konstrukce,
- přerušit vodivé propojení izolační vrstvou pod závěry nebo krycími součástmi ukončení nosné konstrukce (vpravidla vložkami PVC, vrstvou polymerbetonu nebo povlakem polymerního typu).

Pokud je požadováno příkazní měření elektrického odporu závěru nebo součástí ukončení mostu, zajistí je dodavatel stavby.

Elektrický odpor dodaného mostního závěru musí být větší než  $1 \cdot 10^6 \Omega m$ .

## 21B.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY

### 21B.4.1 Obecně

Parametry dodaných mostních závěrů a jiných součástí ukončení nosné konstrukce (včetně osazení) musí odpovídat projektové dokumentaci TKP a relevantním částem Smlouvy o dílo. Dodavatel ukončení mostní konstrukce ručí za kvalitu použitého materiálu a kvalitu provedení.

Požadavky na kvalitu materiálů jsou stanoveny v čl. 21B.2 této kapitoly TKP a souvisejících předpisech.

Příkazní zkoušky kompletních výrobků se provádějí v rámci jejich schvalování podle čl. 21B.1.5 a 6 této kapitoly TKP.

Dále je stanoven způsob zajištění a dokladování požadovaných parametrů v rámci dodávky jejich jednotlivých druhů.

## **21B.4.2 Dodávka a skladování součástí ukončení nosné konstrukce**

### **21B.4.2.1 Mostní závěry**

Parametry dodaných mostních závěrů musí odpovídat výrobně technické dokumentaci, kterou na základě projektové realizační dokumentace zpracovává dodavatel. Výrobně technická dokumentace nesmí být v rozporu s TKP. Součástí dodávky jsou i Technologické podmínky pro provoz a údržbu mostního závěru.

Dodávat se smí pouze mostní závěry, které vyhovují požadavkům zákona č. 22/1997 Sb. a nařízení vlády č. 163/2002 Sb. Mostní závěry jsou ve skupině 9/5 „Dilatační podložky a závěry dilatačních spár“ a postup posuzování shody je podle § 5 certifikací.

Dodávka mostních závěrů může být považována:

- za výrobu částí ocelové konstrukce, přičemž stavební dozor nad jakostí provádí odborné orgány zadavatele v rozsahu daném ČSN 73 2601 a ČSN 73 2603, se souhlasem odborného orgánu ČD lze použít ČSN P ENV 1090-1, resp. ČSN P ENV 1090-5,
- za dodávku hotových výrobků, přičemž požadovaná jakost dodaných výrobků je garantována certifikací výrobku akreditovanou zkušebnou.

Jakost dodávky mostních závěrů (včetně provádění) se prověřuje souběžně:

- interní kontrolou, prováděnou samotným výrobcem,
- stavebním dozorem zadavatele.

#### *21B.4.2.1.1 Přejímka mostních závěrů*

Dílenskou přejímku mostních závěrů provádí stavební dozor zadavatele za účasti dodavatele stavebního objektu i dodavatele mostních závěrů. Mostní závěry musí být doloženy certifikátem, osvědčením, schvalovacím protokolem nebo zaváděcím listem podle čl. 21B 1.6 této kapitoly TKP. Mostní závěry mohou být převzaty pouze pokud splňují všechny kvalitativní požadavky (materiálové, PKO atd.).

Nejpozději s dodacím listem dodávky mostních závěrů na stavbu musí být předán zadavateli doklad o vydaném prohlášení o shodě podle § 11 nařízení vlády č. 178/1997 Sb. ve znění nařízení vlády č. 81/1999 Sb.

Dodavatel mostního závěru vyhotoví protokol (zápis) o dílenské přejímce.

#### *21B.4.2.1.2 Doprava a skladování*

Mostní závěry je nutno dopravovat a skladovat tak, aby byly chráněny před klimatickými vlivy, proti korozi a deformaci. Podmínky pro dopravu a skladování musí být stanoveny a schváleny v technologickém předpisu výrobce.

### **21B.4.2.2 Vodotěsné izolace a těsnicí pásy**

Podmínky pro dodávku izolačních materiálů jsou stanoveny v kapitole 22 TKP.

Těsnicí pásy se dodávají podle technických podmínek výrobce. Přejímku provádí stavební dozor zadavatele za účasti dodavatele stavebního objektu.

### **21B.4.2.3 Ostatní součásti ukončení nosné konstrukce**

Pro dodávku ostatních součástí ukončení nosné konstrukce platí ustanovení příslušných kapitol TKP.

## **21B.4.3 Dodávka betonu, polymermalty a polymerbetonu**

Pro dodávku betonu (resp. transport betonu), polymermalty a polymerbetonu včetně požadovaných příkazních zkoušek platí ustanovení a kapitoly 17 TKP, ČSN P ENV 13670-1 a ČSN EN 206-1.

## **21B.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY**

Způsob a rozsah odebírání vzorků betonu (polymerbetonu, polymermalty) a provádění kontrolních zkoušek pro materiál použitý pro kotvení součástí ukončení nosné konstrukce jsou stanoveny v kapitole 17 TKP a ČSN EN 206-1.

Kontrolní zkoušky musí být provedeny akreditovanou laboratoří odsouhlasenou zadavatelem.

Za odebrání vzorků a provedení kontrolních zkoušek v požadovaném rozsahu odpovídá dodavatel stavby v součinnosti se stavebním dozorem zadavatele.

## **21B.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY**

### **21B.6.1 Výrobní tolerance**

Výrobní tolerance mostních závěrů musí odpovídat podmínkám schváleným podle čl. 21B.1.5 a 6 této kapitoly TKP.

V technologickém předpisu dodavatele mostních závěrů se stanoví přípustné odchylky při výrobě.

### **21B.6.2 Tolerance osazení**

Pokud není v dokumentaci nebo ve schvalovacím protokolu podle čl. 21B.1.5 této kapitoly TKP pro zavedené typy (resp. čl. 21B.1.6 této kapitoly TKP pro nové typy) mostních závěrů stanoveno jinak, musí být zachovány:

- přípustná výšková odchylka osazení oproti dokumentaci stavby  $\pm 3$  mm,
- odchylka šířky dilatační spáry při 10°C od teoretické hodnoty, stanovené projektovou dokumentací  $\pm 5$  mm.

Tolerance provedení ostatních součástí ukončení nosné konstrukce posoudí stavební dozor zadavatele.

Pro rozměry, jejichž tolerance nejsou specifikovány ve schvalovacím protokolu podle čl. 21B.1.5 a 6 této kapitoly TKP, ostatních TKP ani dalších závazných normách a předpisech, platí tolerance podle ČSN ISO 2768-1.

### **21B.6.3 Míra opotřebení**

Po celou dobu životnosti mostu provádí správce pravidelné prohlídky mostních závěrů a sleduje míru jejich opotřebení. V případě, že míra opotřebení již zjevně ovlivňuje jejich funkčnost, je třeba tuto vhodnými opatřeními zajistit. Tato opatření navrhuje výrobce (dodavatel) mostního závěru a schvaluje ho odborný orgán zadavatele.

### **21B.6.4 Záruky**

Záruční doby všeobecně stanoví kapitola 1 TKP. Po celou záruční dobu je třeba sledovat celkový stav a funkci mostních závěrů a jakákoliv zjištění zakládající důvod k zahájení reklamačního řízení musí být správcem bez zbytečného odkladu písemně oznámena dodavateli a zadavateli.

## **21B.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ**

Funkce a zachování požadovaných parametrů ukončení nosné konstrukce musí být zaručeny v rozsahu mezních teplot mostních konstrukcí podle ČSN 73 6203, čl. 138, nebo ČSN EN 1991-1-5, čl. 6.

Případná klimatická omezení pro provádění mostních závěrů jsou stanovena v dokumentaci a technických podmínkách výrobce.

Klimatická omezení pro ukládání a ošetřování betonu jsou stanovena v kapitole 17 TKP, ČSN EN 206-1 a ČSN P ENV 13670-1.

Klimatická omezení pro zpracování polymerbetonu a polymernalty musí být obsažena v technologickém předpisu a jsou uvedena v příslušných technických listech.

Pokud klimatické podmínky neodpovídají výše uvedeným ustanovením, musí být pro provádění prací zřízeny vyhřívané přístřešky. Tato opatření schvaluje stavební dozor zadavatele.

## **21B.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **21B.8.1 Obecně**

Zajištění všech dále uvedených kontrol, odsouhlasení a převzetí prací je povinností dodavatele stavby, který zároveň musí vytvořit podmínky pro jejich úplné provedení. Všechny kroky zahrnuté v článku 8 této kapitoly TKP musí probíhat za přítomnosti odborného orgánu zadavatele nebo jím pověřeného zástupce.

### **21B.8.2 Převzetí dodávky (příp. dílenská přejímka) součástí ukončení nosné konstrukce**

Požadavky na způsob převzetí dodávky jednotlivých druhů a typů mostních závěrů a ostatních součástí ukončení nosné konstrukce jsou uvedeny v čl. 21B.4 až 21B.6 této kapitoly TKP.

### **21B.8.3 Montážní prohlídka (u ocelových konstrukcí)**

Montážní prohlídka ocelových konstrukcí je součástí zkoušek prováděných před jejich převzetím. Požadavky na provádění montážní prohlídky jsou uvedeny v ČSN 73 2603.

Pokud harmonogram stavby umožňuje, aby při montážní prohlídce byly k nosné konstrukci připojeny mostní závěry a ostatní součásti ukončení nosné konstrukce, bude jejich kontrola zahrnuta do montážní prohlídky. Pověřený orgán zadavatele přitom kontroluje zejména:

- soulad s projektovou, výrobní a montážní dokumentací,
- dosedání funkčních ploch mostních závěrů a ostatních součástí ukončení nosné konstrukce,
- kvalitu provedení přípojí,
- polohu a nastavení mostních závěrů v závislosti na okamžité teplotě.

### **21B.8.4 Odsouhlasení dílčích prací**

#### **21B.8.4.1 Obecně**

Odsouhlasení stavebních prací probíhá podle dispozic stavebního dozoru zadavatele na základě dokumentace dodavatele. Pokud není stanoveno jinak, odsouhlasuje stavební dozor zadavatele dílčí práce v dále uvedeném rozsahu.

Záznamy o kontrole a odsouhlasení dílčích prací provádí stavební dozor zadavatele zpravidla do stavebního deníku objektu.

#### **21B.8.4.2 Mostní závěry**

Pro mostní závěry musí stavební dozor zadavatele odsouhlasit:

- před definitivním zajištěním kotevních prvků mostních závěrů:
  - jejich polohu výškovou i směrovou s důrazem na vzájemnou polohu součástí podle okamžité teploty,
  - provedení kotev nebo šroubových přípojí,
- před zřízením izolace:
  - připojení kotevních prvků k nosné konstrukci mostu,
  - podbetonování kotevních prvků,
  - rovinnost podkladních vrstev izolace v místech obetonování kotevních prvků mostních závěrů,
  - osazení kompletního mostního závěru, pokud se provádí před zřízením izolace,
- před zřízením ochranných vrstev izolace:
  - provedení jednotlivých vrstev izolace v oblasti mostního závěru,
  - osazení kompletního mostního závěru, pokud se provádí až po zřízení izolace,

- napojení izolace na mostní závěr, včetně zkoušky vodotěsnosti prolitím (u vodotěsných mostních závěrů),
- před zřízením kolejového lože:
  - dokončený mostní závěr,
  - měření elektrického odporu závěru, je-li požadováno,
  - napojení izolace (bez ochranné vrstvy) na mostní závěr, včetně zkoušky vodotěsnosti prolitím (u vodotěsných mostních závěrů).

#### 21B.8.4.3 Ukončení nosné konstrukce s kolejovým ložem krycími plechy nebo tvárnici

Pro ukončení nosné konstrukce s kolejovým ložem krycími plechy nebo tvárnici musí stavební dozor zadavatele odsouhlasit:

- před definitivním zajištěním polohy lemovacích profilů ukončení nosné konstrukce:
  - jejich polohu výškovou i sítěrovou s důrazem na vzájemnou polohu součástí podle okamžité teploty,
  - provedení kotev nebo šroubových přípojí,
- před zřízením izolace:
  - rovinnost obetonování lemovacích profilů ukončení nosné konstrukce,
- před zřízením ochranných vrstev izolace:
  - napojení izolace na lemovací profily ukončení nosné konstrukce,
- před provedením železničního svršku (kolejového lože):
  - osazení krycích plechů a tvární, včetně jejich povrchové úpravy,
  - měření elektrického odporu ukončení nosné konstrukce, je-li požadováno.

#### 21B.8.4.4 Konstrukce s kolejovým ložem těsníci pásy nebo zesílením izolace

Pro ukončení nosné konstrukce s kolejovým ložem těsníci pásy nebo zesílením izolace nad dilatační spárou musí stavební dozor zadavatele odsouhlasit:

- provedení jednotlivých vrstev izolace podle ustanovení kapitoly 22 TKP,
- osazení těsnícího pásu před jeho překrytím.

#### 21B.8.4.5 Ukončení nosné konstrukce přesahem přes závěrnou zídku

Pro ukončení nosné konstrukce s kolejovým ložem přesahem přes závěrnou zídku a pro ukončení nosných konstrukcí s mostnicemi nebo příným uložením kolejí musí stavební dozor zadavatele odsouhlasit před zřízením železničního svršku (včetně kolejového lože na opěrách) celkové provedení ukončení nosné konstrukce.

### 21B.8.5 Převzetí osazených mostních závěrů

Mostní závěry musí být převzaty před jejich zakrytím.

K převzetí dokončených mostních závěrů dodavatel předloží:

- dokumentaci k převzetí dodávky mostních závěrů,
- zápisy o odsouhlasení dílčích prací,
- záznamy o měření pohybů mostních závěrů,
- protokol o výsledcích měření izolačního odporu proti úložnému prahu (na opěře, nebo pilíři),
- případně zápisy z dílenských přejímek.

Stavební dozor zadavatele kontroluje zejména:

- úplnost předkládané dokumentace,
- provedení všech stavebních prací,
- neporušenost protikoroze ochrany,
- funkčnost mostních závěrů při změnách teplot,
- odchylky polohy a nastavení závěrů,
- kompletnost vybavení závěrů,
- viditelnost předepsaného označení (viz bod 21B.8.8).

Záznamy o převzetí dokončených mostních závěrů jsou součástí dokumentace k převzetí stavby.

Výsledkem převzetí je protokol o převzetí mostních závěrů.

### **21B.8.6 Hlavní prohlídka**

Hlavní prohlídka mostního objektu je podle Stavebního a technického řádu drah (vyhláška Ministerstva dopravy č. 177/95, hl. 3) povinnou součástí technickobezpečnostní zkoušky. Provádí se před zahájením provozu na mostě a je podmínkou jeho povolení. Požadavky na provádění hlavní prohlídky jsou stanoveny v ČD S5 (R), část druhá.

U mostních závěrů vedoucí prohlídky kontroluje zejména:

- dosedání funkčních ploch závěrů,
- kvalitu provedení přípojí,
- polohu a nastavení závěrů v závislosti na okamžité teplotě, (zvláště pokud kontrola nemohla být s ohledem na harmonogram prací provedena již při montážní prohlídce),
- funkci mostních závěrů,
- kvalitu provedení protikoroze ochrany, včetně doplnění protikoroze ochrany přípojí,
- konzervaci funkčních ploch,
- doklady a dokumenty o dílčích prohlídkách.

Kontrola nepřístupných částí může být provedena kontrolou dokumentů o dílčích prohlídkách.

### **21B.8.7 Zatěžovací zkouška, zkušební provoz**

Podmínky pro zatěžovací zkoušku a zkušební provoz jsou stanoveny ve Stavebním a technickém řádu drah (vyhláška Ministerstva dopravy č. 177/95) a v ČSN 73 6209.

Při zatěžovací zkoušce mostu (pokud je předepsána) a během zkušebního provozu se kontroluje funkce mostních závěrů zejména s ohledem na:

- případný výskyt nadměrných deformací,
- stabilitu polohy jejich součástí a dosedání funkčních ploch při průjezdu zatížení.

Provedení zatěžovací zkoušky zajišťuje dodavatel stavby.

### **21B.8.8 Typový štítek mostního závěru**

Mostní závěry musí být na základě požadavku správce mostu opatřeny na trvale přístupném místě typovými štítky.

Musí obsahovat tyto údaje:

- výrobce závěru,
- typ závěru vč. jmenovitého rozsahu dilatačního posunu,
- rok výroby,
- nastavení mostního závěru při montáži (teplota + výchozí poloha).

## **21B.9 KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ**

Měření polohy mostních závěrů provede dodavatel stavby:

- po jejich osazení,
- po zajištění jejich polohy,
- po dokončení železničního svršku (pokud je mostní závěr přístupný),
- při extrémních teplotách v průběhu stavby.

Pohyby mostních závěrů se měří posuvným měřítkem s přesností 0,1 mm nejméně na třech místech příčného řezu mostu.

Pro ostatní druhy ukončení nosné konstrukce není nutno měřit pohyby jejich součástí, pokud stavební dozor zadavatele nestanoví jinak.

Dodavatel stavby zaznamenává polohu závěrů společně s údaji o čase měření, teplotě ovzduší a konstrukce a zatížení mostu. Výslednou tabulku s vyhodnocením předkládá k hlavní prohlídce.

Stavební dozor zadavatele může předepsat další požadavky na provádění měření až do převzetí stavebního objektu.

Požadavky na provádění měření v průběhu zkušebního provozu mohou být součástí samostatných smluvních ujednání, případně mohou být předepsány hlavní prohlídkou (v případě pochybností o dokonalé funkci).

## **21B.10 EKOLOGIE**

Pro provádění mostních závěrů platí ekologické požadavky platné pro provádění ocelových mostních konstrukcí (viz kapitola 19 TKP), betonových mostních konstrukcí (viz kap. 18 TKP), protikorozi ochrany (viz kapitola 25A TKP) a výrobu betonu (viz kapitola 17 TKP).

## **21B.11 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA**

Požadavky na bezpečnost práce a technických zařízení jakož i na požární ochranu obecně stanoví kapitola 1 TKP.

## **21B.12 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY**

Uvedené normy a předpisy vycházejí z aktuálního stavu v době zpracování TKP, resp. jejich aktualizace. Uživatel TKP odpovídá za použití aktuální verze výchozích podkladů ve smyslu kapitoly 1 TKP, čl. 3, za použití aktuální verze výchozích podkladů, tj. právních předpisů, technických norem a předpisů a předpisů ČD.

### **21B.12.1 Citované technické normy**

|                            |                                                                                         |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN 73 2601                | Provádění ocelových konstrukcí.                                                         |
| ČSN 73 2603                | Provádění ocelových mostních konstrukcí.                                                |
| ČSN 73 6200                | Mostní názvosloví.                                                                      |
| ČSN 73 6203                | Zatížení mostů.                                                                         |
| ČSN 73 6205                | Navrhování ocelových mostů.                                                             |
| ČSN 73 6209                | Zatěžovací zkoušky mostů.                                                               |
| ČSN 73 6242                | Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací.                         |
| ČSN ISO 2768-1 (01 4240)   | Všobecné tolerance. Nepředepsané mezní úchytky délkových a úhlových rozměrů.            |
| ČSN EN ISO 9001            | Systémy managementu jakosti – Požadavky.                                                |
| ČSN P ENV 1090-1 (73 2601) | Provádění ocelových konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. |
| ČSN P ENV 1090-5 (73 2603) | Provádění ocelových konstrukcí – Část 5: Doplnující pravidla pro mosty.                 |

|                    |                                                                                                              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN EN 1991-1-5    | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou.                              |
| ČSN P ENV 1993-2   | Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty.                                                     |
| ČSN P ENV 1993-1-4 | Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1 – 4: Obecná pravidla – Doplňující pravidla pro korozivzdorné oceli. |
| ČSN EN 206-1       | Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.                                                     |
| ČSN P ENV 13670-1  | Provádění betonových konstrukcí - Část 1: Společná ustanovení                                                |
| TNŽ 73 6280        | Navrhování a provádění vodotěsných izolací železničních mostních objektů.                                    |
| ČD S 4             | Železniční spodek.                                                                                           |
| ČD S 5 (R)         | Správa mostních objektů, nepublikovaný předpis.                                                              |
| ČD S 5/4           | Protikoroze ochrana ocelových konstrukcí.                                                                    |
| ČD SR 5/7 (S)      | Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů.                                         |
| ČD SR 105/1 (S)    | Používání plastbetonu v traťovém hospodářství.                                                               |

### **21B.12.2 Citované předpisy**

|                                                                                                                    |                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MVL 102                                                                                                            | Přechody mezi nosnými konstrukcemi, mezi nosnou konstrukcí a opěrou, mezi spodní stavbou a tělesem železničního spodku. |
| MVL 211                                                                                                            | Ocelová konstrukce s kolejovým ložem s dolní mostovkou, plnostěnná.                                                     |
| MVL 311                                                                                                            | Ocelová konstrukce s mostnicemi s dolní mostovkou, plnostěnná.                                                          |
| MVL 511                                                                                                            | Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky.                                                |
| MVL 554                                                                                                            | Ocelobetonová konstrukce spřažená s plnostěnnými nosníky.                                                               |
| Oznámení o Akreditačním systému České republiky, Věstník MH ČR, č. 3-4/1995.                                       |                                                                                                                         |
| Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky                                                          |                                                                                                                         |
| Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky. |                                                                                                                         |
| Nařízení vlády č. 178/1997 Sb..                                                                                    |                                                                                                                         |
| Nařízení vlády č. 81/1999 Sb..                                                                                     |                                                                                                                         |
| Vyhláška č. 177/1995 Sb. Stavební a technický řád drah.                                                            |                                                                                                                         |

### **21B.12.3 Související kapitoly TKP**

|             |                                                      |
|-------------|------------------------------------------------------|
| Kapitola 1  | - Všeobecně                                          |
| Kapitola 6  | - Pražcové podloží                                   |
| Kapitola 7  | - Kolejové lože                                      |
| Kapitola 17 | - Beton pro konstrukce                               |
| Kapitola 18 | - Betonové mosty a konstrukce                        |
| Kapitola 19 | - Ocelové mosty a konstrukce                         |
| Kapitola 22 | - Izolace proti vodě                                 |
| Kapitola 25 | - Protikoroze ochrana úložných zařízení a konstrukcí |



**Poznámky:**



# **TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH**

## **Kapitola 21**

**T ř e t í - aktualizované vydání se zapracovanou změnou č. 5 /z roku 2006/**

Vydala Správa železniční dopravní cesty, státní organizace.

Zpracovatel:

Technický redaktor:

České dráhy, a.s., Technická ústředna Českých drah,  
sekce tratí a budov

Odborný gestor:

SŽDC, státní organizace,  
odbor provozuschopnosti ŽDC

Nakladatelství:

České dráhy, a.s., Technická ústředna Českých drah,  
Malletova 10/2363,  
190 00 Praha 9 - Libeň

Distribuce:

České dráhy, a.s., Technická ústředna Českých drah,  
SATT - oddělení typové dokumentace,  
Nerudova 1,  
772 58 Olomouc

tel.:

fax:

e-mail:

[www.cd.cz/tudc](http://www.cd.cz/tudc)

# **Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah**

## **Kapitola 22 IZOLACE PROTI VODĚ**

**Vydání: červen 2022**

Účinnost od 1. července 2022

Nahrazení předchozího znění kapitoly

Datem účinností tohoto dokumentu se nahrazuje kapitola 22 – Izolace proti vodě schválená dne 31. 7. 2001, účinná od 1. 11. 2001.

Schváleno pod č.j. 40307/2022-SŽ-GR-O13

Dne

Bc. Jiří Svoboda, MBA v. r.  
Generální ředitel

**Technické kvalitativní podmínky  
Kapitola 22 IZOLACE PROTI VODĚ**

Gestorský útvar: Správa železnic, státní organizace  
Generální ředitelství  
Odbor traťového hospodářství  
Praha  
[www.spravazeleznic.cz](http://www.spravazeleznic.cz)

Gestor:

Vydání: červen 2022

Náklad: vydáno pouze v elektronické podobě (PDF), formát (A4)

© Správa železnic, státní organizace, rok 2022

Tento dokument je duševním vlastnictvím státní organizace Správa železnic, na které se vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů. Státní organizace Správa železnic je v uvedené souvislosti rovněž vykonavatelem majetkových práv. Tento dokument smí fyzická osoba použít pouze pro svou osobní potřebu, právnická osoba pro svou vlastní vnitřní potřebu. Poskytování tohoto dokumentu nebo jeho části v jakékoliv formě nebo jakýmkoliv způsobem třetí osobě je bez svolení státní organizace Správa železnic zakázáno.

**OBSAH**

|                                                                                          | Strana    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>                                                               | <b>5</b>  |
| <b>PŘEDMLUVA .....</b>                                                                   | <b>6</b>  |
| <b>22.1 ÚVOD .....</b>                                                                   | <b>7</b>  |
| 22.1.1 Obecná ustanovení.....                                                            | 7         |
| 22.1.2 Základní pojmy a jejich výklad .....                                              | 8         |
| 22.1.3 Systémy vodotěsné izolace .....                                                   | 8         |
| 22.1.4 Návrh konstrukce ve vztahu k vodotěsné izolaci .....                              | 9         |
| 22.1.5 Dokumentace systému vodotěsné izolace .....                                       | 9         |
| 22.1.5.1 Předprojektová dokumentace .....                                                | 9         |
| 22.1.5.2 Projektová dokumentace (DUSP, DUSL, DSP) .....                                  | 9         |
| 22.1.5.3 Projektová dokumentace (PDPS) .....                                             | 10        |
| 22.1.5.4 Dokumentace zhotovitele systému vodotěsné izolace .....                         | 12        |
| 22.1.5.5 Dokumentace skutečného provedení (DSPS) .....                                   | 12        |
| 22.1.6 Stavební deník systému vodotěsné izolace.....                                     | 12        |
| 22.1.7 Přejímka podkladní konstrukce.....                                                | 13        |
| 22.1.8 Provádění systému vodotěsné izolace .....                                         | 13        |
| 22.1.8.1 Provádění přípravné vrstvy.....                                                 | 13        |
| 22.1.8.2 Provádění vodotěsné vrstvy.....                                                 | 14        |
| 22.1.8.3 Provádění ochranné vrstvy .....                                                 | 14        |
| 22.1.8.4 Ochrana při provádění vodotěsné izolace a při provádění nadložních vrstev ..... | 14        |
| 22.1.9 Odvodnění.....                                                                    | 15        |
| <b>22.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ.....</b>                                    | <b>16</b> |
| 22.2.1 Výrobky pro jednotlivé vrstvy SVI .....                                           | 16        |
| 22.2.2 Doplnkové výrobky pro systém vodotěsné izolace .....                              | 16        |
| 22.2.3 Výrobky pro zálivkové těsnění spár .....                                          | 16        |
| 22.2.4 Ochrana proti zemní vlhkosti.....                                                 | 16        |
| 22.2.5 Přímá pochozí a přímo poježděné systémy vodotěsné izolace .....                   | 16        |
| <b>22.3 TECHNOLOGICKÉ PŘEDPISY A POSTUPY .....</b>                                       | <b>16</b> |
| 22.3.1 Technologický postup .....                                                        | 16        |
| 22.3.2 Technologický předpis vodotěsné izolace.....                                      | 17        |
| 22.3.3 Obsah a rozsah Technologického předpisu .....                                     | 17        |
| 22.3.3.1 Úvod .....                                                                      | 18        |
| 22.3.3.2 Specifikace volby systému vodotěsné izolace.....                                | 18        |
| 22.3.3.3 Popis výrobků systému vodotěsné izolace .....                                   | 18        |
| 22.3.3.4 Skladování a manipulace.....                                                    | 18        |
| 22.3.3.5 Podmínky aplikace systému vodotěsné izolace .....                               | 18        |
| 22.3.3.6 Pracovní pomůcky a mechanismy.....                                              | 18        |
| 22.3.3.7 Pracovní postupy .....                                                          | 19        |
| 22.3.3.8 Výkresy .....                                                                   | 19        |
| 22.3.3.9 Opravy poškozených míst .....                                                   | 19        |
| 22.3.3.10 Kontroly, zkoušení a přejímky .....                                            | 19        |
| 22.3.3.11 Kvalita, její kontrola a záruky .....                                          | 19        |
| 22.3.3.12 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.....                                     | 19        |
| 22.3.3.13 Způsob nakládání s odpady .....                                                | 19        |
| 22.3.3.14 Prohlášení zhotovitele systému vodotěsné izolace .....                         | 20        |
| 22.3.3.15 Personální zajištění provádění systému vodotěsné izolace .....                 | 20        |
| 22.3.3.16 Další přílohy technologického předpisu.....                                    | 20        |
| <b>22.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY .....</b>                                 | <b>20</b> |
| 22.4.1 Dodávka.....                                                                      | 20        |
| 22.4.2 Skladování.....                                                                   | 20        |
| 22.4.3 Průkazní zkoušky .....                                                            | 21        |
| <b>22.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY .....</b>                                   | <b>21</b> |
| 22.5.1 Odebírání vzorků.....                                                             | 21        |
| 22.5.2 Kontrola a zkoušky podkladní konstrukce.....                                      | 21        |
| 22.5.3 Kontrolní zkoušky zhotovitele systému vodotěsné izolace .....                     | 21        |
| 22.5.4 Kontroly objednatele .....                                                        | 22        |
| 22.5.5 Kontrolní zkoušky objednatele (rozhodčí zkoušky) .....                            | 22        |
| <b>22.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY.....</b>                             | <b>22</b> |
| 22.6.1 Příпустné odchylky .....                                                          | 22        |

|              |                                                                       |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 22.6.2       | Míra opotřebení.....                                                  | 22        |
| 22.6.3       | Záruky zhotovitele SVI, záruční a pozáruční doba.....                 | 22        |
| <b>22.7</b>  | <b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ .....</b>                                       | <b>23</b> |
| <b>22.8</b>  | <b>SOUHLAS S PROVEDENÝMI PRACEMI, PŘEVZETÍ PRACÍ.....</b>             | <b>23</b> |
| 22.8.1       | Souhlas s provedenými pracemi .....                                   | 23        |
| 22.8.2       | Předání systému vodotěsné izolace.....                                | 23        |
| 22.8.3       | Převzetí prací .....                                                  | 24        |
| <b>22.9</b>  | <b>KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ.....</b>              | <b>24</b> |
| 22.9.1       | Kontrolní měření .....                                                | 24        |
| 22.9.2       | Měření posunů a přetvoření .....                                      | 24        |
| <b>22.10</b> | <b>EKOLOGIE.....</b>                                                  | <b>25</b> |
| <b>22.11</b> | <b>BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA .....</b> | <b>25</b> |
| 22.11.1      | Bezpečnost práce a technických zařízení .....                         | 25        |
| 22.11.2      | Požární ochrana .....                                                 | 25        |
| <b>22.12</b> | <b>CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY .....</b>                         | <b>25</b> |

## SEZNAM ZKRATEK

Níže uvedený seznam obsahuje zkratky a značky použité v tomto dokumentu. V seznamu se neuvádějí legislativní zkratky, zkratky a značky obecně známé, zavedené právními předpisy, uvedené v obrázcích, příkladech nebo tabulkách.

|               |                                                                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ČSN</b>    | Česká technická norma                                                                                                   |
| <b>ČSN EN</b> | Česká technická norma, která zavádí do soustavy českých norem evropskou normu                                           |
| <b>DSP</b>    | Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení                                                                   |
| <b>DSPS</b>   | Dokumentace skutečného provedení stavby                                                                                 |
| <b>DUSL</b>   | Dokumentace pro vydání společného povolení podle zákona č. 416/2009 Sb., liniového zákona, ve znění pozdějších předpisů |
| <b>DUSP</b>   | Dokumentace pro vydání společného povolení                                                                              |
| <b>GŘ</b>     | Generální ředitelství                                                                                                   |
| <b>IGP</b>    | Inženýrsko geologický průzkum                                                                                           |
| <b>KZP</b>    | Kontrolní a zkušební plán                                                                                               |
| <b>MVL</b>    | Mostní vzorové listy                                                                                                    |
| <b>O13</b>    | Odbor traťového hospodářství                                                                                            |
| <b>OTP</b>    | Obecné technické podmínky                                                                                               |
| <b>PDPS</b>   | Projektová dokumentace pro provádění stavby                                                                             |
| <b>RS SVI</b> | Regionální specialista pro systémy vodotěsných izolací                                                                  |
| <b>SVI</b>    | Systém vodotěsné izolace                                                                                                |
| <b>SŽ</b>     | Správa železnic, státní organizace                                                                                      |
| <b>SO</b>     | Stavební objekt                                                                                                         |
| <b>TDS</b>    | Technický dozor stavebníka                                                                                              |
| <b>TEP</b>    | Technologický postup                                                                                                    |
| <b>TePř</b>   | Technologický předpis                                                                                                   |
| <b>TKP</b>    | Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah                                                                    |
| <b>TNŽ</b>    | Technická norma železnic                                                                                                |
| <b>TPD</b>    | Technické podmínky dodací                                                                                               |
| <b>TZ</b>     | Technická zpráva                                                                                                        |
| <b>VTP</b>    | Všeobecné technické podmínky (součást zadávací dokumentace)                                                             |
| <b>ZD</b>     | Zadávací dokumentace stavby                                                                                             |
| <b>ZP</b>     | Záměr projektu                                                                                                          |
| <b>ZTKP</b>   | Zvláštní technické kvalitativní podmínky                                                                                |
| <b>ZTP</b>    | Zvláštní technické podmínky                                                                                             |



## PŘEDMLUVA

Pro tuto kapitolu platí všechny pojmy, ustanovení, požadavky a údaje uvedené v kapitole 1 TKP - Všeobecně. Použití kapitoly 22 TKP je možné pouze společně s kapitolou 1 TKP.

Kapitola 22 Technických kvalitativních podmínek staveb státních drah (dále jen TKP) se zabývá požadavky objednatele na systémy vodotěsných izolací (dále jen SVI) staveb železničního spodku. Jde o SVI proti vodě volně stékající a SVI proti vodě tlakové. V kapitole 22 TKP jsou také uvedeny možnosti ochrany některých objektů nebo částí objektů pouze proti zemní vlhkosti.

Tato kapitola uvádí požadavky na SVI jako celek, na materiály jednotlivých vrstev, na technologické předpisy a postupy, zkoušení, přejímky a způsob kontrol při výstavbě, opravách, údržbě a při ukončení záruční doby. Dále obsahuje požadavky na materiály a provedení veškerých prací a úprav (včetně podkladní konstrukce), které s provedením vodotěsných izolací souvisí.

Tato kapitola TKP je zpracována s ohledem na ČSN a jiné technické předpisy s tím, že některé články norem upřesňuje, doplňuje nebo upravuje. V případech, kdy jsou požadovány jiné práce, než práce obsažené v této kapitole TKP, nebo je třeba doplnit ustanovení této kapitoly, a nebo v případech, kdy se jedná o ojedinělé technické řešení, stanoví objednatel potřebné zásady v zadávací dokumentaci.

Technické požadavky na použité materiály a podmínky pro dodržování kvality musí odpovídat především směrnici SŽDC č. 67 a dále pak této kapitole TKP, zde uvedeným technickým normám a příslušným technickým předpisům. V případě rozporu mezi obecně platnými technickými normami a dalšími technickými předpisy platí ustanovení TKP, pokud pověřený útvar (podle kapitoly 1 TKP) nestanoví jinak.

## 22.1 ÚVOD

### 22.1.1 OBECNÁ USTANOVENÍ

- (1) Kapitola 22 TKP se zabývá především vodotěsnými izolacemi mostních objektů dle ČSN 73 6200. Dále uvedené zásady se ve využitelném rozsahu použijí i na ostatních stavbách železničního spodku, kolektorů, septiků, lapačů a ostatních obdobných staveb.

Souhrnně se tato část kapitoly týká:

- nosných konstrukcí mostních objektů s kolejovým ložem;
    - přesypaných
    - nepřesypaných
  - pochozích a pojížděných mostních konstrukcí bez kolejového lože;
  - spodních staveb mostních objektů;
  - víceúčelových přestupních terminálů;
  - opěrných zdí;
  - zárubních zdí;
  - ostatních staveb železničního spodku.
- (2) Pro vodotěsné izolace proti podzemní vodě konstrukcí kolektorových tubusů, šachet a doplňkových objektů chrániček, prováděných v otevřené stavební jámě v souladu s kapitolou 12 TKP, platí uvedená ustanovení ve využitelném rozsahu této kapitoly
- (3) Pro vodotěsné izolace proti podzemní vodě konstrukcí odpadních jímek, čistíren a lapačů, prováděných v otevřené stavební jámě v souladu s kapitolou 14 TKP, platí ve využitelném rozsahu ustanovení kapitoly 22 TKP. Kapitola 22 TKP neřeší izolaci a ochranu konstrukcí proti kapalinám uvnitř těchto staveb.
- (4) Pro konstrukce kolektorových tubusů, šachet, doplňkových objektů chrániček, odpadních jímek, čistíren a lapačů, které se provádějí ražením, se vodotěsné izolace proti podzemní vodě a zemní vlhkosti řeší v souladu s kapitolou 20 TKP. Schválení použité vodotěsné izolace podléhá pověřenému útvaru GŘ Správy železnic v souladu s kapitolou 20 TKP.
- (5) Vodotěsné izolace tunelů (schválení použitého SVI podléhá v souladu s kapitolou 20 TKP pověřenému útvaru GŘ Správy železnic).
- (6) Pro výše uvedené konstrukce, které nejsou zatěžovány železniční dopravou, není nutné používat pro vodotěsné izolace schválené SVI dle kapitoly 22 TKP. Je možné používat výrobky splňující požadavky pro uvedení na trh v České republice. Skladba vodotěsné izolace musí zajišťovat dostatečnou ochranu pro dané hydrofyzikální namáhání (viz ČSN 73 0600) a zajišťovat odolnost proti mechanickému poškození.
- (7) Pokud dochází k vzájemnému napojení vodotěsných izolací konstrukcí kolektorových tubusů, šachet, doplňkových objektů chrániček, odpadních jímek, čistíren, lapačů a jiných pozemních staveb na mostní objekty, je nutné vždy na přechodu mezi těmito konstrukcemi respektovat požadavky na vodotěsné izolace dle kapitoly 22 TKP, tj. použít schválené SVI (případně SVI v ověřovacím procesu).
- (8) Mostní objekty jsou v souladu s jednotlivými příslušnými kapitolami TKP navrhovány podle ČSN 73 6201 a příslušných vnitřních předpisů SŽ s plánovanou životností 100 let. Povrchy těchto objektů na styku se zeminou a kolejovým ložem je nutné izolovat (např. žlab kolejového lože, rubové plochy opěr atp.). Konstrukční zásady pro ochranu mostních objektů stanovuje ČSN 73 6201 včetně požadavků na návrh odvodnění izolovaných ploch.
- (9) Na některých vybraných konstrukcích se připouští kromě použití vodotěsných izolací jejich ochrana proti vodě pouze ochrannými nátěry proti zemní vlhkosti:

- schválené prefabrikované konstrukce propustků s integrovaným těsněním s maximální hloubkou průsaku tlakovou vodou 20 mm dle ČSN EN 12390-8 nebo kapitoly 17 TKP;
  - konstrukce dle kapitoly 18 TKP, příloha A, poznámka f;
  - nízké opěrné stěny svisle ohraničující přechodovou oblast včetně dilatací (přechodové zídky);
  - zídky pro rozšíření drážní stezky;
  - jiné obdobné konstrukce na základě požadavku odborného útvaru GR SŽ.
- (10) SVI musí svými kvalitativními parametry zajistit dokonalou ochranu izolované konstrukce před působením vody po dobu své předpokládané životnosti minimálně 30 let.
- (11) Zhotovitel SVI musí pro kvalitní a včasné provedení SVI zajistit proškolení personálu včetně zajištění odpovídajícího technického vybavení.
- (12) Zásady pro navrhování, provádění, zkoušení a kontrolu SVI stanovuje TNŽ 73 6280, tj. např. požadavky na SVI, konstrukční zásady a technické požadavky pro podkladní konstrukce a SVI, požadavky na provádění podkladní konstrukce, SVI a jejich opravy atd.
- (13) Na staveništní prefabrikáty nelze obecně používat pouze ochranné nátěry proti zemní vlhkosti.

### 22.1.2 ZÁKLADNÍ POJMY A JEJICH VÝKLAD

- (1) Základní pojmy jsou definovány v kapitole 1 TKP.
- (2) Pojmy týkající se vodotěsných izolací jsou v textu této kapitoly používány v souladu s TNŽ 73 6280. Pro srozumitelnost a jednoznačnost je třeba respektovat ve všech stupních dokumentace stavby (objektu) pojmy uvedené v TNŽ 73 6280.
- (3) Pro dokumentaci, schvalování a pro používání SVI pro mostní objekty SŽ platí „Obecné technické podmínky pro Systémy vodotěsných izolací na železničních mostních objektech“ (dále jen OTP pro SVI).
- (4) **„Zhotovitel stavby“** viz pojem „zhotovitel“ definovaný v kapitole 1 TKP.
- (5) **„Pověřený útvar“** je útvar, zmocněný jednat jménem a v zájmu SŽ jako uživatele ve věci péče o kvalitu výrobků a technologických procesů pro stavbu a udržování železničních drah ve vlastnictví ČR, se kterými má právo hospodařit SŽ.
- (6) **„Odpovědný zástupce pověřeného útvaru“** je pro vodotěsné izolace včetně souvisejících prací pověřený zástupce SŽ Generálního ředitelství Odboru traťového hospodářství (O13) Oddělení mostů a tunelů.
- (7) **„Garant SVI“** je právnická nebo fyzická osoba zodpovědná za kvalitu rozhodujících výrobků v SVI a stanovování technologických podmínek pro zpracování jednotlivých vrstev SVI. Nejčastěji je to přímo výrobce vodotěsné vrstvy nebo jeho zástupce pro Českou republiku. Garant SVI zodpovídá za ověření technické úrovně a provádění pravidelných školení zhotovitelů, jimž vydal oprávnění k aplikaci SVI.
- (8) **„Zhotovitel SVI“** je právnická nebo fyzická osoba mající příslušná oprávnění k podnikání a požadovanou kvalifikaci dle kapitoly 22 TKP, která provádí celý SVI, případně jeho část. Minimálně však musí provádět přípravnou a vodotěsnou vrstvu SVI. Zhotovitel SVI zodpovídá za provedení celého SVI včetně prací, které mu provádí podzhotovitel ve smyslu kapitoly 1 TKP. Jedná se pouze o práce na přípravě povrchu podkladní konstrukce nebo provádění tvrdé ochranné vrstvy.

### 22.1.3 SYSTÉMY VODOTĚSNÉ IZOLACE

- (1) Pro železniční mostní objekty musí být použity pouze schválené SVI (tj. pouze ty, které mají platné Osvědčení o ověření shody s OTP pro SVI – dále jen Osvědčení pro SVI).

- (2) Seznamy SVI s platným Osvědčením pro SVI včetně SVI, které jsou v ověřování jsou zveřejněny na webových stránkách SŽ ([www.spravazeleznice.cz](http://www.spravazeleznice.cz)) na adrese: <https://www.spravazeleznice.cz/dodavatele-odberatele/technicke-pozadavky-na-vyroby-zarizeni-a-technologie-pro-zdc/zeleznicni-mosty-a-tunely/3.1.systemy-izolaci>.
- (3) Příklady možných skladeb SVI jsou uvedeny v TNŽ 73 6280.
- (4) Se souhlasem odpovědného zástupce pověřeného útvaru mohou být použity SVI, které jsou v ověřovacím procesu. Tyto SVI podléhají speciálnímu režimu, který je popsán v OTP pro SVI.
- (5) Přípravná, vodotěsná a příp. ochranná vrstva musí splňovat (včetně doplňkových výrobků) požadavky stanovené TNŽ 73 6280, v souvisejících normách a příp. doplňující požadavky TPD pro jednotlivé schválené SVI.
- (6) Garant SVI nesmí ve schváleném SVI měnit nebo nahrazovat žádnou z vrstev uvedenou v TPD jinou vrstvou. Dále není dovoleno garantu SVI jakoukoli vrstvu ze schváleného SVI vypustit nebo doplnit SVI vrstvou další bez souhlasu odpovědného zástupce pověřeného útvaru. V případě návrhu změny SVI v projektové dokumentaci ve stupni realizace stavby je nutný souhlas odpovědného zástupce pověřeného útvaru.
- (7) SVI se zpravidla doplňuje o vodotěsné prvky (řešení dilatačních a pracovních spár, odvodnění, zálivky apod.). Obecné specifikace vlastností těchto prvků se uvádějí v projektové dokumentaci pro provádění stavby (PDPS). Základní detaily a použití zaměnitelných výrobků jsou vždy uvedeny v příslušných TPD a následně v TePř vyhotoveném zhotovitelem SVI.

#### **22.1.4 NÁVRH KONSTRUKCE VE VZTAHU K VODOTĚSNÉ IZOLACI**

- (1) Ve všech stupních dokumentace je nutné při návrhu mostních objektů vždy respektovat možnosti jednotlivých typů vodotěsných izolací.
- (2) Nově navrhované mostní objekty a/nebo jejich části, zejména detaily, je třeba navrhnout s ohledem na proveditelnost budoucí vodotěsné izolace (viz TNŽ 73 6280, čl. 4.1.2, čl. 4.1.4).

#### **22.1.5 DOKUMENTACE SYSTÉMU VODOTĚSNÉ IZOLACE**

- (1) Dokumentace vodotěsné izolace se provádí v rozsahu dle příslušného stupně dokumentace v souladu se Směrnicí SŽ SM011.

##### **22.1.5.1 Předprojektová dokumentace**

- (1) V rámci předprojektové přípravy ve Stádiu 1 (stádium koncepce: SP a ZP) se pouze uvede, zda objekty budou či nebudou opatřeny SVI.
- (2) SVI je v rámci předprojektové přípravy řešen od druhého stádia v dokumentaci pro územní řízení (DUR).
- (3) Předprojektová dokumentace stanoví základní požadavky na SVI (uvede se, zda se jedná o ochranu proti zemní vlhkosti, SVI proti vodě stékající nebo tlakové (na základě IGP), typ vodotěsné vrstvy, druh ochranné vrstvy a rozsah SVI).

##### **22.1.5.2 Projektová dokumentace (DUSP, DUSL, DSP)**

- (1) V projektové dokumentaci musí být specifikovány podrobnosti předpokládaného SVI v rozsahu a zpracování dle Směrnice SŽ SM011.
- (2) Pro projektovou dokumentaci (Stádium 3 - stádium projektové přípravy) ve stupni:
  - Projektová dokumentace pro společné povolení (DUSP),
  - Projektová dokumentace pro společné povolení podle liniového zákona (DUSL)
  - Projektová dokumentace pro stavební povolení (DSP),

- se popis SVI uvádí v souladu se Směrnicí SŽ SM011 v rozsahu jako u stupně DUR.

### 22.1.5.3 Projektová dokumentace (PDPS)

- (1) Pro projektovou dokumentaci (Stádium 3 - stádium projektové přípravy) ve stupni pro provádění stavby (PDPS) platí mimo zásady uvedené ve Směrnici SM011 následující odstavce.
- (2) Projektová dokumentace vodotěsné izolace slouží jako podklad pro zpracování TePř.
- (3) Projektová dokumentace musí popsat vodotěsné izolace všech částí mostního objektu. Je nutno zpracovat podrobně zejména konstrukční detaily, které mohou ovlivnit tvar částí mostního objektu (např. odvodnění, ukončení mostního objektu, mostní závěry, dilatační a pracovní spáry, římsy, návaznost na další stavební objekty, prostupy apod.). Navazujícími stavebními objekty jsou myšleny například objekty pozemních staveb (např. objekt podchodu a výpravní budovy), souvisejících opěrných a zárubních zdí apod. Návrh SVI musí zohlednit předpokládané okrajové podmínky (např. délku výluky, náročnost detailů, vhodnost použití při extrémních klimatických podmínkách atd.).
- (4) Pokud dochází k vzájemnému napojení vodotěsných izolací pozemních a mostních objektů, je nutné vždy na přechodu mezi těmito objekty respektovat požadavky na vodotěsné izolace dle této části kapitoly 22 TKP, tj. použít schválené SVI (případně SVI v ověřovacím procesu).
- (5) Součástí projektové dokumentace PDPS je TZ a výkresová dokumentace SVI. Obě části mohou být dle složitosti objektů zpracovány jako samostatné přílohy nebo mohou být součástí TZ a výkresů objektu.
- (6) TZ SVI (samostatná příloha) musí obsahovat:
  - identifikační údaje objektu (traťový úsek, km, číslo koleje),
  - základní údaje o stávajícím stavu vodotěsných izolací mostního objektu (stávající vodotěsná izolace, řešení dilatačních a pracovních spár, závěrů, odvodnění apod.),
  - popis nového objektu se zdůvodněním volby SVI pro aplikaci na danou podkladní konstrukci, s ohledem na tloušťku a vlastnosti kolejového lože, řešení dilatačních a pracovních spár, závěrů, odvodnění, prostupů včetně napojení na stávající vodotěsnou izolaci atp.),
  - způsob provádění (technologické zásady provádění SVI, požadavky na výluky, časové souvislosti a termíny vazeb mezi stavbou a prováděním vodotěsných izolací, přehled kontrol a přejímek rozhodujících o dalším postupu celé stavby),
  - požadavky na doplnění průzkumů (např. lokální odkrytí stávající vodotěsné izolace), které svým charakterem nemohly být provedeny v rámci projektové dokumentace,
  - závěry z hydrotechnických a hydrologických výpočtů, výtah ze statického výpočtu - částí, které rozhodují o způsobu řešení dilatačních spár, závěrů atp.),
  - obecné vlastnosti výrobků SVI navržených v projektové dokumentaci vodotěsné izolace
  - odkaz na předpisy a normy.
- (7) Pokud je vypracována samostatná TZ SVI, mohou se pak vypustit v rámci popisu izolací v TZ objektu pouze ty části, které jsou uvedeny v TZ SVI.
- (8) Pokud je popis SVI součástí TZ objektu, bude kapitola Vodotěsné izolace obsahovat všechny výše uvedené body kromě prvního a posledního, které budou uvedeny v obecných částech TZ objektu.
- (9) Výkresová dokumentace musí obsahovat minimálně:
  - schéma mostního objektu (půdorysy, řezy apod.) s vyznačenou polohou a rozsahem vodotěsné izolace, s popisem jednotlivých SVI, označenými polohami detailů a uvedením výměr,

- v půdorysu a řezech musejí být ve výkresech vyznačeny údaje o nadmořské výšce i v místech zlomových ploch a odvodnění (příčném i podélném),
  - základní detaily v místech tvarových změn, napojení na vodotěsné prvky a návaznosti jednotlivých SVI nebo změny podkladní konstrukce,
  - základní detaily dilatačních a pracovních spár,
  - detaily řešení veškerých prostupů,
  - ukončení SVI (pod římsou, do drážky atp.),
  - specifické detaily pro konkrétní objekt.
- (10) V projektové dokumentaci vodotěsné izolace musí být obecně popsány pouze takové SVI, které jsou schválené nebo ve schvalovacím procesu pro použití pro mostní objekty na železniční dopravní cestě.
- (11) Zvolený SVI musí brát ohled především na:
- druh hydrofyzikálního namáhání,
  - druh a kvalitu podkladní konstrukce (beton, ocel, přesypávka), příp. na její stáří,
  - tloušťku kolejového lože,
  - čas potřebný pro zhotovení SVI (např. ve vazbě na délku výluk),
  - klimatické podmínky, za nichž lze daný SVI ještě provádět (zde je třeba zvážit nejistotu klimatických podmínek a případně upozornit i na varianty).
- (12) Hlavní zásady pro navrhování SVI jsou stanoveny v TNŽ 73 6280 (viz kap. 4). Při návrhu je třeba zohlednit následující požadavky:
- na celý objekt použít shodný SVI, pokud to je s ohledem na podkladní konstrukci a technologii provádění vhodné/možné,
  - pokud není možné na celý objekt navrhnout jednotný SVI, musí se použít slučitelný SVI od stejného výrobce vodotěsné vrstvy, pokud se tyto SVI vzájemně spojují,
  - pokud se stavba objektu bude provádět po etapách, které se soutěží odděleně, je nutné na celém objektu zachovat shodný SVI použitý v předchozích etapách, a to zejména v případech, kdy se SVI vzájemně napojují (tzv. etapový spoj),
  - pokud se při dílčích rekonstrukcích a opravách objektů nebo dostaveb objektů provádí napojení starého a nového SVI, musí být použit shodný SVI, a to zejména v případech, kdy se SVI vzájemně napojují (tzv. etapový spoj),
  - pokud není možné postupovat dle bodů b) až d), musí se použít SVI slučitelný s SVI, na který se napojuje (viz TNŽ 73 6280 čl. 4.1.9),
  - kompatibilitu jednotlivých SVI zajišťuje garant SVI,
  - v případě nutnosti kombinace neslučitelných SVI se jejich napojení řeší individuálně. Úprava spoje nesmí zasahovat do obrysu nutného kolejového lože. Řešení musí schválit odpovědný zástupce pověřeného útvaru,
  - při rekonstrukcích, opravných a údržbových pracích (případně cyklické údržbě) je nutné v první řadě zhodnotit stav a životnost stávajícího SVI. Pokud se životnost stávajícího SVI blíží garantované životnosti SVI, je třeba příslušnou část objektu nově izolovat. Pokud se bude nově realizovaný SVI napojovat na původní SVI, pak se řeší dle bodů výše,
  - při projektování ucelených úseků (více mostních) objektů se preferuje využití podobných nebo stejných systémů SVI,
  - při projektování jednotlivých dílčích etap provádění SVI je nutné u těchto spojů zpracovat řešení napojení SVI i v návaznostech na související stavební práce (např. úprava pažení).

#### 22.1.5.4 Dokumentace zhotovitele systému vodotěsné izolace

- (1) Pro každou realizaci vodotěsné izolace musí její zhotovitel vypracovat (zajistit na své náklady) dokumentaci zhotovitele SVI (stadium 5 - stádium v průběhu realizace), která rozpracovává podrobně projektovou dokumentaci PDPS (případně zadávací dokumentaci) konkrétního SVI se všemi náležitostmi. Do této dokumentace zhotovitele SVI patří:
  - a) RDS
  - b) TePř
  - c) DSPS
  - d) KZP
  - e) a další.
- (2) TePř schvaluje osoba pověřená výkonem TDS po předchozím kladném projednání se správcem objektu (nebo zástupcem správce objektu pověřeného odpovědným zástupcem pověřeného útvaru – dále jen regionální specialista SVI), případně po posouzení odpovědným zástupcem pověřeného útvaru.
- (3) V případě SVI v ověřovacím procesu musí být TePř před vlastním schválením vždy posouzen odpovědným zástupcem pověřeného útvaru.
- (4) V rámci schvalování TePř nelze schválit změnu typu vodotěsné vrstvy, druhu ochranné vrstvy a změnu rozsahu SVI (např. SVI z asfaltových pásů za bezešvý syntetický a naopak) navržené v projektové dokumentaci.
- (5) V případech, kdy se zpracovává RDS bez předchozího stupně PDPS, musí dokumentace v tomto stupni splňovat veškeré požadavky jako pro dokumentaci ve stupni PDPS.

#### 22.1.5.5 Dokumentace skutečného provedení (DSPS)

- (1) Rozsah a obsah dokumentace skutečného provedení stavby (tj. včetně dokumentace skutečného provedení vodotěsné izolace) stanovuje vyhláška č. 499/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Rozsah a obsah dokumentace skutečného provedení stavby je stanoven v příslušné příloze k této vyhlášce. Případné další pokyny pro zpracování dokumentace skutečného provedení vodotěsné izolace včetně počtu vyhotovení a termínů jejího odevzdání mohou být uvedeny v zadávací dokumentaci stavby.
- (2) Dokumentace skutečného provedení SVI včetně uvedení konkrétních výrobků musí být zapracována do výkresové i textové části dokumentace skutečného provedení mostního objektu.

#### 22.1.6 STAVEBNÍ DENÍK SYSTÉMU VODOTĚSNÉ IZOLACE

- (1) Na provádění SVI musí být založen vždy samostatný stavební deník SVI, a to i pokud je zhotovitel SVI také zhotovitelem objektu.
- (2) V případech staveb malého rozsahu nebo u méně náročných technických řešení (např. systém volně pokládané SVI) je možné se souhlasem TDS upustit od samostatného deníku pro SVI. Veškeré záznamy o provádění prací na SVI se následně musí zapisovat do stavebního deníku SO. O této skutečnosti je nutné provést zápis v protokolu o předání staveniště.
- (3) Veškerý průběh provádění SVI musí být zaznamenán ve stavebním deníku zhotovitele SVI (v souladu se zákonem č. 183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů a v rozsahu stanoveném v příslušné příloze vyhlášky č. 499/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů, příp. dle dalších prováděcích předpisů a kapitoly 22 TKP).
- (4) Kromě zápisů do stavebního deníku zhotovitele SVI se zásadní skutečnosti zaznamenávají i do stavebního deníku zhotovitele objektu. Mezi tyto záznamy patří:
  - předání podkladní konstrukce zhotoviteli SVI,

- výzvy k TDS pro vydání souhlasu s provedenými pracemi na jednotlivých vrstvách SVI a předání SVI,
  - souhlas TDS s provedenými pracemi na jednotlivých vrstvách SVI,
  - souhlas s provedenými dílčími změnami v rámci SVI oproti schválenému TePř a projektové dokumentaci,
  - přerušení prací v důsledku nevyhovujících klimatických podmínek,
  - předání SVI mezi zhotovitelem SVI a zhotovitelem objektu.
- (5) V případě záznamů do elektronického deníku platí stejná pravidla jako pro stavební deník psaný ručně.
- (6) Předání stavebního deníku zhotovitele SVI je podmínkou pro předání SVI a převzetí objektu (viz 22.8).
- (7) Stavební deník SVI musí být veden vždy v případě SVI proti tlakové vodě (např. u staveb podchodů).

### 22.1.7 PŘEJÍMKA PODKLADNÍ KONSTRUKCE

- (1) Podkladní konstrukce se zhotoviteli SVI musí předat prostřednictvím TDS. Podkladní konstrukce musí odpovídat kvalitativním parametrům stanoveným v kapitole 22 TKP, v TNŽ 73 6280 (viz tab. 4, příp. tab. 5, kapitola 5 a kapitola 6), TPD a TePř SVI pro konkrétní objekt.
- (2) Pro převzetí podkladní konstrukce zhotovitelem SVI musí být provedeny kontrolní zkoušky dle TNŽ 73 6280 (viz kap. 7). Kontrolní zkoušky včetně četnosti musí být uvedeny v kontrolním a zkušebním plánu (KZP).
- (3) Součástí převzetí jsou i protokoly s výsledky předepsaných kontrolních zkoušek podle KZP.
- (4) O převzetí podkladní konstrukce zhotovitelem SVI je nutné sepsat zápis do stavebního deníku stavby a SVI, případně také vyhotovit protokol o převzetí. Převzetí se zúčastní zhotovitel podkladní konstrukce a pověřený zástupce zhotovitele (pokud je jiný než zhotovitel podkladní konstrukce), zástupce zhotovitele SVI a TDS. Podkladní konstrukci přebírá zhotovitel SVI od zhotovitele podkladní konstrukce se souhlasem TDS.
- (5) Pokud podkladní konstrukce nesplňuje požadavky uvedené v TNŽ 73 6280 (tab. č. 4 a 5), potom je nutné postupovat dle příslušných předpisů (např. kapitol 18, 23 TKP atd.).
- (6) V případech, které nastanou při pochybnostech o kvalitě podkladní konstrukce a zároveň nedojde k všeobecné shodě zúčastněných stran (zvl. zhotovitel, projektant, TDS a zhotovitel SVI), rozhoduje o dalším postupu TDS ve spolupráci se správcem objektu.

### 22.1.8 PROVÁDĚNÍ SYSTÉMU VODOTĚSNÉ IZOLACE

- (1) SVI musí být aplikován na připravenou a převzatou podkladní konstrukci.
- (2) Pracovníci zhotovitele SVI musí být proškoleni garantem příslušného SVI v souladu s OTP pro SVI. Seznam proškolených pracovníků musí být vždy k nahlédnutí v místě stavby.
- (3) Zhotovitel SVI musí zodpovídat za provedení celého SVI vč. prací, které provádí podzhotovitel (příprava povrchu nebo tvrdé ochranné vrstvy). Z tohoto důvodu se při realizaci těchto prací doporučuje přítomnost zástupce zhotovitele SVI.

#### 22.1.8.1 Provádění přípravné vrstvy

- (1) Přípravná vrstva se musí provádět pouze na převzatou podkladní konstrukci (viz 22.1.7).
- (2) Zásady pro provádění přípravné vrstvy jsou uvedeny v TNŽ 73 6280 (viz kapitoly č. 4 a 6). Detailní způsob a podmínky pro aplikaci přípravné vrstvy pro jednotlivé SVI musí být uvedeny v TePř zhotovitele SVI (v souladu s TPD příslušného SVI).



- (3) TDS vyslovuje souhlas s provedením přípravné vrstvy zhotovitelem SVI na základě provedených zkoušek a kontrol dle KZP, které musí prokázat, že přípravná vrstva je provedena dle požadovaných kvalitativních parametrů.
- (4) Do stavebního deníku SVI je nutné sepsat zápis o vyslovení souhlasu s provedenou přípravnou vrstvou.

#### **22.1.8.2 Provádění vodotěsné vrstvy**

- (1) Vodotěsná vrstva se musí provádět pouze na přípravnou vrstvu, s jejímž provedením TDS vyslovil souhlas (viz 22.8.1) nebo na převzatou podkladní konstrukci (viz 22.1.7).
- (2) Při provádění vodotěsné vrstvy musí být dodrženy zásady uvedené v kapitolách 4 a 6 TNŽ 73 6280. Detailní způsob a podmínky pro aplikaci vodotěsné vrstvy pro jednotlivé SVI musí být uvedeny v TePř (v souladu s TPD příslušného SVI) zhotovitele SVI s dodržением zásad provádění.
- (3) TDS vyslovuje souhlas s provedením vodotěsné vrstvy (u vícevrstevných vyslovuje TDS souhlas s každou vrstvou) zhotovitelem SVI na základě provedených zkoušek a kontrol dle KZP, které musí prokázat, že vodotěsná vrstva je provedena dle požadovaných kvalitativních parametrů.
- (4) Do stavebního deníku SVI je nutné sepsat zápis o vyslovení souhlasu s provedenou vodotěsnou vrstvou.
- (5) Pokud je součástí vodotěsné vrstvy integrovaná ochranná vrstva nebo použit SVI bez ochranné vrstvy, je nutné provést předání a převzetí SVI.
- (6) O převzetí SVI je nutné sepsat zápis do stavebního deníku objektu a SVI, případně také vyhotovit protokol o převzetí. Převzetí se zúčastní zástupce zhotovitele SVI a pověřený zástupce stavby a TDS.

#### **22.1.8.3 Provádění ochranné vrstvy**

- (1) Ochranná vrstva je vždy součástí SVI.
- (2) Ochranná vrstva se musí provádět pouze na vodotěsnou vrstvu, s jejímž provedením TDS vyslovil souhlas (viz 22.8.2).
- (3) Při provádění ochranné vrstvy musí být dodrženy zásady uvedené v TNŽ 73 6280 (viz kap. 4, 5 a 6). Detailní způsob a podmínky pro aplikaci ochranné vrstvy pro jednotlivé SVI musí být uvedeny v TePř (v souladu s TPD příslušného SVI) zhotovitele SVI s dodržением zásad provádění.
- (4) Při provádění tvrdé ochranné vrstvy z litého asfaltu (MA) je zakázáno používat vsyp z jakéhokoli materiálu.
- (5) O převzetí SVI je nutné sepsat zápis do stavebního deníku objektu a stavebního deníku SVI, případně také vyhotovit protokol o převzetí. Převzetí se zúčastní zástupce zhotovitele SVI a pověřený zástupce stavby a TDS. SVI přebírá zhotovitel od zhotovitele SVI se souhlasem TDS.

#### **22.1.8.4 Ochrana při provádění vodotěsné izolace a při provádění nadložních vrstev**

- (1) Při provádění jednotlivých vrstev SVI a při technologických přestávkách je nutné dbát zvýšené opatrnosti dodržovat požadavky vyplývající z TPD pro jednotlivé SVI, které musí být uvedeny v TePř pro konkrétní objekt. Po jednotlivých vrstvách je možný pohyb pouze pracovníků a zařízení nutných pro zhotovení SVI. Aby nedošlo k poškození jednotlivých vrstev SVI, je pohyb jiných pracovníků nebo zařízení po jednotlivých vrstvách zakázán.
- (2) Na mostních objektech s průběžným kolejovým ložem opatřených SVI může být kolejové lože zřizováno až po převzetí systému vodotěsné izolace. Kolejové lože musí být zřizováno s největší opatrností. Kolové mechanismy rozvážející či rozprostírající kamenivo mohou pojíždět teprve po vrstvě kameniva tloušťky minimálně 250 mm (u systémů vodotěsné

izolace s měkkou a tvrdou ochrannou vrstvou) nebo 300 mm (u systémů vodotěsných izolací bez ochranné vrstvy) ve volně sypaném stavu.

- (3) Tyto kolové mechanizmy se musí pohybovat maximálně rychlostí 5 km.h<sup>-1</sup>, není dovoleno jejich otáčení ani prudké rozjíždění či brždění. Homogenizace vrstvy kameniva tloušťky min. 250 mm se provádí podle předpisu SŽ S 3/1, čl. 26 odstavce 7 a 8 s tím, že na mostním objektu nesmí být použita vibrace.
- (4) Postup zřizování kolejového lože musí projednat zhotovitel kolejového lože s TDS, zástupcem zhotovitele objektu a zhotovitelem izolace. Ve složitějších případech musí být pro konkrétní mostní objekt zpracován zhotovitelem kolejového lože technologický předpis zřizování kolejového lože.
- (5) Při zřizování kolejového lože na konkrétním mostním objektu musí být přítomen TDS a případně i zástupce budoucího správce. TDS je povinen budoucího správce informovat v dostatečném předstihu o termínu zřizování kolejového lože. V případě, že zhotovitel mostního objektu (železničního svršku) není schopen při zašterkování dodržet uvedená bezpečnostní opatření a hrozilo by tak poškození systému vodotěsné izolace, je nutné chránit vodotěsnou vrstvu např. geotextilií o plošné hmotnosti min. 1000 g/m<sup>2</sup>.
- (6) Tento technologický předpis musí být projednán se zástupcem zhotovitele objektu a zhotovitelem SVI a odsouhlasen TDS. Při zřizování kolejového lože na konkrétním mostním objektu musí být přítomen TDS (příp. zástupce budoucího správce objektu).
- (7) Při zřizování zásypů (včetně přesypávky) musí zhotovitel zvolit takový pracovní postup, kterým se vyloučí poškození SVI. Zejména je nutné zabránit přímému kontaktu hutnicích mechanismů s měkkou ochrannou vrstvou nebo s SVI bez ochranné vrstvy.
- (8) Při zřizování zásypů (včetně přesypávky) se musí respektovat požadavky předpisu SŽ S4.
- (9) Předání SVI respektive SO ke zřizování nadložních vrstev nad SVI musí být zaznamenáno ve stavebním deníku SO a povoleno TDS.
- (10) Další dodatečné úpravy kolejového lože, které by mohly poškodit SVI (např. pokládka kabelových tras do kolejového lože), musí být zaznamenány do stavebního deníku SO, povoleny TDS a zhotovitelem SO. Provádění těchto zásahů je možné za dohledu zástupce zhotovitele SO, případně TDS.

### 22.1.9 ODVODNĚNÍ

- (1) Odvodnění povrchu SVI musí být zajištěno plynule tvarem nosné konstrukce, příčným odvodňovacím žebrem v předpolích mostu anebo odvodňovači a svody v souladu s příslušnými kapitolami TKP (např. kapitola 18 TKP), MVL 102 a dalšími stanovenými požadavky SŽ.
- (2) Svody a potrubí musí mít minimální průměr 150 mm. Drenážní trubky odvodňující prostor za opěrami musí mít minimální světlý průměr 150 mm.
- (3) Doporučený spád drenáže je 5 %, minimální 2 %.
- (4) Drenážní trubky musí být uloženy po celé délce na vodotěsnou vrstvu (příp. měkkou ochrannou vrstvou) SVI. Pokud je podkladní konstrukce opatřena vodotěsnou izolací, musí být izolace zatažena pod a za drenážní trubku do výšky minimálně nad horní úroveň povrchu drenážní trubky.
- (5) Drenážní trubky se musí napojit na jiný drenážní systém nebo musí být vyústěny před líc opěry, křídla nebo vyústěny na svah (podrobněji viz MVL 102).
- (6) Materiál filtrační vrstvy musí být zvolen v souladu s konstrukcí drenážní trubky a její perforace tak, aby nedošlo k ucpání otvorů drenážní trubky. Doporučuje se obsyp hrubozrnným šterkem frakce 32/63, příp. 16/32. Geotextilie nesmí překrývat perforaci trubek, aby nedošlo k dodatečnému zatažení pórů geotextilie a následnému hromadění vody za opěrou.

- (7) Pro vývody drenáží je nutno používat materiály odolávající korozi, UV záření a materiály s dostatečnou mrazuvzdorností.
- (8) Pokud se provádí odvodnění SVI, které se napojuje na staniční nebo traťové odvodnění, musí respektovat kapitolu 4 TKP.

## **22.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ**

### **22.2.1 VÝROBKY PRO JEDNOTLIVÉ VRSTVY SVI**

- (1) Vlastnosti a kvalita výrobků pro zhotovení jednotlivých vrstev SVI (přípravné, vodotěsné, ochranné), ale i SVI jako celku, jsou stanoveny v TNŽ 73 6280 (viz kap. 5).
- (2) Popis vlastností a kvality jednotlivých výrobků zvoleného SVI musí být uveden v TePř (v souladu s TPD).
- (3) Jednotlivé vrstvy SVI musí být vzájemně slučitelné tak, aby bylo zajištěno jejich vzájemné spolupůsobení i požadovaná přilnavost k podkladu stanovená v TNŽ 73 6280 (viz kap. 5).

### **22.2.2 DOPLŇKOVÉ VÝROBKY PRO SYSTÉM VODOTĚSNÉ IZOLACE**

- (1) Doplnkové výrobky pro SVI (např. vodotěsné prvky dle TNŽ 73 6280) musí splňovat požadavky příslušných norem a předpisů platných pro daný výrobek. Obecné požadavky na vodotěsné prvky jsou uvedené v TNŽ 73 6280 (viz kap. 4). Konkrétní vlastnosti a kvalita těchto výrobků musí být uvedeny v TPD a TePř.

### **22.2.3 VÝROBKY PRO ZÁLIVKOVÉ TĚSNĚNÍ SPÁR**

- (1) Kvalitativní požadavky na výrobky pro zálivkové hmoty jsou stanoveny v ČSN EN 14188-1. Zásady použití jsou v ČSN 73 6242 kapitola 5.6. Přitom je třeba přihlídnout ke svislým i vodorovným deformacím a v závislosti na jejich velikosti zvolit druh zálivky.

### **22.2.4 OCHRANA PROTI ZEMNÍ VHLKOSTI**

- (1) Pro ochranu konstrukcí proti zemní vlhkosti se používají nátěrové hmoty na bázi asfaltu ve skladbě 1 x penetrační nátěr a 2x nátěr asfaltový.
- (2) Je možné používat i jiné výrobky pro nátěry proti zemní vlhkosti. Použití podléhá předchozímu schválení TDS na základě technických parametrů uvedených ve schválené projektové dokumentaci.

### **22.2.5 PŘÍMO POCHOZÍ A PŘÍMO POJÍŽDĚNÉ SYSTÉMY VODOTĚSNÉ IZOLACE**

- (1) Pro přímo pochozí a pojížděné SVI se uplatňuje tato kapitola ve využitelném rozsahu.
- (2) Specifické požadavky na pochozí povrchy jsou uvedeny v pokynu SŽ PO-06/2021-GR.
- (3) Použití těchto SVI podléhá schválení pověřeným útvarem O13.
- (4) Seznamy SVI s platným Osvědčením pro SVI včetně SVI, které jsou v ověřování jsou zveřejněny na internetových stránkách SŽ ([www.spravazeleznice.cz](http://www.spravazeleznice.cz)).

## **22.3 TECHNOLOGICKÉ PŘEDPISY A POSTUPY**

### **22.3.1 TECHNOLOGICKÝ POSTUP**

Technologický postup pro jednotlivé vrstvy SVI je obecně stanoven v TPD jednotlivých SVI. Pro konkrétní objekt jsou technologické postupy prací rozpracovány do TePř pro SVI.

### 22.3.2 TECHNOLOGICKÝ PŘEDPIS VODOTĚSNÉ IZOLACE

- (1) Při zpracování TePř je nutno respektovat ustanovení této kapitoly TKP a schválenou projektovou (zadávací) dokumentaci.
- (2) TePř je řízený dokument, a proto musí mít na každé stránce identifikační údaje (označení TePř, datum, číslo stránky, identifikace zhotovitele/zhotovitelů, identifikační údaje stavebního objektu, případně verze TePř).
- (3) TePř musí být opatřen datem zpracování, podepsán osobou odpovědnou za jeho zpracování, včetně kontaktu a dále musí být opatřen podpisem osoby oprávněné jednat za zhotovitele SVI, případně razítkem zhotovitele SVI.
- (4) TePř nabývá platnosti schválením a podpisem TDS. V případě použití SVI v ověřovacím procesu je nutné TePř před vlastním schválením předložit k posouzení zástupci pověřeného útvaru.
- (5) TePř musí být zpracován pro konkrétní mostní objekt a SVI s uvedením konkrétních materiálů, výrobků, detailů, pomůcek atd., v rozsahu dle článku 22.3.3.
- (6) TePř musí být v souladu se schválenými TPD, příp. se souhlasem zástupce pověřeného útvaru s poslední předloženou verzí TPD u SVI v ověřovacím procesu.
- (7) Pokud ZD nepostihuje skutečnosti na stavbě (např. po odkrytí detailů), potom musí zhotovitel stavby vyzvat objednatele k řešení této situace. Objednatel stavby ve spolupráci se zpracovatelem PD dořeší za případné spolupráce se zhotovitelem SVI úpravu dokumentace. Změny pak budou zaneseny do realizační dokumentace (včetně TePř) a následně do dokumentace skutečného provedení.
- (8) TePř musí být předložen zhotovitelem v dostatečném předstihu před realizací SVI zástupci objednatele (TDS) ke schválení. Práce na SVI mohou být započaty až po jeho schválení.
- (9) V případech, kdy stavebním počinem na mostním objektu je provedení nového SVI, oprava nebo obnova stávající nebo vodotěsné izolace, musí být vždy zpracována samostatná projektová dokumentace (minimálně realizační dokumentace). Dokumentace musí být schválena objednatelem.
- (10) TePř vodotěsné izolace popisuje podrobně konkrétní SVI navržený ve schválené projektové dokumentaci konkrétního stavebního objektu.
- (11) TePř musí minimálně obsahovat:
  - konkrétní informace o zhotoviteli stavby, zhotoviteli SVI,
  - popis jednotlivých konkrétně použitých SVI,
  - popis všech vrstev v daných SVI,
  - popis všech použitých konkrétních výrobků,
  - provádění jednotlivých vrstev a detailů,
  - podmínky (včetně klimatických) pro provádění jednotlivých vrstev SVI,
  - popis předpokládaných oprav na jednotlivých vrstvách SVI,
  - grafické zpracování všech konstrukčních detailů SVI konkrétního objektu,
  - způsob ochrany vrstev SVI v průběhu jejich provádění i po jejich dokončení,
  - způsob kontroly kvality,
  - způsob převzetí jednotlivých vrstev i celého SVI.

Další náležitosti jsou popsány v následujících odstavcích.

### 22.3.3 OBSAH A ROZSAH TECHNOLOGICKÉHO PŘEDPISU

Celková skladba TePř musí obsahovat minimálně následující kapitoly.

### 22.3.3.1 Úvod

- (1) Uvedení zodpovědných osob včetně platných kontaktních údajů (zpracovatel, ověřovatel, schvalovatel a zástupce zhotovitele SVI).
- (2) Identifikační údaje o mostním objektu (název stavby, číslo stavebního objektu, kilometrická poloha, traťový úsek).
- (3) Identifikační údaje o zhotoviteli SVI.

### 22.3.3.2 Specifikace volby systému vodotěsné izolace

- (1) V této části musí být popsán důvod volby konkrétního SVI v souladu se ZD, dále jeho podrobná skladba s popisem všech vrstev SVI.
- (2) Případná změna volby typu SVI oproti ZD je ve své podstatě závažná změna smlouvy o dílo. Zhotovitel stavby po dohodě s projektantem stavby musí tuto změnu vždy projednat se správcem objektu a vedoucím hlavní prohlídky. Po vydání souhlasného stanoviska se změnou typu SVI ze strany správce objektu, musí změnu odsouhlasit TDS. V opačném případě není možné změnu typu SVI provést.

### 22.3.3.3 Popis výrobků systému vodotěsné izolace

- (1) Tato část musí obsahovat popis všech výrobků použitých v SVI, včetně všech jejich kvalitativních parametrů a porovnání vzhledem k požadavkům TNŽ 73 6280.

### 22.3.3.4 Skladování a manipulace

- (1) Tato část musí obsahovat:
  - popis skladování a způsob manipulace se všemi výrobky použitými v SVI,
  - požadavky na podmínky skladování a manipulace výrobků,
  - zajištění ochrany proti vnějším klimatickým vlivům (vnější teplota a vlhkost) a proti mechanickému poškození při skladování,
  - respektování specifických požadavků při skladování některých výrobků.

### 22.3.3.5 Podmínky aplikace systému vodotěsné izolace

V této části musí být uvedeny:

- požadavky na kvalitu podkladní konstrukce ve vztahu k určenému SVI, zejména pak celkovou a lokální rovinatost, celistvost (možnost vzniku trhlin) a vlhkost podkladu v souladu s TNŽ 73 6280 ((včetně kontrol a zkoušek podkladní konstrukce - součást KZP),
- klimatická omezení, která ovlivňují provádění SVI. Zejména maximální a minimální teploty vzduchu v době provádění SVI, případně povrchové teploty podkladní konstrukce, relativní vlhkost a maximální dovolenou rychlost větru,
- návrhy opatření při předpokládaných klimatických podmínkách nevhodných pro aplikaci SVI (příp. některých vrstev SVI), například přirozené klimatické podmínky je možné v případě nutnosti nahradit uměle,
- technologická omezení pro používání jednotlivých výrobků SVI,
- pravidla - včetně omezení - pro pohyb osob a mechanismů po podkladní konstrukci a po jednotlivých vrstvách při provádění SVI a po jeho dokončení,

### 22.3.3.6 Pracovní pomůcky a mechanismy

- (1) V této části je nutné popsat úplný seznam pracovních pomůcek a mechanismů, které budou potřebné při provádění SVI, a to od přípravy podkladní konstrukce až po ochrannou vrstvu včetně přístrojového vybavení pro nutná měření.

### 22.3.3.7 Pracovní postupy

- (1) Tato část musí obsahovat popis veškerých pracovních postupů, časových návazností a technologických přestávek, pro všechny součásti SVI nebo navazující konstrukce:
  - úprava podkladní konstrukce,
  - přípravná vrstva,
  - vodotěsná vrstva,
  - ochranná vrstva,
  - konstrukční detaily.

### 22.3.3.8 Výkresy

- (1) Součástí TePř musí být grafické zpracování konstrukčních detailů SVI pro předmětný mostní objekt (např. u odvodňovačů, mostních závěrů, mostních říms, dilatačních a pracovních spár příčných i podélných, přechodů z nosné konstrukce na spodní stavbu, návaznosti jednotlivých SVI, prostupů atd.) s přesnou polohou vyznačenou v půdorysu a příslušných řezech objektu.

### 22.3.3.9 Opravy poškozených míst

- (1) V této části musí být popsán podrobný návrh opravy poškozených míst pro předpokládané druhy poškození na všech vrstvách SVI s rozlišením oprav po náhodných poškozeních od oprav plánovaných poškození při zkouškách přilnavosti nebo při odstraňování montážních zařízení.

### 22.3.3.10 Kontroly, zkoušení a přejímky

- (1) V této části musí být stanoven podrobný postup zkoušek a kontrol (včetně vypracování KZP) ve vztahu k TNŽ 73 6280 a způsob přejímání podkladní konstrukce, jednotlivých vrstev SVI a detailů.
- (2) Dále je nutné popsat způsob přejímek včetně nutných účastníků jednotlivých přejímacích procesů.

### 22.3.3.11 Kvalita, její kontrola a záruky

- (1) Zhotovitel SVI musí uvést, jaký systém kontroly kvality má zaveden. Pokud má zaveden systém managementu kvality např. dle řady ISO 9000, pak musí tento certifikát doložit.
- (2) Poskytnutá záruční doba na dílo musí respektovat ustanovení kapitoly 1 TKP. Na zhotovený SVI je požadována záruční doba 10 let. Záruka se vztahuje jak na práci, tak na použité výrobky, přípravnou, vodotěsnou a ochrannou vrstvu, které musí být doloženy garantem SVI.

### 22.3.3.12 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

- (1) Dodavatel musí doložit oprávnění pro vstup do provozované železniční dopravní cesty.
- (2) V TePř musí být uvedeny obecně platné předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci při realizaci SVI. Současně však se musí vypsát i specifické předpisy o bezpečnosti a ochraně při práci dodavatele SVI použití materiálů a pracovních postupů, které nejsou obsaženy v obecných předpisech.

### 22.3.3.13 Způsob nakládání s odpady

- (1) V TePř musí být uveden stanovený způsob nakládání s odpady jako jsou zbytky hmot a výrobků použitých při provádění SVI včetně způsobu jejich ekologické likvidace v souladu s bezpečnostními listy jednotlivých výrobků.

**22.3.3.14 Prohlášení zhotovitele systému vodotěsné izolace**

- (1) TePř musí obsahovat rovněž prohlášení zhotovitele SVI, kterým vysloví souhlas s realizací díla v zadaném termínu a za dohodnutých podmínek stavby.

**22.3.3.15 Personální zajištění provádění systému vodotěsné izolace**

- (1) V TePř musí být uveden jmenný seznam všech garantem SVI proškolených pracovníků prováděného SVI doložený OTP pro SVI, včetně pracovníků zhotovitele SVI zajišťujících kontrolu prací na stavbě.
- (2) Součástí TePř musí být záznam o seznámení s dokumentem podepsaný všemi proškolenými pracovníky zhotovitele SVI.

**22.3.3.16 Další přílohy technologického předpisu**

- Osvědčení o shodě SVI s podmínkami dle OTP pro SVI,
- návrh předávacího protokolu,
- prohlášení o shodě výrobků použitých v systému vodotěsné izolace,
- seznam a kopie certifikátů výrobků přípravné, vodotěsné a ochranné vrstvy,
- technické a bezpečnostní listy výrobků použitých v systému vodotěsné izolace,
- odchylky od projektové dokumentace, změny konstrukčních detailů, šarže použitých výrobků, spotřeby výrobků apod.

**22.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY****22.4.1 DODÁVKA**

- (1) Zhotovitel SVI zodpovídá za dodávku za dodávku všech výrobků a hmot, které jsou součástí SVI, včetně manipulace s nimi.
- (2) Při dodávce výrobků pro SVI na stavbu kontroluje zodpovědný zástupce zhotovitele za účasti osoby pověřené výkonem stavebního dozoru (TDS) zejména:
  - dodací listy a označení dodávky,
  - neporušenost obalů a výrobků,
  - datum výroby,
  - údaj o záruční lhůtě, době použitelnosti nebo minimální trvanlivosti,
  - údaj o způsobu skladování, včetně předepsaných teplot.
- (3) Do stavebního deníku se uvede výrobní číslo, číslo šarže a datum spotřeby vodotěsné izolace.
- (4) O výsledcích kontrol je nutno sepsat záznam do stavebního deníku SVI a do KZP s odkazem na příslušný protokol o zkoušce.
- (5) Výše uvedené doklady a údaje v nich musí být v českém jazyce.

**22.4.2 SKLADOVÁNÍ**

- (1) Zhotovitel SVI musí u všech jím dodaných výrobků a hmot zajistit odpovídající skladování a manipulaci s nimi.
- (2) Předepsaný způsob skladování a manipulace s výrobky a hmotami musí být konkretizován v TePř (prostory, ochrana, teplota apod.) dle návodu výrobce tak, aby nedošlo k jejich

poškození nebo ke zhoršení kvality fyzikálními nebo chemickými vlivy (nízké nebo vysoké teploty, nadměrná vlhkost ovzduší, sluneční záření apod).

- (3) Výrobky s neprůkaznými údaji, výrobky s prošlou záruční dobou a výrobky porušené nebo jinak znehodnocené tak, že nemohou plnit svou funkci v SVI, se nesmějí používat a ani skladovat na stavbě.
- (4) Neschválené výrobky, stavební materiály a směsi nesmí být skladovány ani dočasně složeny na staveništi.

#### **22.4.3 PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

- (1) Průkazní zkoušky výrobků pro SVI se provádějí v rámci ověřovacího procesu výrobků podle příslušných právních předpisů, které stanovují technické požadavky na výrobky (viz kapitola 1 TKP), případně i podle požadavků SŽ (viz OTP pro SVI).
- (2) Na stavbě se průkazní zkoušky neprovádějí.

### **22.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY**

#### **22.5.1 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ**

- (1) Při odebírání vzorků pro kontrolní zkoušky je vždy přítomen zhotovitel stavby, zhotovitel SVI a TDS. V případě pochybností o kvalitě je nutné pozvat k odebírání vzorků ke kontrolním zkouškám také zástupce pověřeného útvaru.

#### **22.5.2 KONTROLA A ZKOUŠKY PODKLADNÍ KONSTRUKCE**

- (1) Kontrola a zkoušky podkladní konstrukce se provádějí v rámci přejímky podkladní konstrukce v souladu s TNŽ 73 6280. Zkoušky hradí zhotovitel podkladní konstrukce.
- (2) Zhotovitel SVI si převezme povrch podkladu na základě kladných výsledků zkoušek nebo v případě pochybností může provést zkoušky a kontroly na vlastní náklady.

#### **22.5.3 KONTROLNÍ ZKOUŠKY ZHOTOVITELE SYSTÉMU VODOTĚSNÉ IZOLACE**

- (1) Kontrolní zkoušky jednotlivých vrstev SVI se provádí za účelem zjištění, zda kvalitativní parametry výrobků a hotových vrstev SVI odpovídají smluvním požadavkům, zejména TNŽ 73 6280, TKP a projektové dokumentace. Kontrolní zkoušky se provádějí v rozsahu stanoveném v KZP, který je součástí TePř SVI.
- (2) O výsledcích zkoušek se sepiše protokol nebo se provede zápis do KZP, který je vč. TePř součástí DSPS. Výsledky zkoušek musí zhotovitel průběžně při provádění jednotlivých vrstev izolačního systému předkládat zástupci objednateli stavby. Výsledky kontrolních zkoušek je nutné uchovávat min. po dobu trvání záruční doby.
- (3) Kontrolní zkoušky mohou být prováděny akreditovanou laboratoří nebo laboratoří odsouhlasenou odpovědným zástupcem TDS. Zkoušky jednotlivých vrstev SVI se provádějí dle TNŽ 73 6280, ČSN 73 6242 a v souladu s KZP uvedeného v TePř.
- (4) U kontrolních zkoušek je povinná účast zástupce objednatele. Zhotovitel SVI je povinen oznámit provádění kontrolních zkoušek minimálně 2 pracovní dny před jeho konáním. Provedené kontrolní zkoušky bez účasti zástupce objednatele se považují za neprovedené.
- (5) Mezi kontrolní zkoušky zhotovitele patří zkoušky prokazující přilnavost SVI k podkladní konstrukci nebo jednotlivých vrstev vodotěsné vrstvy navzájem. U SVI, kde se vodotěsná vrstva vytváří přímo na stavbě (např. bezešvé SVI), musí být provedena zkouška prokazující nepropustnost vodotěsné vrstvy vysokým elektrickým napětím tzv. jiskrová zkouška. Zkouška se provádí dle ČSN 73 6242 (příloha E). Tuto zkoušku musí provést pouze



akreditovaná laboratoř. Zkouška se provádí i u SVI z asfaltových modifikovaných pásů plnoplošně spojených s podkladem (zejména v místech spojů). Provedení této zkoušky zhotovitelem SVI je nepřípustné.

- (6) Zkoušky hradí zhotovitel SVI.

#### **22.5.4 KONTROLY OBJEDNATELE**

- (1) TDS kontroluje podkladní konstrukci, výrobky pro SVI, provádění SVI a jednotlivé dokončené vrstvy SVI včetně všech detailů apod. (viz TNŽ 73 6280).
- (2) U všech druhů SVI kontroluje TDS na stavbě zejména:
  - kvalitu pokládky jednotlivých vrstev,
  - celistvost, rovinnost, tloušťku vrstvy, rovnoměrnost, spotřebu, kvalitu celoplošného natavení pásů, dodržování příčných a podélných přesahů, kvalitu spojů, přilnavost k podkladu, provedení detailů SVI podle TePř,
  - dokonalé provedení SVI v místech napojení na prvky mostního vybavení a mostních součástí (odvodňovače, mostní závěry, prvky prostupů, kotvení u říms apod.), v místě tvarových změn podkladní konstrukce, v místě návaznosti samostatných konstrukčních částí, v místě styku dvou konstrukcí apod.

#### **22.5.5 KONTROLNÍ ZKOUŠKY OBJEDNATELE (ROZHODČÍ ZKOUŠKY)**

- (1) V případě pochybností o výsledcích některé z kontrolních zkoušek doložených zhotovitelem SVI vyžaduje TDS nebo zástupce pověřeného útvaru provedení opakované zkoušky, kterou zajišťuje sám prostřednictvím akreditované laboratoře. Pro úhradu rozhodčí zkoušky prováděné z rozhodnutí TDS platí kap. 1 TKP.

### **22.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY**

#### **22.6.1 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY**

- (1) Přípustné odchylky u jednotlivých vlastností jako jsou rozměry, tloušťky, přesahy apod., které jsou uvedené v TNŽ 73 6280 v kapitole 5, musí být specifikovány v příslušných TPD SVI.
- (2) Přípustné odchylky uvedené v TPD musí být v příslušném rozsahu popsány i v TePř.

#### **22.6.2 MÍRA OPOTŘEBENÍ**

- (1) Neurčuje se.

#### **22.6.3 ZÁRUKY ZHOTOVITELE SVI, ZÁRUČNÍ A POZÁRUČNÍ DOBA**

- (1) Záruční doby všeobecně stanoví kapitola 1 TKP.
- (2) Minimální délka záruční doby na SVI 10 let musí být uvedena ve smlouvě o dílo.
- (3) Zhotovitel SVI zodpovídá po dobu záruční lhůty za veškeré vady způsobené špatnou funkcí SVI.
- (4) Zhotovitel SVI je v záruční době povinen zajistit na vlastní náklady opravy veškerých vad SVI, které byly způsobené špatnou funkcí SVI nebo jeho nekvalitním provedením (včetně nákladů na dopravní omezení, obnovu zásypů, kolejového lože apod.).
- (5) Správce objektu ve smyslu vnitřních předpisů SŽ sleduje po celou záruční dobu celkový stav objektu. Jakákoliv zjištění zakládající důvod k zahájení reklamačního řízení musí být správcem písemně oznámena bez zbytečného odkladu podle ustanovení ve smlouvě o dílo.

- (6) Před ukončením záruční doby je nutné provést prohlídku objektu (dle předpisu SŽDC S5) s dostatečným předstihem zaručujícím uplatnění reklamace.

## **22.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ**

- (1) Veškeré práce na SVI se smějí provádět pouze ve vhodných podmínkách (klimatických nebo uměle vytvořených). Základní omezení pro provádění jednotlivých vrstev SVI je uvedeno v TNŽ 73 6280 a musí být specifikována v TPD a TePř.
- (2) Pro každý SVI musí být vhodné podmínky pro aplikaci podrobně uvedeny v příslušném TePř včetně vhodných (možných) ochranných opatření pro jejich dodržení v souladu s příslušným TPD.
- (3) Pokud podmínky pro provádění dané vrstvy SVI nejsou v mezích dle TePř, práce nesmějí být zahájeny nebo musí být neprodleně přerušeny. Rozhodující skutečností je nutno zapsat do stavebního deníku SVI i stavebního deníku objektu.

## **22.8 SOUHLAS S PROVEDENÝMI PRACEMI, PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **22.8.1 SOUHLAS S PROVEDENÝMI PRACEMI**

- (1) TDS potvrzuje ve stavebním deníku souhlas s provedenými pracemi, tj. že práce uvedené v zápisech ve stavebním deníku zhotovitele SVI souhlasí se skutečností provedenou na stavbě a jsou v souladu s platnou realizační dokumentací.
- (2) Souhlas s provedenými pracemi se provádí po dokončení každé vrstvy SVI před započatím další vrstvy.
- (3) Zhotovitel SVI vyzve TDS k vyslovení souhlasu s provedením každé vrstvy SVI zápisem ve stavebním deníku.
- (4) Pro kontrolu TDS je nutné doložit doklady prokazující řádné provedení prací dle TePř, zejména:
  - výsledky kontrolních zkoušek a měření stanovených v KZP pro jednotlivé vrstvy a jejich porovnání s příslušnými ČSN, TNŽ 73 6280, TePř, hodnotami deklarovanými výrobcem v TPD,
  - stavební deník zhotovitele SVI se záznamy o provedených zkouškách, klimatických podmínkách, případně provedených opravách a odstraněných vadách, souhlasy s provedenými pracemi atd.,
  - projekt SVI.
- (5) Odsouhlasení prací provede TDS jen pokud bylo dodrženo jejich provedení podle realizační dokumentace, dodrženy zásady pro provádění uvedené v těchto TKP a TePř zhotovitele SVI a pokud kvalita výrobků/materiálů odpovídá požadavkům TKP, TPD, TNŽ 73 6280 a případně ZTKP.
- (6) Zhotovitel SVI a zhotovitel stavby jsou povinni o jednotlivé vrstvy SVI řádně pečovat až do předání SVI, aby nedošlo k jakémukoliv poškození nebo znečištění vrstev SVI před dokončením SVI.
- (7) Souhlas s provedenými pracemi je nutnou podmínkou pro předání SVI zhotovitelem SVI zhotoviteli stavby.

### **22.8.2 PŘEDÁNÍ SYSTÉMU VODOTĚSNÉ IZOLACE**

- (1) Zhotovitel SVI na základě souhlasů s provedenými pracemi předá realizovaný SVI zhotoviteli stavby.

- (2) K vlastnímu předání musí zhotovitel SVI v souladu s předpisem SŽDC S5 předložit zhotoviteli stavby následující doklady:
- dokumentaci skutečného provedení SVI
  - doklady o kvalitě výrobků/materiálů,
  - zápisy a protokoly o zkouškách, měřeních a vizuálních kontrolách (vyplněný KZP),
  - výsledky kontrolních zkoušek a jejich porovnání s příslušnými ČSN, TNŽ 73 6280, TePř, hodnotami deklarovanými výrobcem v TPD a případně ZTKP,
  - skutečné spotřeby veškerých hmot a výrobků vč. výkazu výměr,
  - stavební deník zhotovitele SVI se záznamy o:
    - provedených zkouškách, klimatických podmínkách,
    - souhlasy s provedením jednotlivých vrstev SVI,
    - ekologické likvidaci odpadu, jehož původcem je zhotovitel SVI,
    - případné další doklady, které objednatel požadoval v průběhu stavby.
- (3) Doklad o tomto předání bude součástí protokolu o převzetí stavby objednatelem.

### 22.8.3 PŘEVZETÍ PRACÍ

- (1) Převzetí prací se provede za celé dílo nebo jeho části ve shodě s požadavky objednatele uvedenými ve smlouvě o dílo. Řídí se ustanoveními kapitol 1 a 22 TKP.
- (2) Zástupce objednatele (TDS) kontroluje shodu s TePř.
- (3) K vlastnímu předání musí zhotovitel stavby předložit zástupci objednatele:
- (4) doklady uvedené v bodě 22.8.2 a v předpisu SŽDC S5,
- (5) doklad o předání SVI mezi zhotovitelem SVI a zhotovitelem stavby.
- (6) Dokumentaci, na základě které došlo k převzetí prací, předá objednatel správci objektu.

## 22.9 KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ

### 22.9.1 KONTROLNÍ MĚŘENÍ

- (1) Kontrolní měření provádí zhotovitel SVI v průběžně po celou dobu provádění SVI. Jde o kontrolní měření, kterými ověřuje vhodnost klimatických podmínek nebo např. tloušťek vrstev SVI zhotovovaných přímo na stavbě, vážení hmot pro stanovení správného poměru směsí apod., které jsou stanoveny dle TePř v souladu s TPD (včetně KZP) a nespádají do kontrol dle oddílu 22.5.
- (2) U všech těchto měření musí být proveden záznam ve stavebním deníku zhotovitele SVI.
- (3) Hodnoty těchto měření se ověřují pouze v případě pochybností nebo při destruktivních kontrolních zkouškách prováděných dle oddílu 22.5. Pokud se prokáže, že zhotovitel SVI tyto zkoušky reálně neprováděl nebo výsledky nezaznamenal správně, může tato skutečnost vést k nepřevzetí provedených prací a následně i odebrání způsobilosti zhotovitele SVI.

### 22.9.2 MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ

- (1) Neurčuje se.

## **22.10 EKOLOGIE**

- (1) Z hlediska vlivu stavby na životní prostředí je nutné se řídit podmínkami danými v kapitole 1 TKP a zákonem č. 541/2020 Sb., vyhláškou č. 273/2021 Sb. a katalogem odpadů.
- (2) Zhotovitel SVI je povinen mít doklad o ekologické likvidaci odpadu, který je nezbytnou součástí pro předání a převzetí SVI dle oddílu 22.8.

## **22.11 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA**

### **22.11.1 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ**

Podmínky pro bezpečnost práce a technických zařízení jsou dány kapitolou 1 TKP.

### **22.11.2 POŽÁRNÍ OCHRANA**

- (1) Základní zásady požární bezpečnosti při realizovaných činnostech jsou uvedeny v kapitole 1 TKP.
- (2) Při zpracovávání pracovních postupů a při stanovení požárně bezpečnostních opatření při svařování nekovových materiálů se postupuje obdobně jako při svařování kovových materiálů, přičemž se vychází z vlastností konkrétního svařovaného materiálu a dané technologie za účelem zabránit:
  - možnosti vzniku a šíření požáru nebo výbuchu s následným požárem působením částic nekovových materiálů, které odkapávají a hoří,
  - vznícení svařovaného materiálu nebo jiných hořlavých látek (např. stanovením způsobu a délky ohřevu, určením postavení plamene).
- (3) Při svařování včetně natavování izolačních materiálů (např. polyetylen v kombinaci s bitumeny) se hořák zapaluje ve směru větru do otevřeného prostoru, ve kterém se nevyskytují hořlavé materiály, páry hořlavých kapalin nebo hořlavý plyn.
- (4) Zapálený hořák v úsporném režimu se odkládá na volné místo bez hořlavých materiálů ve stabilizované poloze, přičemž hubice směřuje do volného prostoru. Je nutno zamezit jeho sklouznutí, pádu, zasypání, stržení vahou hadice nebo náhodnému otevření přívodu plynu, uhašení či stržení plamene vlivem povětrnostních podmínek.
- (5) Po skončení práce s ručním i kombajnovým hořákem se před uložením soupravy hořák nechá vychladnout, popř. se umístí ve zvláštním držáku umístěném od ventilu tlakové lahve v požárně bezpečné vzdálenosti určené výrobcem nebo dovozcem.
- (6) Po skončení práce se tlaková lahev, hadice a hořák odstraní z pracoviště a uloží na předem stanovené místo.

## **22.12 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY**

- (1) Seznam souvisejících právních předpisů, českých technických norem a vnitřních předpisů SŽ je uveden v příloze A Kapitoly 1 TKP.

**Ověřovací doložka konverze dokumentu**

Ověřuji pod pořadovým číslem **2841191**, že tento dokument, který vznikl převedením vstupu v listinné podobě do podoby elektronické, skládající se z **25** listů, se doslovně shoduje s obsahem vstupu.

Ověřující osoba:

Vystavil: **Správa železnic, státní organizace**

Datum: **04.07.2022 12:14:56**



702ed067-9492-4af4-a545-f6c12d3d814c

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace



# **TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH**

## **Kapitola 23 SANACE INŽENÝRSKÝCH OBJEKTŮ**

**Třetí - aktualizované vydání  
změna č. 5**

Schváleno I. náměstkem generálního ředitele SŽDC  
č.j.: 5584 ze dne 16.2.2006

Účinnost od 1.9.2006

Praha 2006

Tato publikace ani žádná její část nesmí být reprodukována, uložena ve vyhledávacím systému nebo přenášena, a to v žádné formě a žádnými prostředky elektronickými, fotokopírovacími či jinými, bez předchozího písemného svolení vydavatele.

Výhradní distributor: České dráhy, a. s., Technická ústředna Českých drah  
SATT - oddělení typové dokumentace  
Nerudova 1  
772 58 Olomouc

## Obsah

|                |                                                                 |           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>23.1</b>    | <b>ÚVOD</b>                                                     | <b>3</b>  |
| <b>23.1.1</b>  | <b>Základní ustanovení</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>23.1.2</b>  | <b>Cíle a strategie sanací inženýrských konstrukcí</b>          | <b>4</b>  |
| <b>23.1.3</b>  | <b>Stavebně technický průzkum</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>23.1.4</b>  | <b>Příprava stavebního počínu</b>                               | <b>6</b>  |
| <b>23.1.5</b>  | <b>Požadavky na dodavatele</b>                                  | <b>7</b>  |
| <b>23.2</b>    | <b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>23.2.1</b>  | <b>Tradiční materiály</b>                                       | <b>8</b>  |
| <b>23.2.2</b>  | <b>Adhezní můstky</b>                                           | <b>9</b>  |
| <b>23.2.3</b>  | <b>Správkové malty</b>                                          | <b>10</b> |
| <b>23.2.4</b>  | <b>Povrchové ochranné systémy</b>                               | <b>11</b> |
| <b>23.2.5</b>  | <b>Injektážní hmoty</b>                                         | <b>13</b> |
| <b>23.2.6</b>  | <b>Nové materiály</b>                                           | <b>13</b> |
| <b>23.3</b>    | <b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ</b>                              | <b>14</b> |
| <b>23.3.1</b>  | <b>Sanace betonových konstrukcí</b>                             | <b>14</b> |
| 23.3.1.1       | Předúprava betonu                                               | 14        |
| 23.3.1.2       | Předúprava výztuže                                              | 16        |
| 23.3.1.3       | Sanace výztuže                                                  | 17        |
| 23.3.1.4       | Sanace betonu                                                   | 20        |
| 23.3.1.5       | Injektáže                                                       | 27        |
| <b>23.3.2</b>  | <b>Sanace zděných konstrukcí</b>                                | <b>32</b> |
| 23.3.2.1       | Spárování                                                       | 33        |
| 23.3.2.2       | Injektování                                                     | 33        |
| 23.3.2.3       | Přezdivání                                                      | 34        |
| 23.3.2.4       | Plombování                                                      | 34        |
| 23.3.2.5       | Spínání a stahování                                             | 35        |
| 23.3.2.6       | Povrchová ochrana                                               | 35        |
| <b>23.4</b>    | <b>DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY</b>                   | <b>36</b> |
| <b>23.4.1</b>  | <b>Dodávka a skladování</b>                                     | <b>36</b> |
| <b>23.4.2</b>  | <b>Průkazní zkoušky</b>                                         | <b>36</b> |
| <b>23.5</b>    | <b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY</b>                     | <b>40</b> |
| <b>23.6</b>    | <b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY</b>              | <b>42</b> |
| <b>23.7</b>    | <b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ</b>                                       | <b>43</b> |
| <b>23.8</b>    | <b>ODSOUHLAŠENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ</b>                            | <b>43</b> |
| <b>23.9</b>    | <b>KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ</b>             | <b>43</b> |
| <b>23.10</b>   | <b>EKOLOGIE</b>                                                 | <b>44</b> |
| <b>23.11</b>   | <b>BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA</b> | <b>44</b> |
| <b>23.12</b>   | <b>SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY</b>                             | <b>44</b> |
| <b>23.12.1</b> | <b>Technické normy</b>                                          | <b>44</b> |
| <b>23.12.2</b> | <b>Předpisy</b>                                                 | <b>46</b> |
| <b>23.12.3</b> | <b>Související kapitoly TKP</b>                                 | <b>46</b> |



|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>Příloha 1 Výklad pojmů</b>                | <b>47</b> |
| <b>Příloha 2 Stavebně technický průzkum</b>  | <b>50</b> |
| <b>Příloha 3 Netradiční zkušební postupy</b> | <b>53</b> |

## 23.1 ÚVOD

Kapitola 23 TKP se zabývá sanacemi inženýrských objektů, které jsou součástí železniční infrastruktury.

Inženýrskými objekty se pro potřeby této kapitoly rozumí především stavby železničního spodku (mosty, propustky, tunely, zdi). V přiměřeném rozsahu lze tuto kapitolu využít i pro sanace pozemních staveb (výpravní budovy, nástupištní přístřešky apod.).

Kapitola 23 TKP je použitelná pro sanace objektů realizovaných z prostého betonu, železobetonu, předpjatého betonu a zdiva.

Kapitola 23 TKP pojednává uceleně o celém sanačním procesu, který by měl být navržen a proveden tak, aby sanace byla realizována efektivně, tj. aby se při vynaložení přiměřených prostředků co nejvýrazněji prodloužila životnost inženýrského díla.

Tato kapitola vychází a navazuje na ustanovení definice a pojmy kapitoly 1 TKP "Všeobecně". Kapitola 23 TKP a kapitola 1 TKP musí být používány jako nedílné součásti.

Sanace inženýrských konstrukcí jsou však v mnoha bodech specifickou oblastí a při tvorbě technických a kvalitativních podmínek pro sanace nelze vždy uplatnit smluvně taxativní dikci textu. To vede ke snaze poskytnout uživateli základní, ale co nejkomplexnější informace nejen o realizaci, ale i o metodice plánování a přípravy sanačních prací včetně kontroly kvality. Platnost příslušných předpisů a podmínek pro přípravu staveb tím není nijak znehodnocena. Konkrétní podmínky pro konkrétní stavbu musí být vždy obsaženy projektové dokumentace.

U složitějších úkolů se doporučuje řešení konzultovat se specialisty a konfrontovat s nejaktuálnějším stavem poznání a Evropskými normami. Výsledek sanace může být značně ovlivněn správnou volbou materiálů a výběrem vhodné technologie, které jsou z velké části závislé na výběru zhotovitele a dopracování projektové dokumentace v rámci dokumentace dodavatele. Z těchto důvodů se doporučuje u složitějších sanací nebo sanací významných svým rozsahem zpracování nezávislého posudku dokumentace zhotovitele.

V případě požadavku na použití netradičních materiálů nebo technologií se vypracují zvláštní technické kvalitativní podmínky (ZTKP). Povinnost vypracovat ZTKP přísluší iniciátorovi použití těchto materiálů nebo technologií (zadavatel, projektant, dodavatel).

Vzhledem k stále probíhajícímu dynamickému vývoji v oboru sanací konstrukcí a nutnosti zasazení této kapitoly do širších souvislostí je základní text doplněn přílohami, které slouží k definování některých pojmů (Příloha 1), stanovení základních požadavků na stavebně technický průzkum (Příloha 2) a k popisu nenormových zkušebních postupů (Příloha 3).

### 23.1.1 Základní ustanovení

Tato kapitola TKP se vztahuje na sanační zásahy, jejichž cílem je:

- obnovit statickou funkčnost konstrukčních prvků,
- obnovit homogenitu prvků nanišených trhlinami,
- obnovit schopnost konstrukce odolávat průnikům vody,
- zastavit korozní procesy na výztuži,
- obnovit statickou funkčnost degradovaných vrstev,
- obnovit původní rozměry konstrukce,
- obnovit estetický vzhled konstrukce.

Při posuzování zbytkové životnosti sanovaných konstrukcí je třeba vždy realisticky posoudit efekt provedených sanačních zásahů. V některých případech nelze počítat s plným obnovením funkčních parametrů konstrukce, které by odpovídaly stavu po jejím uvedení do provozu.

Součástí úvodního rozhodovacího procesu musí být vždy posouzení, zdali efektivní alternativou není výstavba inženýrského objektu nového.

Součástí rozhodovacího procesu musí být posouzení finanční náročnosti alternativních variant sanace ve fázi přípravné dokumentace.

Součástí procesu sanace musí být i garanční kontroly sanace tak, aby se dodatečně ověřilo (obvykle před uplynutím záruční doby), že sanace byla navržena a provedena kompetentně. Výsledky těchto kontrol by měly být vyhodnoceny a využívány k formulování sanačních strategií v budoucnu.

Tato kapitola TKP není primárně určena pro zesilování inženýrských objektů a rekonstrukce související se zíněnou jejich zatížitelnosti nebo charakteru užívání. Při těchto pracích však může být přiměřeně využita. Některé postupy zesilování jsou uvedeny i v této kapitole. Obecně je však nutné vždy dodržovat kapitoly 17, 18 a 20, případně 24 TKP.

Tato kapitola řeší konstrukční souvislosti, které musí být řešeny projektovou dokumentací na základě průzkumů příslušného charakteru. Použití technologií uvedených v této kapitole musí vždy předcházet posouzení možných příčin degradace objektu nebo konstrukčního prvku. Rozhodnutí o způsobu sanace konstrukce musí být provedeno v souvislostech uvažujících statické působení, konstrukční uspořádání, účel a využitelnost konstrukce a také s ohledem na estetické požadavky výsledného efektu sanačního zásahu.

Jedním z podkladů pro sanace prvků inženýrských konstrukcí se statickou funkcí musí být statické posouzení. V případě pochybností o zatížitelnosti stávajícího objektu nebo je-li součástí sanace zesilování konstrukce musí projektu stavby předcházet zpracování statického přepočtu.

Při veškerých činnostech popisovaných v této kapitole TKP je třeba respektovat platné ČSN i návazné technické normy a předpisy (TNP) zadavatele. V případě rozporu mezi ustanoveními této kapitoly TKP a ČSN nebo ostatních TNP platí ustanovení těchto TKP.

### **23.1.2 Cíle a strategie sanací inženýrských konstrukcí**

Hlavním cílem sanace betonu a zdiva je především zastavit nebo zpomalit korozní procesy, probíhající v konstrukčních prvcích, obnovit jejich původní rozměry, homogenitu i požadovaný estetický vzhled a prodloužit jejich trvanlivost.

Projektová dokumentace musí vždy zohlednit příčiny degradace konstrukce a zajistit odstranění nebo minimalizaci jejich účinků. V těchto souvislostech je nutné respektovat příslušná ustanovení kapitol 17, 18, 20 a 22, případně kapitoly 25 TKP.

Je nutné preventivně posuzovat stav konstrukce ve vhodných intervalech a aktuální výsledky archivovat (musí být zaveden systém dohlédací činnosti a jejího evidování).

Pokud se zjistí vady nebo poruchy, mají se provést další posouzení, ve kterých se stanoví rozsah vad a poruch a jejich příčiny. Obvykle je potřebné provedení jak zkoušek přímo na místě, tak i zkoušek laboratorních, prostřednictvím stavebně technického průzkumu (STP).

Za primární zdroj ohrožení konstrukcí staveb železničního spodku je považováno působení vody v různých modifikacích spolu s účinky mrazových cyklů. Z tohoto důvodu se za prioritní považuje zajištění konstrukce proti přísakům vody.

Projektová dokumentace musí řešit ochranu před působením vody a mrazu komplexně. Komplexním postupem se rozumí v první řadě zajištění odvedení vody z dosahu konstrukčních prvků a jejich následná ochrana. Ta může být zajištěna vlastní odolností konstrukčního materiálu nebo bariérovou ochranou příslušných částí konstrukce před pronikáním vody (izolační souvrství). Odolnost samotných částí konstrukce lze dosáhnout volbou kvalitních materiálů nebo jejich dodatečnou ochranou speciálními hmotami (povrchové ochranné systémy).

**Sanace betonových a zděných konstrukcí lze členit do čtyř kategorií podle požadavků, které jsou na sanace kladeny a cílů, které jsou sanací sledovány:**

- preventivní (profylaktický) zásah na dosud korozně nepoškozené a staticky zcela vyhovující konstrukci, jehož jediným cílem je v předstihu s co nejmenšími náklady prodloužit životnost objektu,
- ochrana a oprava, jejímž cílem je obnovit estetický vzhled konstrukce, zejména z hlediska barevného řešení, tento zásah je pochopitelně současně využíván i k prodloužení životnosti objektu,
- sanační zásah na korozně poškozené konstrukci, která však po statické stránce stále vyhovuje; cílem tohoto typu sanace je zastavit pokračování korozních procesů, obnovit estetický vzhled konstrukce i veškeré její další užité parametry,

- sanační zásah, kdy v důsledku korozních procesů je již ohrožena nejen životnost konstrukce, ale i její statická bezpečnost; konstrukci je třeba zesílit např. přidáním nové výztuže; tento typ sanace připadá v úvahu i tehdy, inají-li být zintěněny užité parametry objektu, tj. např. zvětšena zatížitelnost.

Při rozhodování o činnosti, která má splnit všechny budoucí požadavky na životnost celé konstrukce, je nutné analyzovat všechny navržené postupy. Zde je potřeba zohlednit řadu faktorů, které jsou následně na konstrukci kladeny.

**Základní faktory, které ovlivňují výběr vhodných variant řešení jsou:**

- předpokládané využití, návrhová a provozní životnost konstrukce,
- konstrukční hlediska,
- požadované funkční parametry (včetně např. požární odolnosti a vodotěsnosti),
- pravděpodobná dlouhodobá funkčnost provedené ochrany a opravy,
- možnosti pro dodatečnou ochranu, opravu a sledování,
- počet a náklady opakovaných sanací, předpokládaných během návrhové životnosti konstrukce,
- náklady a způsob financování variantních ochranných a sanačních opatření, včetně budoucí údržby a zabezpečení finančních prostředků na ni,
- vlastnosti a možné způsoby předúpravy podkladu,
- vzhled ošetřené nebo opravené konstrukce,
- ekologická a hygienická hlediska,
- zdravotní a bezpečnostní hlediska.

Postup řešení problémů souvisejících se sanací betonu a zdiva zahrnuje rozbor, strategii, návrh sanace a její realizaci. Je nutné provést souhrnné posouzení celého spektra příčin i důsledků poškození. Výsledky vyhodnocení, spolu s potřebami nebo požadavky uživatele, poskytují potřebné informace pro návrh projektu sanace. Konečný návrh představuje řešení, které zohledňuje trvanlivost, proveditelnost a kompatibilitu se stávající konstrukcí.

Nejdůležitější součástí návrhu sanace je výběr vhodných zásad ochrany a opravy. Proto je vhodné připravit několik variantních řešení, vycházejících z odborného posouzení, z nichž se následně provede konečný výběr.

Pro všechny vybrané zásady se stanoví vhodné metody, včetně kvalitativních požadavků pro navrhované metody, kde se definuje uvažované použití výrobků a systémů.

Provádění prací se musí svěřit dodavateli s dostatečnou a prokazatelnou zkušeností s prováděním daného druhu sanací.

Musí se vytvořit takový systém kontroly jakosti, který zajistí splnění specifikovaných kvalitativních požadavků a výběr správných metod pro sanaci.

Musí se stanovit příslušné podmínky pro přejímku. Veškerá dokumentace, týkající se sanace, se má uchovávat v příslušném systému řízení projektu.

### **23.1.3 Stavebně technický průzkum**

Stavebně technický průzkum (STP) je nezbytným podkladem pro zpracování projektu sanace a pro její objektivní ocenění.

STP se člení na etapy. Rozsah jednotlivých etap je dán především předpokládaným rozsahem stavebního počínu. Rozsah jednotlivých etap je třeba přizpůsobovat závěrům předchozí etapy a závěrům předchozího stupně projekční přípravy.

Pro každou etapu STP musí být vždy zpracován projekt STP. Projekt STP musí být odsouhlasen projektantem příslušného stupně projektové přípravy, který bude jeho závěry využívat.

Podrobnosti týkající se STP a požadavky na minimální rozsah závěrečné zprávy z STP jsou uvedeny v příloze 2.

### 23.1.4 Příprava stavebního počínu

Příprava stavebního počínu se řídí příslušnými předpisy a podmínkami zadavatele.

Projektová dokumentace sanace by měla být vždy zpracována v dostatečném předstihu před výběrovým řízením, resp. před realizací sanace. Optimální situace je, aby projekt sanace byl zpracován v roce předcházejícím předpokládanému datu realizace sanačního zásahu.

#### **Podkladem pro vypracování projektové dokumentace sanace jsou:**

- stavebně technický průzkum, resp. zpráva o výsledcích STP,
- původní (archivní) dokumentace objektu nebo dokumentace skutečného provedení,
- závěry z dohlédací činnosti,
- vzorové listy a další normativní podklady z doby výstavby objektu,
- požadavky investora na funkčnost a zbytkovou životnost konstrukce po provedeném sanačním zásahu,
- stanovisko investora k možnosti zpřístupnění konstrukce,
- požadavky investora na možnosti výluky provozu na konstrukci,
- požadavky investora na estetický vzhled resp. barevné využití konstrukce,
- případné požadavky státních institucí (např. památkového úřadu, pokud je sanovaná konstrukce technickou památkou apod.).

#### **Projektová dokumentace musí obsahovat:**

- popis systému sanace (druhy, pořadí a tloušťky vrstev, úprava povrchu před nanášením, konkrétní způsob nanášení, způsob úpravy povrchu, metoda ošetřování pro konkrétní systém a stanoviště, orientační harmonogram prací, zejména s ohledem na klimatické podmínky ve vazbě na použité sanační hmoty),
- požadavky na parametry jednotlivých materiálů z hlediska jejich funkce v sanačním systému, z hlediska jakosti a případné vzájemné nezáměnitelnosti v rámci konkrétních sanačních hmot,
- doporučení jednotlivých technologických operací, které se jeví jako vhodné pro konkrétní typ konstrukce, a výpis technologií, které se nedoporučují,
- doporučení jednotlivých výrobků a hmot pro sanaci z hlediska jejich parametrů,
- popis systému protikoroze ochrany oceli (druhy a tloušťky vrstev, předúprava povrchu) pro konkrétní objekt, specifikaci betonářské výztuže, předpínací výztuže, ocelových prvků systému předpětí a tuhé výztuže,
- další použité postupy prací a údaje o prvcích systému na konkrétním objektu, které mají význam pro zamýšlenou ochranu a opravu a vliv na jakost dodávky,
- způsob likvidace vybouraných hmot, odstraněných vrstev, obalů, zbytků aplikovaných hmot a odpadů u konkrétního objektu,
- požadavky na záruky a údržbu,
- požadavky na příkazní a kontrolní zkoušky a na referenční plochy,
- předpokládaný rozsah výměr.

#### **Dokumentace dodavatele**

Rozsah dokumentace dodavatele je určen potřebou dalšího rozpracování projektové dokumentace pro účely stanovení konkrétních materiálů a pracovních postupů včetně požadavků na kontrolní činnost a systém jakosti.

Požadavky zadavatele na rozsah dokumentace dodavatele musí být uvedeny v zadání stavby. Vždy je nutno zpracovat Technologický předpis.

Technologický předpis musí respektovat technologické postupy výrobce příslušných sanačních materiálů, případně technické listy výrobců hmot (stavebních výrobků). Technologický předpis musí obsahovat kontrolní a zkušební plán pro vlastní kontrolní zkoušky a měření zhotovitele pro konkrétní objekt, druhy a rozsah referenčních ploch.

Dodavatel vybere a navrhne konkrétní materiál podle požadavků projektové dokumentace. Navržený výběr musí být odsouhlasen autorským dozorem.

Technologický předpis musí odsouhlasit zodpovědný zástupce zadavatele (obvykle stavební dozor) a to na podkladě souhlasného stanoviska autorského dozoru.

### **23.1.5 Požadavky na dodavatele**

Dodavatel musí prokázat způsobilost pracovníků, strojního zařízení, skladování, dopravy, kontrolního systému a dalších činností, které mohou ovlivnit jakost sanace betonových konstrukcí. V dokumentu systémni jakosti musí být doloženy předpokládané technické postupy oprav.

Dodavatel musí prokázat ověřitelnými referencemi, že má s technologiemi použitými v rámci projektu sanace víceleté zkušenosti a dosáhl uspokojivých výsledků.

Dodavatel musí prokázat u všech vedoucích a středních řídicích pracovníků odbornou způsobilost k požadovaným úkonům; u řídicích pracovníků např. osvědčení o autorizaci a doklad o úspěšném absolvování speciálních kurzů u akreditovaných pracovišť, znalecké oprávnění, sdělení o praxi v dané činnosti apod.

Autorizace není striktně vyžadována, protože specifická autorizace pro sanační práce není udělována. Předpokládá se, že autorizace osob řídicích sanační práce může být vydána pro příslušné autorizační okruhy dle staveb, které jsou sanovány (mosty a inženýrské stavby, pozemní stavby apod.). Jako rozhodující kvalifikační předpoklad pro řízení sanačních prací je praxe v oboru sanací inženýrských konstrukcí. U dělnických profesí doklad o úspěšném absolvování speciálních kurzů a potvrzení o praxi v dané činnosti pro pracovníky provádějící specializované sanační práce.

Zadavatel má právo vyžadovat jmenovitou kontrolu přítomnosti pracovníků u nichž byla dodavatelem prokázána kvalifikace. Zadavatel má právo přerušit práce nebo práce nepřevzít, pokud budou vykonávány pracovníky u nichž nebyla prokázána praxe a proškolení pro provádění příslušných sanačních postupů.

Zadavatel má právo vyžadovat od dodavatele údaje o zkušenostech a kvalifikaci personálu, který se bude podílet na sanaci kdykoliv v průběhu její realizace. U významnějších sanačních zásahů si investor může vymínit, že ve stavebním deníku budou pracovníci, přítomní na stavbě, uváděni jmenovitě.

Jakákoliv změna v personálním obsazení stavby, změna subdodavatelů, změna plánu jakosti či rozsahu prováděných kontrolních zkoušek musí být předem odsouhlasena zadavatelem.

Požadavky na rozsah praxe a proškolení musí být uvedeny v zadání stavby. Požadavky na reference a jejich rozsah a obsah musí být také stanoveny v zadání stavby.

#### **Seznam referencí musí zejména obsahovat:**

- informace o sanacích podobných staveb s případným vyjádřením provozovatele resp. s výsledky pozáručních kontrol,
- popis rozsahu a formy účasti na uváděných referenčních stavbách zejména pokud se týče procentuálního podílu vlastních činností.

Reference mohou být též prokázány odbornými články nebo příspěvky o provedených sanacích, pokud jsou předchozí body jejich součástí.

Zhotovitel musí dále prokázat, jakým způsobem zabezpečuje jakost práce resp. jaký systém jakosti má zavedený. Požadavek na certifikaci zavedeného systému jakosti, pokud se vyžaduje, musí být uveden v zadání stavby.

Pro konkrétní sanační akci zpracuje zhotovitel plán zabezpečení jakosti, zaměřený na požadované technologie a druhy oprav a konkretizovaný pro dané podmínky při opravě konstrukce. Plán jakosti musí obsahovat také kontrolní a zkušební plán, tj. druhy a počty zkoušek, kterými zhotovitel bude sám kontrolovat kvalitu jednotlivých technologických operací.

Rozsah plánu zabezpečení jakosti se vždy přiměřeně upraví podle skutečného rozsahu sanačního zásahu.

## **23.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ**

Materiály pro sanace jak co do typu, tak kvality jsou vždy předepsány projektovou dokumentací. K volbě materiálu pro sanace se může vyjadřovat technický úsek investora i vybraný zhotovitel.

Technické parametry materiálu pro sanace prokazuje dodavatel materiálu prohlášením o shodě, protokoly zkoušek materiálů z akreditované laboratoře (průkazní zkoušky) a dle požadavků zadavatele i prokazatelnými referencemi o použití a dlouhodobé spolehlivosti funkce materiálů na srovnatelně sanované konstrukci (viz. kap 23.1.5).

Technické parametry materiálů musí splňovat kromě požadavků projektu hodnoty uvedené v příložených tabulkách č. 23-1 a 23-2.

Parametry použitých materiálů pro sanace se při realizaci přibližně ověřují kontrolními zkouškami prováděnými na zhotoviteli nezávislou autorizovanou právnickou nebo fyzickou osobou (viz kap. 23.5).

Dodávky materiálu pro sanace jsou na stavbě evidovány prostřednictvím dodacích listů, které jsou archivovány a jejich kopie jsou součástí předávací dokumentace díla.

Dodací list musí obsahovat minimálně tyto údaje:

- přesné označení materiálu,
- způsob balení materiálu,
- celkovou hmotnost dodávky,
- datum výroby materiálu,
- čísla výrobních šarží, pokud je materiál takto označen.

Použití materiálu je zaznamenáváno do stavebního deníku s uvedením:

- přesného označení materiálu,
- spotřebovaného množství,
- způsobu aplikace.

Na vyžádání objednatele lze evidovat skutečnou spotřebu materiálu skladováním a evidencí prázdných obalů.

Jednotlivé materiály musí mít přiměřeným způsobem prokázán jejich vliv na životní prostředí včetně rizik vyplývajících z jejich užití. Za dostatečný doklad se považuje tzv. Bezpečnostní list materiálu (viz. kap. 23.11).

Zhotovitel musí veškeré materiály skladovat podle běžných zásad nebo pokynů výrobce obsažených v Technickém listu. Zhotovitel musí doložit ekologickou likvidaci obalů (viz kap. 23.10).

K sanacím inženýrských objektů se používá široké spektrum tradičních hmot i speciálních materiálů. V závislosti na době, po kterou jsou s daným typem materiálu zkušenosti, je třeba prověřovat údaje o jeho parametrech, předpokládané životnosti a stárnutí. Za výběr materiálu a požadavky na něj kladené zodpovídá především projektant. Jen on zná všechny souvislosti konstrukčního řešení a je tedy kompetentní posuzovat vhodnost či nevhodnost materiálu pro navržený konstrukční resp. sanační systém.

### 23.2.1 Tradiční materiály

Tradičními materiály rozumíme ty stavební hmoty, s jejichž využitím jsou innohaleté, ve většině případů více než stoleté zkušenosti, takže kvalitové požadavky na ně jsme schopni formulovat na základě dlouhodobě ověřených empirických zkušeností.

Při formulaci požadavků na kvalitu tradičních stavebních materiálů není tedy rozhodující otázkou jakou kvalitu pro jednotlivé typy materiálu předepsat, ale spíše obecně platný požadavek, že starší (původní) i nově doplněné materiály by měly být fyzikálně kompatibilní, tj. zejména z hlediska:

- pružnostně pevnostního,
- teplotní roztažnosti,
- dlouhodobé stability.

V tomto ohledu je tedy velmi důležité, aby stavebně technickým průzkumem byly zjištěny co nejpresněji parametry tradičních materiálů ve stávající konstrukci tak, aby nově zvolené materiály se z výše uvedených hledisek k původním co nejvíce přibližovaly.

#### Kámen

Pro sanaci kamenného zdiva se smí použít pouze stejného druhu kamene či petrograficky příbuzného druhu kamene, který byl použit pro výstavbu objektu.

Součinitel mrazuvzdornosti jako základní parametr vhodnosti kamene pro jeho exteriérové použití stanoví projektant rekonstrukce. V žádném případě se nepřipouští použití kamene, jehož součinitel mrazuvzdornosti je nižší než 0,75 podle ČSN 72 1800.

U nasákavých hornin (např. pískovec, opuka) musí být provedena taková konstrukční opatření, která zamezí trvalému provlhání těchto materiálů. Opatření povrchu kamenné konstrukce bariérovým nátěrem není ve většině

případů vhodné. Podle aktuální situace lze případně zvážit použití hydrofobizační penetrace, která sníží nasákavost kamene a současně umožní migraci vodní páry.

### **Cihly**

Pro převládání pohledových ploch zděných konstrukcí se smí použít pouze cihly příslušného formátu minimální pevnostní značky 25, s mrazuvzdorností M 50 a objemovou hmotností minimálně  $1.600 \text{ kg.m}^{-3}$  a nasákavostí 8 až 10 % hmotnostních podle ČSN 72 2623.

Pro výslednou kvalitu zdiva je však kromě kvality cihel a zdicí malty velmi důležité i správné provedení, a to jak z hlediska správné skladby zdiva, tak šířky ložných i styčných spár. Nesprávná vazba zdiva (průběžné styčné spáry) může ohrozit únosnost zdiva podstatně více než použití více či méně kvalitních materiálů. Podobně s šířkou ložných a styčných spár výrazně klesá únosnost zdiva. Je třeba si uvědomit, že malta ve zdivu působí ve stavu třísosé napjatosti a její pevnost ve srovnání s pevnostmi stanovenými na kontrolních krychlech je až několikanásobně vyšší.

### **Malty pro zdění a spárování**

Malty pro zdění a spárování obecně musí splňovat požadavky ČSN 72 2430. Je však na projektantovi, aby pro specifické konstrukce nebo účel použití předepsal takové fyzikálně inženýrské vlastnosti zdicí malty, které jsou k danému účelu potřebné. Vzestup pevnosti zdicí malty v tlaku o 5 MPa se projeví ve výpočtové pevnosti zdiva nárůstem o 0,3 až 0,5 MPa. Nejvyšší značka zdicí malty podle ČSN 72 2430 (zn. 150 - 15 MPa) je přitom standardně dosažitelnou úrovní při použití běžné cementové malty míchané v hmotnostním poměru 1:4. Z hlediska dlouhodobé funkčnosti zdiva je pro zdicí maltu v exteriérových podmínkách podstatně důležitější její mrazuvzdornost, která by měla být standardně dokládána formou průkazních zkoušek.

V případě spárovací malty je nejpodstatnějším parametrem míra objemových změn (smrštění spárovací malty). Vzhledem k tomu, že smrštění spárovací malty může ohrozit kompaktnost zdiva jak z hlediska statického, tak i z hlediska jeho výsledné vodotěsnosti je nezbytné, aby zdicí malty, používané při sanaci náročnějších inženýrských konstrukcí měly objemové změny menší než  $0,4 \text{ mm/m}$  (u běžné cementové malty se pohybují objemové změny obvykle v intervalu 1,5 až  $2,5 \text{ mm/m}$ ). Spárovací malty s potlačenými objemovými změnami musí obsahovat speciální organické, resp. anorganické přísady a lze je připravit pouze jako prefabrikované (pytlované). O jejich použití by měl rozhodovat projektant v souladu s širšími konstrukčními souvislostmi projektované sanace.

### **Beton**

Požadavky na kvalitu betonu a betonové směsi jsou uvedeny v kapitole 17 TKP.

## **23.2.2 Adhezní můstky**

Adhezní můstek je materiálem, který je schopen zajistit zvýšenou soudržnost s podkladem v náročnějších podmínkách. Pokud je to možné, je třeba se použití adhezního můstku vyhýbat a zajistit soudržnost správkové malty s podkladem kvalitní předúpravou podkladu. Pokud však nelze s ohledem např. na provozní podmínky provádět předúpravu podkladu nebo v situaci, kdy podklad je velmi hutný, umožní adhezní můstek tyto problémy eliminovat. Adhezní můstek však v žádném případě není schopen zajistit plnohodnotnou funkci správkové malty na problematickém podkladu, tj. např. podkladu s nízkou pevností v tahu povrchových vrstev.

Adhezní můstky mají různou materiálovou bázi. Rozlišujeme tři základní typy:

- čistě cementové adhezní můstky,
- polymercementové adhezní můstky,
- čistě polymerní, převážně epoxidové adhezní můstky.

Klasickým, čistě cementovým „adhezním můstkem“ je tzv. cementový prostřík (špric), který by se však při sanaci inženýrských objektů neměl používat, protože při jeho přípravě na stavbě nelze garantovat jeho výsledné vlastnosti.

Nejtypičtějším, nejčastěji používaným adhezním můstkem je cementopolymerní, obvykle dvousložková suspenze, která se na předupravený a čistý povrch nanáší štětcem, válečkovaním nebo stříkáním. Základní podmínkou při aplikaci těchto adhezních můstků je, aby správková malta byla nanášena do čerstvého (zavadlého) adhezního můstku. Pokud dojde k zatuhnutí, resp. zatvrdnutí adhezního můstku může adhezní můstek působit spíše jako separační vrstva. Jedním z významných parametrů adhezního cementopolymerního adhezního můstku je tzv. otevřená doba, tj. časový úsek, během kterého je nezbytné aplikovat správkovou maltu. Tato otevřená doba se výrazně mění v závislosti na teplotě.



Cementopolymerní adhezni můstky mají většinou dlouhou dobu zrání, která souvisí s pomalejším síťováním použité polymerní disperze. Konečných pevností dosahuje cementopolymerní adhezni můstek obvykle v intervalu 28 až 60 dní. V případě, že je sanační souvrství zkoušeno v menším stáří, je třeba tuto skutečnost při interpretaci získaných výsledků zohlednit.

Cementopolymerní adhezni můstky jsou aplikačně poměrně náročné, (je třeba vždy nanášet jen na takový úsek, který může být vzápětí reprofilován správkovou maltou).

Čistě polymerové adhezni můstky obvykle na bázi epoxidové pryskyřice, jsou velmi spolehlivé a umožňují přikotvit správkové malty i k velmi problematickému podkladu. Provádí se tak, že na suchý, nečistot zbavený podklad se válečkováním nanese dvousložková epoxidová pryskyřice a vzápětí se na takto ošetřený podklad aplikuje monofrakční suchý křemičitý písek se zrnitostí 1 až 4 mm. Epoxidová pryskyřice se díky svým penetračním schopnostem, případně díky použití penetrace velmi dobře zakotví do podkladního betonu (u vodorovných podkladů je schopna proniknout do hloubek 3 až 5 mm) a současně zrna suchého písku se spolehlivě zakotví do epoxidové vrstvy. Tento adhezni můstek může být připraven ve větším předstihu a dodatečně lze na něj nanášet správkovou maltu. Díky mechanickému zakotvení správkové malty do zrn písku se tak dosáhne vynikajícího zakotvení správkové malty do podkladu. Zkoušky soudržnosti správkové malty v těchto případech jsou vždy obvykle vyšší než tahová pevnost podkladního betonu resp. tahové pevnosti správkové malty.

Adhezni můstky se obvykle současně využívají i jako antikoroziní ochrana výztuže. K tomuto účelu lze použít vhodné cementopolymerní i čistě polymerní – epoxidové adhezni můstky. Předpokladem jejich účinnosti jako ochrany výztuže je dokonalé očištění korodující výztuže a celoplošná aplikace.

### 23.2.3 Správkové malty

Správkové malty musí splňovat především tyto požadavky:

- vysokou soudržnost s podkladem,
- mrazuvzdornost minimálně na úrovni T 100, případně větší podle konkrétních podmínek expozice,
- omezený vznik smršťovacích trhlin,
- minimální objemové změny v důsledku změn vlhkosti a teploty,
- dobrou vodotěsnost resp. malou nasákavost,
- co nejnižší modul pružnosti, který by měl být nižší než modul pružnosti podkladního betonu,
- pevnost v tlaku, resp. v tahu za ohybu na shodné nebo mírně vyšší úrovni než podkladní beton,
- zvýšenou odolnost vůči agresivním médiím podle konkrétních podmínek expozice.

Požadované základní parametry správkových hmot jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 23-1 Požadované základní parametry správkových hmot

| <i>Parametr</i>                                           | <i>Průkazní zkoušky</i>         | <i>Kontrolní zkoušky</i>        |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                                                           | <i>Požadovaná hodnota</i>       | <i>Požadovaná hodnota</i>       |
| <i>Pevnost v tlaku</i>                                    | > 25 MPa < 50 MPa               | > 25 MPa < 50 MPa               |
| <i>Pevnost v tahu za ohybu</i>                            | > 5,5 MPa                       | > 5,5 MPa                       |
| <i>(Soudržnost s podkladem<br/>(bez adhezniho můstku)</i> | > 1,7 MPa<br>jednotl. > 1,5 MPa | > 1,1 MPa<br>jednotl. ≥ 0,8 MPa |
| <i>Smršťování</i>                                         | < 0,5 ‰                         | -                               |
| <i>Sklon k tvorbě trhlin</i>                              | 1 trhlina šířky do 0,1 mm       | 1 trhlina šířky do 0,1 mm       |
| <i>Mrazuvzdornost</i>                                     | T 100                           | -                               |
| <i>Koeficient teplotní<br/>rotažnosti</i>                 | < 14 x 10 <sup>-6</sup>         | -                               |
| <i>Statický modul pružnosti</i>                           | < 30 GPa                        | -                               |

Správkové malty se používají výhradně prefabrikované, a to jednosložkové nebo dvousložkové. Obecné požadavky na správkové hmoty i jejich zkoušení jsou obsaženy v ČSN EN 1504.

Nejpodstatnějšími požadavky na správkové malty je jejich optimální přídržnost k podkladnímu betonu a absence smršťovacích trhlin. Aby bylo dosaženo optimálního výsledku v tomto směru, je třeba použít nejen vhodnou správkovou maltu, ale také ji správně aplikovat a přiměřeným způsobem ošetřovat. I velmi dobrá správková malta, použitá nevhodně a neošetřovaná nezajistí dosažení požadovaného výsledku.

Prioritně se volí použití správkových malt cementopolymerních vzhledem k jejich vysoké alkalitě, která zajišťuje pasivaci odhalené výztuže a částečně je schopna i repasivovat povrchové i zkarbonatované vrstvy. Čistě polymerní, např. epoxidové správkové hmoty jsou používány pro reprofilace jen výjimečně. Užívány jsou spíše jako záливkové či konstrukční výplňové materiály. Jejich předností je vysoká přídržnost k podkladu, dobré mechanické vlastnosti. Nevýhodou pak vysoký koeficient teplotní roztažnosti, výrazná závislost materiálových vlastností na teplotě, vytvoření absolutní parozábrany na povrchu prvku a nevyhovující alkalita z hlediska pasivace výztuže.

### 23.2.4 Povrchové ochranné systémy

Povrchové ochranné systémy vytvářejí na povrchu sanované konstrukce doplňující bariéru proti průniku nežádoucích médií zejména k ocelové výztuži. Jedná se především o průnik oxidu uhličitého a vody, může se však jednat i o celé spektrum dalších agresivních médií podle konkrétní expozice železobetonového prvku. Současně povrchové ochranné systémy barevně sjednocují povrch lokálně opravované betonové konstrukce a zlepšují její celkový vzhled.

Vzhledem k omezené životnosti povrchových ochranných systémů (5 až 10 let), nelze je považovat za plnohodnotnou náhradu dostatečně tlusté krycí vrstvy betonu nebo správkové hmoty nad výztuží. Pro výběr povrchového ochranného systému jsou rozhodující tato kritéria:

- požadovaná hodnota difúzního odporu vůči vodní páře a oxidu uhličitému,
- odolnost vůči specifickým agresivním médiím, např. posypovým solím,
- přídržnost k podkladu,
- požadavky na vodotěsnost,
- požadavky na překlenutí stabilních nebo pohyblivých trhlin,
- požadavky na vzhled, barevnost a strukturu povrchu.

Povrchové ochranné systémy rozděluje se na

- impregnace,
- nátěry.

Tab. 23-2 Požadované parametry ochranných bariérových nátěrů

| Parametr                                                      | Typ nátěru                 | Průkazní zkouška                                   | Kontrolní zkouška                                |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                               |                            | Požadovaná hodnota                                 | Požadovaná hodnota                               |
| Přidržitost s podkladem                                       | parotěsný<br>propustný     | 1,2 MPa<br>0,8 MPa                                 | 0,8 MPa<br>0,6 MPa                               |
| Tloušťka tenkovrstvých nátěrů                                 | parotěsný<br>propustný     | 200 - 300 $\mu\text{m}$<br>100 - 200 $\mu\text{m}$ | 1)                                               |
| Ekvivalentní difúzní tloušťka<br>$r_{D, H_2O}$                | parotěsný<br>paropropustný | > 10 m<br>< 4 m, lépe < 3 m                        | -                                                |
| Difúzní ekvivalent tloušťky<br>vzduchové vrstvy $S_{D, CO_2}$ | parotěsný<br>paropropustný | > 50 m<br>> 50 m                                   | -                                                |
| Vodotěsnost $V_{30}$                                          | parotěsný<br>paropropustný | 0,0 l . m <sup>2</sup><br>< 2,0 l.m <sup>2</sup>   | 0,0 l . m <sup>2</sup><br>< 2,0 l.m <sup>2</sup> |
| Schopnosti překlenovat trhliny                                | parotěsný<br>paropropustný | 2)                                                 | -                                                |
| Odolnost vůči agresivním<br>vlivům                            | parotěsný<br>paropropustný | 2) 3)                                              | -                                                |
| Odolnost UV záření                                            | parotěsný<br>paropropustný | odolný UV záření<br>odolný UV záření               | -                                                |
| Odolnost vysokým teplotám                                     | parotěsný<br>paropropustný | 60 °C 4)                                           | -                                                |
| Mrazuvzdornost                                                | parotěsný<br>paropropustný | 50 cyklů<br>50 cyklů                               | -                                                |

- Vysvětlivky:
- 1) podle technologického předpisu sanace, event. dle specifikace výrobce,
  - 2) požadavky se řídí zvláštními předpisy,
  - 3) požadavky na typ a rozsah zkoušek předepisuje technologický předpis sanace.
  - 4) není-li stanoveno jinak.

**Impregnace** je obvykle nízkoviskózní vodný nebo ředidlový roztok, mající schopnost pronikat strukturou pórů pod povrch prvku. Tento průnik je však vždy omezen hloubkou maximálně několika mm. Spotřeba impregnace se i u vícenásobné aplikace pohybuje maximálně do 200 g/m<sup>2</sup>. Obvykle se jedná o transparentní bezpigmentové materiály, které nevytvářejí na povrchu prvku vrstvu s měřitelnou tloušťkou.

S ohledem na jejich charakter a spotřebu nedojde k úplnému uzavření pórového systému. Tato úprava obvykle zmenšuje průnik tekutých médií betonem, zpevní povrch a neeliminuje přirozenou difúzi vodní páry prvkem.

Speciálním typem jsou hydrofobní impregnace, které se vsáknou do ošetřovaného materiálu a brání netlakové, obvykle srážkové vodě ve vnikání do povrchových vrstev konstrukce. Jedná se opět o materiály jak na vodní, tak rozpouštědlové bázi. Předností impregnace je, že nemohou být mechanicky porušeny nebo abradovány. Jejich dlouhodobá účinnost je tedy obvykle vyšší než u standardních povrchových nátěrů.

**Nátěry** se provádí nanášením filmotvorného materiálu na podklad. Formulovány jsou na základě různých materiálových bází převážně organického původu. Nátěry kromě pojivové fáze a jemných plniv obsahují celou řadu dalších přísad, které ovlivňují jak jejich zpracovatelnost, tak výsledné vlastnosti.

Nátěry se používají jak k barevnému sjednocení vzhledu konstrukce, tak k vytvoření doplňkové ochranné bariéry, která má zamezit průniku nežádoucích kapalných nebo plyných složek pod povrch konstrukce. Obvykle nátěrový systém brání především průniku vody, případně oxidu uhličitého do krycích vrstev železobetonové konstrukce. Současně by nátěrový systém měl co nejméně omezovat difúzi vodní páry.

Nátěry dělíme na tenkovrstvé a tlustovrstvé.

Tenkovrstvý nátěr má obvykle tloušťku od 0,1 až 0,3 mm při spotřebě 200 až 400 g/m<sup>2</sup>. I tenkovrstvý nátěr se provádí obvykle ve dvou vrstvách. Obecně u všech nátěrových systémů platí, že pro jeho výsledné vlastnosti je lepší aplikovat více tenkých vrstev než se snažit v jednom pracovním kroku nanést větší množství materiálu.

Thlustostrvstvý nátěr má tloušťku obvykle od 0,3 do 1 mm. Tyto nátěrové systémy mají s ohledem na tloušťku lepší bariérové vlastnosti. Požadované parametry povrchových ochranných systémů jsou uvedeny v tabulce č. 23-2.

Součástí projektu sanace by vždy mělo být stanovení požadované tloušťky nátěrového systému a požadavek na následnou kontrolu této tloušťky spolu s přídržností k podkladu, případně vodotěsností. Ostatní parametry se obvykle zjišťují v rámci průkazních zkoušek.

### 23.2.5 Injektážní hmoty

Injektážní hmoty jsou používány pro vyplňování trhlin, pracovních spár a dutin v betonových resp. zděných konstrukcích s cílem obnovit jejich statické spolupůsobení nebo zabránit průniku vody či jiné kapaliny konstrukčním prvkem. Proto také rozdělujeme injektáže na tzv. silové a těsnicí.

Injektážní hmoty volíme na základě celého spektra dílčích jak technologických, tak výsledných fyzikálně mechanických vlastností. Injektážní hmota musí mít přiměřenou viskozitu, aby byla schopna pronikat trhlinami či pracovními spárami a potřebnou dobu zpracovatelnosti (tzv. otevřenou dobu). Po zatuhnutí pak by měla mít dobrou adhezi k injektovanému konstrukčnímu materiálu, přiměřenou pružnost a pevnost minimálně na úrovni injektovaného materiálu. Vlastnosti injektážních hmot se dokládají průkazními zkouškami. Injektážní hmoty obvykle členíme na:

- epoxidové,
- polyuretanové,
- cementové (mikrocementové).

Injektážní hmoty představují specifickou oblast sanačních materiálů a jejich užití je vždy třeba konzultovat se specialistou nebo specializovanou firmou, která bude injektáže provádět.

### 23.2.6 Nové materiály

Na trhu se objevuje celé spektrum materiálů se speciálními vlastnostmi, určenými ke specifickým účelům. Pouze jako příklad lze uvést rozpínavé malty, materiály pro krystalizační dotěšňování betonu, bobtnavé materiály pro dotěšňování pracovních spár, materiály se specifickou elektrickou vodivostí či nevodivostí, materiály se zvýšenou odolností vůči zvýšeným teplotám, materiály s mimořádně rychlým nárůstem počátečních pevností, materiály se zvýšenou korozní odolností atd.

O použití těchto materiálů rozhoduje projektant na základě informací v Technických listech těchto materiálů, doložených průkazními zkouškami a prokazatelnými referencemi. Zvláště pečlivě musí být u těchto materiálů prověřována jejich trvanlivost resp. dlouhodobá stabilita vlastností.

Dodavatel je při použití speciálních materiálů povinen seznámit své pracovníky s jejich vlastnostmi a správným postupem zpracování a aplikace. Ve zvláštních případech si projektant resp. investor může vymínit, aby pracovníci dodavatele byli speciálně proškoleni výrobcem či dodavatelem speciálního materiálu, případně aby zástupce dodavatele speciálního materiálu byl přítomen zhotovení referenčních ploch či samotné aplikace.

#### **Krystalizační prostředky pro obnovení vodotěsnosti betonu**

Použití speciálních materiálů je třeba pečlivě dokumentovat ve stavebním deníku. Technické listy těchto materiálů, provedená školení personálu i výsledky kontrolních zkoušek je třeba archivovat jako součást dokumentace skutečného provedení, případně další stavebně technické dokumentace. Použití speciálních materiálů při sanacích betonových a železobetonových konstrukcí a zděných konstrukcí je zcela přirozeným jevem, který je důsledkem průběžných technických inovací ve stavebnictví, jejichž cílem i výsledkem je zvýšení užitečných vlastností sanačního zásahu i jeho dlouhodobé funkčnosti.

Jedním z nových materiálů, používaných pro sanaci, avšak výhradně betonových konstrukcí, jsou tzv. krystalické, krystalizační či krystalizačně těsnicí materiály, které obsahují speciální přísady, které vytvářejí společně s vápenatými a hlinitými kationty krystalické komplexy, schopné utěsňovat pórový systém betonu.

Pokud jsou tyto látky nanесeny na povrch vlhkého betonu, jejich účinné složky reagují s přítomným hydroxidem vápenatým s dalšími složkami obsaženými v cementu nebo s jeho nehydratovanými či částečně hydratovanými složkami. Vznikající krystalické komplexy mají podobu husté sítě nerozpustných vláknitých krystalů, které prorůstají i do pórů, trhlin či dutin materiálu až do hloubky 500 mm. Šíří se rovněž proti hydrostatickému tlaku vody a uvádí se rychlost jejich průniku cca 2 mm za týden. Vzniklé krystaly se stávají integrální součástí

cementového pojiva a umožňují zcela eliminovat plošné či lokální průsaky vody v betonových konstrukcích, ať již nezhatnutými oblastmi, pracovními spárami či trhlinami. Aplikace těchto krystalizačních materiálů vyžaduje, aby beton, resp. jeho povrch byl vlhký. V případě nedostatku vody se růst krystalů zastaví, avšak po opětovném zvlhnutí betonu jejich růst pokračuje. Prostředky jsou použitelné jak pro sanaci průsaků v zatvrdlém betonu, tak i jako přísada do betonu čerstvého. Krystalizační prostředky výrazně zvyšují vodotěsnost betonu, ale jsou schopny dotěsnit beton i vůči průniku ropných látek (benzín, nafta, oleje apod.). Krystalické novotvary odolávají i trvale prostředí s hodnotami pH v širokém rozmezí od pH 3 do pH 12, což umožňuje chránit beton před účinky širokého spektra agresivních látek.

Jakmile jsou aktivní látky těsnicího krystalizačního prostředku přítomny v pórech, je možné povrchovou stěrkovou vrstvu odstranit, takže těsnicí účinek nemá povrchová stěrka, ale výhradně síť krystalů, která postupně vzniká uvnitř pórovitého systému betonu.

Účinnost krystalizačních prostředků nelze ověřit běžnými zkouškami vodotěsnosti např. podle ČSN 73 1321. Je třeba stanovit tzv. koeficient filtrace, který přesně charakterizuje schopnost pórovitého systému testované hmoty blokovat průnik kapaliny. Velmi jednoduše lze také prokázat účinnost krystalizačního dotěsnění betonu zkouškami povrchové nasáklivosti, avšak nikoliv s použitím vody, ale benzínem (viz příloha 3). Krystalizační prostředky nabízejí nejen možnost sanace průsaků u starších betonových konstrukcí, ale i principiálně nový přístup k návrhu vodotěsných konstrukcí bez rubových izolací (tzv. bílé vany).

## 23.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

Provádění technologických operací při sanaci inženýrských objektů musí být prováděno standardizovaným způsobem, který odpovídá cílům sanačního zásahu. Požadavky na rozsah a podrobnost technologických předpisů musí obsahovat projekt sanace. U rozsahem malých a technologicky jednoduchých sanačních akcí lze vycházet u jednotlivých technologických operací z popisu a parametrů uváděných v těchto Technických podnůtkách. U rozsáhlejších sanačních akcí a náročnějších technologických postupech zpracuje technologický předpis vybraný zhotovitel a odsouhlasí ho projektant a objednatel.

Technologický předpis musí obsahovat:

- soupis a popis jednotlivých pracovních operací,
- soupis použitých výrobků a lunot nezbytných pro realizaci technologické operace,
- soupis strojů a zařízení nezbytných pro realizaci technologické operace,
- způsob a rozsah kontroly technologického postupu.

### 23.3.1 Sanace betonových konstrukcí

Veškeré technologické postupy jsou pouze prostředky řady variantních sanačních strategií.

Obecně lze strategie tohoto typu rozdělit do tří oblastí:

- strategie zaměřené na předúpravu betonu a výztuže,
- strategie zaměřené na ochranu a opravy výztuže,
- strategie zaměřené na ochranu a opravy betonu.

Každé z těchto strategií lze přiřadit několik technologických postupů, kterými lze dosáhnout podobného efektu. Je vždy na projektantovi, resp. zhotoviteli, aby navrhl resp. použil takové technologické postupy, které v dané situaci pro danou konstrukci vedou k optimálnímu naplnění strategických cílů opravy.

#### 23.3.1.1 Předúprava betonu

Pojmem předúprava betonu a výztuže se rozumí především odstranění nesoudržných a neúnosných partií betonu, případně povrchových partií betonu, které jsou kontaminovány nežádoucími látkami, resp. odstranění korozních zplodin z výztuže. Cílem předúpravy betonu je tzv. "otevření" struktury betonu, tj. odhalit strukturu tak, aby mohlo dojít k dobrému zakotvení reprofilačních vrstev. "Otevření" povrchu betonu se nejsnáze identifikuje tak, že jsou vizuálně patrná na povrchu zrna drobného i hrubého kameniva včetně větších vzduchových pórů. Současně odhalený podklad musí být dostatečně únosný, což je obvykle charakterizováno odtrhými zkouškami, a to pevností v tlaku povrchových vrstev na úrovni 1,5 MPa.

Rozsah a intenzita předúpravy betonu i (výztuže) je třeba vždy pečlivě předepsat v projektu tak, aby nedošlo např. ke zbytečnému odstraňování (bourání) povrchových vrstev, které by nebylo účelné a pouze by zvyšovalo spotřebu správkových materiálů.

Tab. 23-3 Přehled zásad a metod předúpravy betonu a frekvence jejich použití

|       | Zásada a její definice                   | Typ metody                                                               | Frekvence použití |            |
|-------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|
|       |                                          |                                                                          | Časté             | Méně časté |
| Beton | Hrubé rozrušení a destrukce hmoty betonu | Rozrušování pomocí technologie VVP                                       |                   | x          |
|       |                                          | Rozrušování betonu pomocí expanzních směsí                               | x                 |            |
|       |                                          | Rozrušování betonu pomocí bouracích kladiv, klínů a hydraulických kleští | x                 |            |
|       | Jemné rozrušení a destrukce hmoty betonu | Rozrušování mechanické (lehká bourací kladiva)                           | x                 |            |
|       |                                          | Řezání diamantovými nástroji                                             | x                 |            |
|       |                                          | Rozrušování betonu rotačními nástroji (broušení)                         | x                 |            |
|       |                                          | Pneumatické pemrlování jehlovými pistolemi                               | x                 |            |
|       |                                          | Tryskání abrazivem (pískování)                                           | x                 |            |
|       |                                          | Brokování                                                                | x                 |            |
|       |                                          | Termický ohřev                                                           |                   | x          |
|       |                                          | Tryskání a řezání pomocí technologie VVP                                 | x                 |            |

VVP - vysokotlaký vodní paprsek

#### Mechanické odstraňování povrchových vrstev

K tomuto účelu se používá lehkých elektrických nebo lehkých pneumatických kladiv s hmotností max. do 4 kg. Nevýhodou tohoto postupu je, že je tzv. "nevýběrový" a je tedy kromě nesoudržného často odbouráván i kvalitní beton. Zvláště při necitlivé aplikaci může vyvolat dodatečné poškození konstrukce nebo vést k zbytečnému nárůstu spotřeby správkových malt. Současně však aplikace tohoto postupu je prakticky nezbytná u všech železobetonových konstrukcí. Mechanické bourání se musí prioritně zaměřit na beton podél prutů korodující výztuže. Odbourání v těchto oblastech by mělo být pokud možno provedeno tak, aby byl odhalen nejen čelní plášť výztužného prutu, ale i jeho zadní strana.

#### Vysokotlaký vodní paprsek

Vysokotlaký vodní paprsek je jednou z nejčastěji používaných technologií pro předúpravu betonu. Jeho předností je tzv. "výběrovost", tj. že odstraňuje prioritně zdegradovaný beton, naopak beton "zdravý" ponechává. Pro správné nasazení vysokotlakého vodního paprsku je důležité použití vhodné aparatury, jejíž pracovní tlak i výkon (spotřeba vody v l/min) je přiměřený použitému účelu. Samotný údaj o tlaku vodního paprsku není rozhodujícím parametrem pro posouzení jeho účinnosti. V žádném případě však za vysokotlaký vodní paprsek nelze vydávat aparatury s pracovním tlakem do 300 barů.

Pro plošné odstraňování zdegradovaného betonu je třeba používat tzv. rotační trysky, bodové trysky pouze pro čištění betonu podél prutů korodující výztuže. Vysokotlaký vodní paprsek se standardně také používá i k účinnému omytí předupraveného podkladu a jeho zbavení jemných prachových částic např. po mechanické předúpravě nebo pískování.

#### Pískování

Tradiční technologický postup, spočívající v atakování povrchu betonu abrazivem vnášeným proudem stlačeného vzduchu. Tímto abrazivem bývá především křemičitý písek ale i další speciální materiály jako např. upravená vysokopecní struska. Nevýhodou tradičního pískování je vysoká prašnost. Proto se vyvinuly technologické varianty tzv. mokrého pískování, kdy abrazivo je zvlhčeno, čímž je snížena prašnost tohoto procesu. Při jeho použití je třeba dbát na plnění bezpečnostních i hygienických norem. Po provedeném pískování je třeba vždy povrch omýt vysokotlakým vodním paprskem.

#### Brokování

Technologický postup, při němž ve speciální aparatuře jsou proti povrchu betonového prvku vrhány ocelové broky, odsáván vznikající prach a v uzavřeném cyklu broky opět vrhány proti povrchu. S ohledem na aparaturní náročnost se brokování používá především při předúpravě betonových podlah. Jen výjimečně je používáno pro



předúpravu svislých stěn. Účinně ho lze aplikovat pouze u plochých velkoplošných konstrukcí. Předností brokování je, že je schopno odstraňovat z povrchu betonového prvku i tlustší a houževnaté nátěrové systémy.

#### **Pneumatické pemrlování**

Jedná se o použití tzv. pneumatických jehlových pistolí, které byly v minulosti používány např. pro čištění krusť v kotlích. Ocelové jehly jsou v tomto případě vrhány proti přeupravovanému povrchu, který je tak intenzivně, avšak relativně citlivě narušován. Technologický postup je vhodný i pro odstraňování starších houževnatých nátěrových systémů.

#### **Frézování, broušení**

Technologické postupy závislé na speciálním aparaturním vybavení vhodné pro povrchovou předúpravu plochých, převážně vodorovných konstrukcí. Tento technologický postup je především používán k předúpravě betonových podlah. Pouze se značným rizikem ho lze použít při předúpravě vyztuženého betonu. Jakýkoliv vyčnívající prut výztuže může frézovací prvek resp. brusný kotouč zničit.

#### **Termický ohřev**

Technologický postup spočívá v šokovém ohřevu povrchových vrstev plynovými hořáky. V důsledku rozdílné roztažnosti zrn hrubého kameniva a cementového tmele dochází k jejich narušení, takže povrchové vrstvy se pak následně mechanicky snadno odstraní. Tento postup se v současné době používá pouze k odstraňování, resp. narušování starších houževnatých nátěrových systémů. K přímému odstraňování povrchových vrstev betonu se nepoužívá, a to jak z hlediska požárních tak i hygienických rizik.

#### **Chemická preparace povrchu**

Velmi účinně lze předupravit povrch betonu v tenké vrstvě a otevřít jeho strukturu aplikací např. zředěné kyseliny solné. Pět až desetiprocentní roztok kyseliny se aplikuje na povrch nástříkem, štětcem či válečkováním a nechá se působit cca 60 minut. Následně se povrch omýje neutralizačním roztokem a důkladně omýje. Odhalená struktura jemných i hrubých zrn kameniva unožňuje velmi dobře zakotvit povrchové vrstvy. Postup je v exteriéru obtížně akceptovatelný z hlediska ekologických požadavků a jeho rizikem jsou i bezpečnostní hlediska. Použít by ho bylo možné pouze v striktně kontrolovaných podmínkách s dobře proškoleným personálem, a to např. pro předúpravu prefabrikátů apod. V současnosti se tento postup prakticky nepoužívá.

#### **23.3.1.2 Předúprava výztuže**

Při požadavcích na předúpravu výztuže je třeba vzít v úvahu, že z elektrochemického hlediska by bylo vždy teoreticky nezbytné, aby výztuž v celém rozsahu měla stejnou kvalitu povrchu. Pouze lokální očištění některých partií může průběh elektrochemické koroze spíše zrychlovat. Vzhledem k tomu, že ve většině případů není z technických i finančních důvodů možné odhalit v konstrukci veškerou, byť i slabě korodující výztuž, je důkladné očištění výztuže důležitým, avšak nikoliv zásadním požadavkem.

V případě výztuže lze hovořit o dvou rovinách předúpravy, a to jednak odstranění nesoudržných korozních zplodin, kdy na výztuži zůstává jemný korozní povlak nebo očištění výztuže do tzv. stříbritého lesku na stupeň Sa 2 1/2. V řadě případů celoplošná předúprava do úrovně stříbritého lesku není možná.

Odkrytá betonářská výztuž musí být co nejdůkladněji v mezích daných možnostmi a požadavků projektu očištěna od korozních produktů a ihned ošetřena vhodným antikoročním nátěrem. Po provedené předúpravě výztuže by v žádném případě neměly být ponechány na povrchu nesoudržné korozní zplodiny.

Odkrytá předpínací výztuž musí být ošetřena výhradně postupy stanovenými pro konkrétní případ specializovaným projektantem a technologie a systém protikorozní ochrany předpínací výztuže musí být odsouhlaseny korozními specialistou. Předpínací výztuž je z korozního hlediska mimořádně citlivá a jakékoliv nekompetentní zásahy, podnikané byť v dobré víře, by mohly její korozní stav pouze zhoršit.

Pro předúpravu výztuže se používají prakticky shodné postupy jako pro předúpravu betonu, a to:

- čištění pomocí technologie vysokotlakého vodního paprsku obvykle s přidáním abraziva,
- čištění pískováním, tedy aplikací abraziva stlačeným vzduchem,
- pneumatické pemrlování,
- kartáčování mechanickými drátěnými kartáči.

Tab. 23-4 Přehled zásad a metod předúpravy výztuže a frekvence jejich použití

|        | Zásada a její definice | Typ metody                                                                   | Frekvence použití |            |
|--------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|
|        |                        |                                                                              | Časté             | Méně časté |
| Výztuž | Čištění výztuže        | Čištění stlačeným vzduchem s abrazivem (např. pískování)                     |                   | x          |
|        |                        | Čištění pomocí technologie vysokotlakého vodního paprsku s přidáním abraziva | x                 |            |
|        |                        | Pneumatické pemrlování jehlovými pistolemi                                   | x                 |            |
|        |                        | Kartáčování mechanickým drátěným kartáčem                                    | x                 |            |

### 23.3.1.3 Sanace výztuže

Koroze výztuže může být způsobena:

- rozběhem elektrochemické koroze výztuže v důsledku ztráty alkality krycí betonové vrstvy,
- rozběhem elektrochemické koroze v důsledku kontaminace okolí výztuže chloridovými ionty,
- přímým poškozením výztuže korozními činidly (např. kyselinami, louhy), které je typické především pro chemický průmysl,
- elektrickými bludnými proudy indukovanými ve výztuži z okolních elektrických vedení.

Uvedeným korozním mechanismům lze čelit těmito strategiemi:

- ochranou nebo obnovením pasivace výztuže,
- zvýšením elektrického odporu krycích vrstev betonu (snížením jejich vlhkosti),
- úpravou katodické oblasti,
- úpravou anodické oblasti,
- katodickou ochranou výztuže.

#### Ochrana nebo obnovení pasivace

Výztuž je standardně pasivována vysokou alkaliitou mladého betonu, která se pohybuje na úrovni pH 12,5 až 13,0. V důsledku karbonatace, tj. reakce oxidu uhličitého s hydroxidem vápenatým v betonu dochází k postupnému snižování alkality povrchových vrstev. V okamžiku, kdy alkalita klesne pod úroveň 9,6 dochází ke ztrátě pasivace a je vytvořena jedna z podmínek pro rozběh elektrochemické koroze. Cílem této strategie je tedy, aby krycí vrstvy betonu měly co největší tloušťku (přirozený proces karbonatace pak trvá mnohem déle) a aby náhradou staré, již zkarbonatované, případně jinak kontaminované krycí vrstvy za novou, byla vysoká alkalita v okolí výztuže opět obnovena. Neinvazivní přístupy počítají pak s realkalizací karbonatovaného betonu bez odstranění stávajících krycích vrstev, resp. s neinvazivním odstraněním chloridů s povrchových vrstev.

#### Zvětšení tloušťky krycí vrstvy výztuže dodatečně nanesenou správkovou maltou nebo betonem

Nově nanášená vrstva správkové malty se obvykle dimenzuje v takové tloušťce, aby byla splněna současná kritéria na tloušťku krycích vrstev a aby rozhraní betonu se sníženou alkaliitou v důsledku karbonatace se přiblížilo k výztuži po více než padesáti letech.

#### Náhrada kontaminovaného nebo karbonatovaného betonu

Současně s předchozím krokem se v rámci odstranění zkarbonatovaných či jinak kontaminovaných krycích vrstev betonu obnoví v důsledku aplikace nové správkové hmoty vysoká alkalita v okolí výztuže, kterou je výztuž dlouhodobě pasivována. Reprofilace tedy zajistí v okolí výztuže nejen opět vysokou alkaliitu, ale současně umožní zvětšit tloušťku krycích vrstev, a tak oddálit vznik podmínek pro rozběh elektrochemické koroze výztuže do vzdálené budoucnosti.



Tab. 23-5 Přehled zásad a metod ochrany a opravy výztuže a frekvence jejich použití (podle ČSN EN 1504-9)

| Zásada<br>č. | Zásada a její definice                | Typ metody                                                                                | Frekvence použití |               |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|
|              |                                       |                                                                                           | Časté             | Méně<br>časté |
| 1            | <i>Ochrana nebo obnovení pasivace</i> | Zvětšení tloušťky krycí vrstvy výztuže dodatečně nanesenou správkovou maltou nebo betonem | x                 |               |
|              |                                       | Náhrada kontaminovaného nebo karbonatovaného betonu                                       | x                 |               |
|              |                                       | Elektrochemická realkalizace karbonatovaného betonu                                       |                   | x             |
|              |                                       | Realkalizace karbonatovaného betonu difúzí                                                |                   | x             |
|              |                                       | Elektrochemické odstranění chloridu                                                       |                   | x             |
| 2            | <i>Zvýšení elektrického odporu</i>    | Omezení obsahu vlhkosti povrchovou ochranou, nátěry nebo zakrytím                         | x                 |               |
| 3            | <i>Úprava katodické oblasti</i>       | Omezení obsahu kyslíku (na katodě) impregnací nebo povrchovým povlakem                    |                   | x             |
| 4            | <i>Katodická ochrana</i>              | Aplikace elektrického potenciálu                                                          |                   | x             |
| 5            | <i>Úprava anodické oblasti</i>        | Nátěry výztuže látkami, obsahujícími aktivní pigmenty                                     | x                 |               |
|              |                                       | Nátěry výztuže bariérovými povlaky                                                        | x                 |               |
|              |                                       | Přidání inhibitorů                                                                        | x                 |               |

#### Elektrochemická realkalizace karbonatovaného betonu

Vzhledem k tomu, že kompletní mechanické odstraňování zkarbonatovaných krycích vrstev není vždy technicky ani finančně možné, používá se metoda, kdy na povrch betonu se připevní rohož z vodivých vláken, která je nasycena vodným alkalickým roztokem. K rohoži na jedné straně a k oslabené výztuži na straně druhé se připevní zdroj stejnosměrného proudu. Působením elektrického pole migrují ionty obsažené v alkalickém roztoku do zkarbonatovaného betonu ve směru od povrchu směrem k výztuži a zvyšují tak alkalitu betonu v jejím okolí. Metoda zatím byla použita spíše ojediněle, a to na vodorovném povrchu, např. mostovkách rekonstruovaných mostních objektů.

#### Realkalizace karbonatovaného betonu difúzí

Při tomto postupu se na povrch zkarbonatovaného betonu nanese alkalický roztok, který proniká směrem dovnitř difúzí vyvolanou gradientem koncentrací roztoku na povrchu a uvnitř konstrukce. Metoda je závislá na charakteru pórového systému betonu, který musí umožňovat dostatečně rychlou difúzi účinného roztoku krycími vrstvami nad výztuží. Účinnost metody je závislá na dispozici sanovaných konstrukčních prvků, hutnosti krycích vrstev, jejich vlhkosti i tloušťce.

#### Elektrochemické odstranění chloridů

Elektrochemické odstranění chloridů je možné u krycích vrstev mezi výztuží a povrchem, resp. v bezprostředním okolí výztuže. Extrakce chloridů z okolí výztužné oceli je založena na podobném elektrochemickém principu jako realkalizace. Rozdíl je pouze v tom, že v tomto případě může být použita varianta s externí anodou i externí katodou, případně varianta, kdy katodou je sama výztuž a pouze anoda je externí. Transport iontů tímto elektrochemickým postupem je významně závislý na vlhkosti betonu, na materiálu anody, na volbě externího elektrolytu a na použité proudové hustotě, pórové struktuře betonu, tloušťce krycí vrstvy a zejména na množství chloridů, kterými je povrchová vrstva kontaminována. Elektrolytem může být suspenze hydroxidu vápenatého

nebo běžná voda. Rizikem této metody může být skutečnost, že pokud jsou zdrojem chloridů posypové soli, tedy chlorid sodný, mohou uvolňované sodíkové ionty reagovat s reaktivním kamenivem a může docházet k tzv. alkalické reakci, jejímž důsledkem je následná postupná degradace betonu. Na základě dostupných zkušeností se uvádí, že v intervalu 10 až 50 dnů může být odstraněno 20 až 50 % původně přítomných chloridových iontů.

#### **Zvýšení odporu krycích vrstev betonu**

Koroze výztuže je v převážné většině případů elektrochemický proces, pro jehož vznik je nezbytná přítomnost elektrolytu, tj. pórového roztoku v betonu. Čím sušší je beton, tedy čím vyšší je odpor betonu, tedy nižší jeho elektrická vodivost, tím menší riziko vzniku elektrochemické koroze výztuže existuje. Obecně platí, že pro rozběh elektrochemické koroze výztuže musí být splněny dvě podmínky:

- nízká alkalita betonu v okolí výztuže (nižší než 9,6),
- nízký odpor betonu (vysoká vlhkost betonu v okolí výztuže).

V případě, že nejsme schopni v okolí výztuže obnovit alkalitu, např. odstraněním starých krycích vrstev a nahrazením novou reprofilací, nebo nejsme schopni tyto oblasti neinvazivně realkalizovat, je dalším možným opatřením provést takové zásahy, které sníží vlhkost v povrchových vrstvách betonu.

#### **Snížení vlhkosti betonu snížením relativní vlhkosti okolního vzduchu**

Vlhkost všech stavebních materiálů je závislá na relativní vlhkosti okolního prostředí, resp. na kontaminaci prvky dešťovými, případně sněhovými srážkami. Pokud to situace umožňuje, lze dosáhnout velmi účinného snížení vlhkosti betonu např. zvýšenou intenzitou přirozeného či umělého větrání nebo umělým odvlhčováním vzduchu. Tato opatření jsou nejnáze použitelná pouze v interiérových podmínkách.

#### **Snížení obsahu vlhkosti betonu zakrytím**

Omezení vstupu vlhkosti z dešťových nebo sněhových srážek můžeme velmi účinně zajistit zastřešením nebo oplechováním prvku samozřejmě za předpokladu, že jeho konfigurace toto opatření umožňuje realizovat. Podobnou variantou může být opláštění povrchu železobetonového prvku tak, aby mezi vnějším pláštěm a jeho povrchem docházelo k dostatečně účinnému provětrávání.

#### **Snížení obsahu vlhkosti v povrchové vrstvě nátěry**

Bariérové vodotěsné nátěrové systémy jsou po jistou dobu schopny účinně bránit vstupu v kapalně formě i ve formě vodní páry do konstrukce. Při návrhu tohoto opatření je však třeba vzít v úvahu, že životnost těchto nátěrů je omezená a z dlouhodobého hlediska by bylo nezbytné je tedy v pravidelných intervalech obměňovat.

Veškeré výše uvedené postupy musíme vždy volit tak, aby byly realisticky zhodnoceny všechny transportní cesty vlhkosti do prvku. Musí být zvažena i možnost kondenzace vzdušné vlhkosti, průnik zemní vlhkosti do železobetonového prvku, případně průnik porušeným odvodněním nebo dalšími mechanismy. Řešení by mělo vždy respektovat, aby z prvků vlhkost inohla přirozeným způsobem unikala.

#### **Úprava katodické oblasti**

Úprava katodické oblasti vyžaduje omezení přístupu kyslíku do všech potenciálních katodických oblastí až do té míry, že korozní články jsou utlumeny a koroze je zabráněno deaktivací katod.

Tohoto cíle lze dosáhnout impregnací nebo povrchovým povlakem, který však musí být zcela kompaktní a dlouhodobě účinný.

#### **Úprava anodické oblasti**

Vytvoření podnůnek, za kterých potenciálně anodické oblasti výztuže nejsou schopné zúčastnit se korozní reakce.

#### **Nátěry výztuže látkami obsahujícími aktivní pigmenty**

Aktivní pigmenty mohou působit jako anodické inhibitory. Jedná se o chemická činidla, která brání vytváření anodických oblastí na výztuži. Podobný účinek může mít i vytvoření galvanické reakce tzv. obětovaného kovu (obětovaná anoda).

#### **Nátěry výztuže bariérovými povlaky**

Izolace výztuže od okolního betonu nátěrem, který je elektrickým izolantem, má zabránit tomu, aby se kationty kovu uvolňovaly z oceli, rovněž má zabránit ukládání přichozích aniontů v těchto místech. Metoda může být účinná jedině pokud je ocel zcela čistá a povrchový nátěr celistvý. To znamená, že prut výztuže musí být kompletně zapouzdřen a povrchový povlak neporušen. Metoda se nemůže navrhovat, pokud není možné pokrýt celý obvod prutu výztuže. K těmto účelům se používají především epoxidové nátěry. Postup je však prakticky použitelný pouze u nové výztuže, resp. výztuže nově vkládané do prvku. Výztuž musí být předem naohýbaná, protože ohýbání povlakované výztuže vede k lokálním poruchám povlaku. Povlakování odkryté výztuže na

sanované výztuži je prakticky neproveditelné. Povlakování funguje pouze za předpokladu, že všechny pruty v poškozeném dílcí jsou kompaktně pokryty. Pokud budou položeny jen částečně, elektrické proudy v souvislosti s elektrochemickou korozi se budou soustřeďovat v nechráněné výztuži a budou zde vyvolávat korozní problémy.

#### **Aplikace inhibitorů do betonu impregnací nebo difúzí**

Inhibitory je možné nanášet ve formě povrchové úpravy nebo elektrochemickou cestou. Rovněž je možné přidávat do systému pro ochranu a opravy (do správkových malt a nátěrových systémů). Princip použití tzv. nůgrujících inhibitorů spočívá v nanášení roztoku na povrch sanované železobetonové konstrukce, který v sobě obsahuje inhibitory koroze rozpuštěné v polyalkoholech. Tyto látky mají mimořádnou schopnost penetrace a migrace k výztuži. Účinnost tohoto opatření se odhaduje na tři až pět let.

#### **Katodická ochrana výztuže**

Katodová ochrana výztuže vychází ze známých fyzikálních principů a je dlouhou dobu běžně používaná především při ochraně ocelových potrubních vedeních uložených v zemi. Katodickou ochranou se zabývá ČSN EN 12 696 "Katodická ochrana oceli v betonu". Katodická ochrana se zvláště používá tam, kde beton je kontaminován chloridy, případně tam, kde není ekonomické nebo vhodné odstranit beton, který je nenarušený, avšak chloridy kontaminovaný. Pokud je totiž beton kontaminován chloridy, způsobí tyto chloridové ionty depasivaci, která vede ke korozi za předpokladu, že současně má k výztuži přístup kyslík. Depasivaci a následnou korozi doprovází pokles potenciálu oceli v betonu. Při jeho nižších záporných či dokonce kladných hodnotách prudce roste rychlost rozpuštění železa a tedy dramaticky stoupá korozní rychlost. Naopak při potenciálu nižším (zápornějším) rychlost koroze klesá.

Cílem katodické ochrany je posunout potenciál oceli v betonu do oblastí, kde vznik koroze nebo pokračování šíření již vzniklé koroze jsou natolik potlačeny, že výskyt poruchy způsobené korozi je po dobu životnosti konstrukce nepravděpodobný.

U železobetonových konstrukcí se katodická ochrana realizuje polarizací výztuže vnějším proudem. Za tímto účelem se na povrch upevňují, natírají nebo pod povrch zabetonovávají anody, které se v případě ochrany vloženým proudem připojují na kladný pól zdroje. Při použití vloženého proudu je záporný pól zdroje připojen na ocelovou výztuž. Beton, resp. roztok v jeho pórech slouží jako elektrolyt, umožňující průchod proudu a s ním spojený pohyb iontů. Změna potenciálu oceli v betonu se monitoruje pomocí referenčních elektrod, zapuštěných do betonu nebo umístěných na jeho povrchu. Tyto elektrody se spolu s vhodným přístrojovým vybavením a propojením s výztuží používají ke sledování vývoje potenciálu oceli v betonu vůči referenčním elektrodám. Návrh i provedení katodické ochrany jsou náročné na teoretické znalosti, tak i technologické vybavení. Navrhovat, resp. realizovat ji může pouze specializovaný odborník resp. firma.

#### **23.3.1.4 Sanace betonu**

Porušení betonu může být vyvoláno celou řadou mechanismů, ať již fyzikálních, chemických či mechanických. Většinou se jedná o kombinaci účinků. Na beton, resp. jeho povrchové oblasti velmi negativně působí také korodující výztuž, a to tlaky, resp. tahy vyvolávané korozními zplodinami, které vznikají při elektrochemické korozi výztuže. Tyto korozní zplodiny mají výrazně větší objem než přírodní kov (o několik set procent) a v důsledku toho u železobetonových konstrukcí s korodující výztuží dochází k postupnému oddělování krycích vrstev. Naopak degradace povrchových vrstev betonu a trhliny v betonu významně ovlivňují stav výztuže, resp. nebezpečí vzniku její elektrochemické koroze. Degradace a ztráta alkality povrchových vrstev vyvolává depasivaci výztuže, průnik vlhkosti povrchovými vrstvami a trhlinami vytváří dostatek pórového roztoku, který funguje jako elektrolyt a opět elektrochemickou korozi urychluje. I když formálně jsou technologické postupy pro opravy betonu a výztuže pro přehlednost uvedeny samostatně je zřejmé, že opravu betonu a výztuže nelze vzájemně oddělovat.

Nejčastějšími degradačními mechanismy jsou:

- mrazové namáhání betonu,
- namáhání betonu cyklickými změnami vlhkosti,
- chemická koroze betonu,
- koroze v důsledku působení mikrofauny a mikroflóry na beton,
- mechanické narušení nebo opotřebení betonu,
- působení vysokých teplot (požár),
- vznik technologických a statických trhlin.

Uvedeným korozními mechanismy lze čelit dále uvedenými strategiemi, ochranou betonu proti vnikání vody a agresivních látek do povrchových vrstev, obnovou betonu, zesílením konstrukce, injektáží trhlin...

### **Ochrana povrchu betonu proti vnikání vody a agresivních látek**

Beton je porézní stavební materiál, u kterého jsou všechny korozní procesy vyvolány agresivními látkami v plynné nebo kapalně formě, které pronikají skrz kapilární systém pórů. Schopnost betonu odolávat účinkům okolního prostředí závisí v rozhodující míře na nepropustnosti povrchových vrstev betonu. Nejvýhodnější je proto hutný, málo propustný beton. V případě, že se tak nestalo, nebo je tato ochrana s ohledem na agresivitu prostředí nepostačující, vyžaduje povrch betonu sekundární ochranu povrchovou úpravou.

Povrchová úprava musí být trvanlivá v alkalickém prostředí betonu, odolná vůči klimatickým podmínkám a UV záření. V zásadě se rozlišují dvě metody povrchové úpravy betonu:

- impregnace, při níž impregnační materiál pronikne do povrchových vrstev betonu a nevytváří měřitelnou vrstvu na jeho povrchu,
- nátěr, kterým se vytvoří souvislý film na povrchu betonu.

Při impregnaci na rozdíl od nátěrů je impregnační látka uvnitř betonu chráněna před přímými účinky ovzduší, mechanického poškození a ultrafialového záření. Vzhledem k uvedeným skutečnostem je životnost impregnace větší než životnost nátěrů.

Nátěry vytvářejí na povrchu betonu různé tlusté vrstvy přibližně od 100  $\mu\text{m}$  výše. Při posouzení funkčnosti nátěrů se zohledňuje především bariérová účinnost a životnost nátěru.

Příprava i nanášení povrchových ochranných systémů se provádí přesně podle pokynů výrobce, které jsou uvedeny v příslušných technologických předpisech nebo technických listech. Technologický předpis musí zejména obsahovat:

- charakterizaci požadovaného podkladu pod nátěr, jak co do hutnosti, rovinnosti, tak vlhkosti,
- teplotní rozmezí, ve kterém lze nátěr aplikovat včetně minimální teploty podkladní vrstvy,
- informace o tzv. otevřené době, tj. časovém intervalu, ve kterém lze nátěr bez obtíží aplikovat (v závislosti na vnější teplotě),
- informaci, zdali je možné nátěr dořezávat, a to jakými rozpouštědly,
- způsob nanášení nátěru včetně požadovaných pomůcek a jejich přesné charakterizace,
- informace o minimální tloušťce nátěru,
- informace o maximální době jeho skladovatelnosti,
- informace o minimálních, resp. maximálních skladovacích teplotách.

Nátěrové hmoty musí být dodávány na stavbu v originálním balení, označené datem výroby, případně číslem výrobní šarže. Dodavatel je povinen na vyžádání objednatele skladovat prázdné obaly od nátěrů tak, aby bylo možné prokázat jejich skutečnou spotřebu.

V případě vícevrstevných nátěrů nepigmentovaných penetrací nebo hydrofobizací může zadavatel vyžadovat po předchozím odsouhlasení dodavatele nátěru na zhotoviteli částečné doplňkové pigmentování jednotlivých vrstev tak, aby bylo možné jednoduchým způsobem posoudit rovnoměrnost nanesení nátěru na určené ploše resp. požadovanou skladbu vrstev. Kontrola provádění povrchových ochranných vrstev musí být podrobena průběžné a důkladné kontrole kvality prací. Pro výslednou kvalitu povrchového ochranného systému má zásadní význam pečlivost provedení a dodržení všech technologických požadavků vyžadovaných v technologickém předpisu.

U rozsáhlejších povrchových úprav, resp. u úprav se specifickými vlastnostmi se doporučuje na počátku prací provést referenční plochy za přítomnosti investora, projektanta, zhotovitele, případně dodavatele nátěru a následně jejich vzhledové i fyzikálně mechanické vlastnosti odsouhlasit. Referenční plochy mohou být také využity pro objektivní stanovení optimální měrné spotřeby nátěrového systému. Spotřebu nátěru totiž výrazně ovlivňuje hutnost podkladních vrstev, kterou nelze v předstihu zcela objektivně posoudit. Pro hodnocení nátěrového systému je vždy rozhodující jeho tloušťka, uvedená v projektu sanace, nikoliv měrná spotřeba nátěrové hmoty. Je třeba upozornit, že u savých betonových podkladů může být výsledná tloušťka nátěrového systému i poloviční ve srovnání s hutným a nenásávkovým podkladem!

## **Obnova betonu**

Obnova betonu může být prováděna několika technologickými postupy:

- reprofilace maltovými vrstvami
  - dobetonování
- nanášenými ručně,
  - nanášenými strojně stříkáním,
  - přechováním,
  - dobetonování plného průřezu,
  - čerpání betonové směsi do bednění.

### **Nanášení reprofilační malty ručně**

Zpracování, nanášení a ošetřování správkových hmot se provádí přesně podle pokynů výrobce, uvedených v příslušných technologických předpisech. S tímto technologickým předpisem musí být seznámeni všichni zodpovědní pracovníci zhotovitele a přiměřeným způsobem i staveništní personál, provádějící sanační práce.

V technologickém předpisu musí být zejména uvedeno:

- postup přípravy (míchání) sanační správkové hmoty,
- délka míchání,
- tzv. otevřené časy pro zpracování správkové hmoty v závislosti na teplotě,
- vymezení, za jakých klimatických podmínek nelze se správkovou hmotou pracovat,
- nejnižší přípustná teplota vzduchu a podkladního betonu (obvykle se nepřipouští, aby teplota vzduchu a podkladu klesla pod +5 °C),
- požadavky na kvalitu podkladního betonu a jeho vlhkost,
- požadavky na ošetřování správkové hmoty (délka ošetření závisí na typu použitého pojiva i tloušťce vrstvy).

Dále musí být v technologickém předpisu přesně specifikovány podmínky ošetřování správkových hmot, a to zejména u správkových hmot obsahujících jakákoliv silikátová pojiva. Délka ošetření závisí na typu použitého pojiva i tloušťce nanesené vrstvy. Minimálně je nezbytné zabránit vysušení a podchlazení správkových hmot s pojivem na silikátové bázi po dobu 7 dnů.

Ruční aplikace spočívá ve standardním zednickém ručním nahazování, jehož kvalita je samozřejmě výrazně ovlivněna zkušeností a pečlivostí provádějícího pracovníka. Při ruční aplikaci správkových malt je třeba vzít v úvahu, že na tyto malty jsou kladeny výrazně vyšší požadavky na soudržnost s podkladem než tradičních interiérových či fasádních omítek. U tradičních omítek se požaduje soudržnost s podkladem na úrovni 0,1 resp. 0,2 MPa, zatímco u reprofilačních malt na úrovni v průměru 1,2 MPa a výše. Přitom je zřejmé, že soudržnost správkové malty s podkladem výrazně závisí kromě kvality předúpravy podkladu i na intenzitě zapracování správkové hmoty do podkladu. Zkoušky provedené s cílem odhalit vliv technologie aplikace na soudržnost prokázaly, že strojní aplikace správkové hmoty stříkáním dosahuje v průměru o 0,5 MPa vyšší soudržnosti s podkladem než technologie ručního nanášení při použití stejné správkové malty ve shodných podmínkách a na shodném podkladě. Naopak aplikace správkové malty pouhým natahováním vykazovala o cca 0,5 MPa nižší soudržnost než aplikace ručním nahazováním.

Tab. 3-6 Přehled zásad a metod ochrany a opravy betonu a frekvence jejich použití (dle ČSN EN 1504-9)

| Zásada<br>č. | Zásada a její definice                                                                                                                                          | Typ metody                                          | Frekvence použití |               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------|
|              |                                                                                                                                                                 |                                                     | Časté             | Méně<br>časté |
| 1            | <b>Ochrana proti vnikání</b><br>Omezení nebo zabránění průniku škodlivých činitelů (např. vody, jiných kapalin, páry, plynu, chemikálií a biologických látek).  | Impregnace                                          | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Povrchová ochrana                                   | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Místní bandážování trhlin                           | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Povrchové úpravy                                    | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Výplň trhlin                                        | x                 |               |
| 2            | <b>Ovlivňování vlhkosti</b><br><br>Nastavení a udržování obsahu vlhkosti v betonu v daných mezích                                                               | Impregnace                                          | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Povrchová ochrana                                   | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Stínění a opláštění                                 | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Elektrochemická ochrana                             |                   | x             |
| 3            | <b>Obnova betonu</b><br><br>Obnovení původního betonu prvku konstrukce do původně stanoveného tvaru a funkce. Obnovení betonové konstrukce náhradou její části. | Nanášení malty ručně                                | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Dobetonování                                        | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Nástrik betonu nebo malty                           | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Náhrada prvků                                       | x                 |               |
| 4            | <b>Zesílení konstrukce</b><br><br>Zvýšení nebo obnovení únosnosti prvku betonové konstrukce                                                                     | Přidání nebo náhrada zabudované nebo vnější výztuže | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Vlepování výztuže do otvorů v betonu                | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Vyztužení lepenými příločkami                       |                   | x             |
|              |                                                                                                                                                                 | Doplnění malty nebo betonu - reprofilace            | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Injektáž trhlin, dutin nebo mezer                   | x                 |               |
|              |                                                                                                                                                                 | Výplň trhlin, dutin nebo mezer                      |                   | x             |
|              |                                                                                                                                                                 | Dodatečné předpínání                                |                   | x             |

Ruční aplikaci správkových hmot stěrkováním lze proto použít zcela výjimečně s vědomím, že hodnoty soudržnosti s podkladem mohou být nižší než jsou obvyklé požadavky technických podmínek. Pokud se použije přesto ruční aplikace natahováním, je třeba preferovat použití zubových stěrek, které umožňují vtlačit správkovou hmotu do podkladu s vyšší intenzitou a zároveň vrstvu odvzdušnit. Při stěrkování totiž velmi často dochází k uzavření vzduchu na styčné spáře mezi stěrkou a podkladem. Zároveň tenkovrstvé stěrky jsou výrazně citlivější na ošetření, které musí být prováděno vzápětí po jejich zatuhnutí a se zvýšenou intenzitou.

### **Nanášení správkové hmoty strojně - stříkáním**

Při strojním nanášení správkových hmot lze použít dvě technologické varianty, a to tzv. suchý nástřik, tj. technologický postup, kdy je v trysce stříkacího zařízení odděleně dopravována suchá správková hmota a odděleně voda a směs je pak zvlhčována těsně před tryskou, nebo variantu tzv. mokrého nástřiku, kdy je správková hmota rozmísená ve vodě standardním míchacím zařízením a potrubím dopravována ke stříkací trysce.

Předností první varianty je možnost snadného přemístění prací. Proto se tato technologie preferuje především v oblasti sanací, kdy se většinou nejedná o časově souvislejší nástřiky rozsáhlejších ploch, ale naopak o práce přerušované finalizováním povrchu a dalšími technologickými operacemi. Nevýhodou tohoto postupu je, že je velmi závislý na zkušenosti pracovníka, který obsluhuje vlastní trysku a rozhoduje o množství záměsové vody, která je k suché směsi přidávána. Získat dostatek zkušeností v tomto směru je mimořádně náročné a možnost předchozího tréninku na "simulátoru" prakticky nulová. Nástřik musí být prováděn z optimální vzdálenosti 1 m až 1,5 m pokud možno kolmo ke stříkanému povrchu krouživým pohybem. Důležitým technologickým parametrem je tzv. odpad, tj. množství směsi, která se neuchytí na sanované ploše a odpadne, tj. dojde k její ztrátě. Tato směs v žádném případě nesmí být recyklována a zpětně používána pro nástřik. Míra odpadu se pohybuje v závislosti na řadě podmínek v rozmezí 15 až 30 %. U technologie suchého nástřiku má rozhodující význam průběžná kontrola kvality prostřednictvím nástřikaných kontrolních bloků. Jedná se o nástřik směsi do dřevěných forem o rozměrech 500 x 500 x 100 cm, které se umísťují obvykle pod úhlem 45° ke stěně a nástřikají se krouživým pohybem. Po zatvrdnutí se uloží do normových podmínek a následně se z nich vyřezou kontrolní tělesa. Již pouhý řez kontrolního bloku umožní získat informace o kvalitě nástřiku, a to posouzením homogenity řezné plochy. Pokud na ní nejsou prakticky patrné či jen neznatelně patrné jednotlivé vrstvy, jedná se o nástřik provedený kvalitně, v opačném případě jsou nejen zřetelné jednotlivé vrstvy nástřiku, ale velmi často se vyskytují i řezné ploše i zcela nesoudržná hnízda.

Technologie mokrého nástřiku se při sanačních pracích používá jen výjimečně vzhledem k tomu, že neumožňuje provádět častější odstávky, které jsou nutně spojeny s nezbytností čištění přívodních hadic, resp. potrubí. Účinněji lze proto použít pouze při velkoobjemových reprofilačních pracích, kdy v jednom pracovním cyklu se aplikuje několik desítek metrů krychlových betonu.

### **Dobetonování**

V řadě případů jsou železobetonové konstrukční prvky poškozeny tak, že reprofilace ať již ruční či strojní by nebyla racionální. V těchto případech je vhodné postižené oblasti (průrazy, hluboké kaverny, masivně rozpadlé prvky apod.) dobetonovat. V úvalu připadá celá řada technologických variant, závislá na dané konfiguraci prvku i objemu dobetonávek.

### **Pěchování**

Pěchování je metoda aplikace správkové hmoty nebo betonu, která má pouze zvlhlou konzistenci, vysokou thixotropicitu, a tedy prakticky nulovou rozlékavost. Mechanické pěchování umožňuje správkovou hmotu takovéto konzistence tlačit i do relativně malých poruch a účinněji zhutnit. Celý proces se provádí po vrstvách. Zhutňuje se obvykle pěchem z tvrdého dřeva. Velmi záleží na pečlivosti a důkladnosti provádění. Po dokončení je velmi důležité i takovéto malé oblasti přuněženou dobu ošetřovat.

### **Zalítí poruch ve vodorovných prvcích**

Vykazují-li betony na vodorovných plochách rozsáhlá povrchová poškození, může být hospodárnější a trvanlivější znovu obnovit celou narušenou část prvku. Přířez se tedy vybourá buď na celou tloušťku nebo na podstatnou část tloušťky prvku, porucha se vhodně ohraničí, očistí se odhalená výztuž a vzniklá prostora po případném zabednění se dobetonuje správkovou hmotou či betonem tekuté konzistence. Podstatným požadavkem při této jednoduché technologické operaci jsou požadavky na minimální smrštění správkové hmoty nebo betonové směsi. Je tedy třeba použít hmoty, u nich by mělo být garantováno smrštění na úrovni 0,4 mm/m či menší. S použitím zvláštních přísad lze i u standardních betonů dosáhnout výrazného snížení objemových změn, případně nastavit jeho rozpínání.

## **Čerpání do bednění**

V případě, že potřebujeme doplnit (dobetonovat) rozsáhlejší objemy materiálů u prvků svislých, resp. např. na spodních lících vodorovných konstrukčních prvků, je možné aplikovat tekutou správkovou maltu nebo betonovou směs tak, že se porucha uzavře vodotěsně bedněním, osadí se dvěma vstupy s ventily, přičemž na jeden se připojí hadice čerpacího zařízení, druhý slouží jako odvětrávací. Technologie je při správném provedení poměrně jednoduchá a velmi účinná. Velmi je však závislá na zkušenosti provádějících pracovníků a na jejich pečlivosti a dobrém materiálovém vybavení.

## **Zesílení konstrukce**

Velmi často je železobetonová konstrukce narušena degradačními účinky, které vyvolaly pokročilou korozi betonu i výztuže nebo byla v minulosti vystavena náhodnému přetížení ať již statickými nebo dynamickými účinky. Součástí sanačního zásahu pak musí být nezbytně i zesílení konstrukce nebo dílčích konstrukčních prvků, protože jenom tak je možné zachovat další plnou funkčnost konstrukce.

Na rozdíl od většiny předcházejících sanačních zásahů, jejichž cílem je zastavit korozi degradaci železobetonové konstrukce nebo prodloužit její životnost a které jsou navrhovány spíše intuitivně, musí při zesílení konstrukce být vždy provedeno statické posouzení, které by prokázalo jak statickou únosnost konstrukce před zesílením, tak po něm. U náročnějších nebo složitějších zesilovacích zásahů se doporučuje provést po provedení zesílení zatěžovací zkoušku, která by ověřila souhlas reálného chování zesílené konstrukce s výpočtem. Variant, jak mohou být různorodé železobetonové inženýrské konstrukce zesíleny, je velké množství. Velmi orientačně je lze rozdělit na postupy zesilující konstrukci:

- zvětšením průřezu,
- vnesením předpětí do konstrukce,
- změnou nosného systému.

Zvětšení únosnosti průřezu můžeme zajistit:

- zvětšením průřezu reprofilací (s výztuží i bez výztuže),
- dobetonováním (s výztuží i bez výztuže),
- výztuží lepenou na povrch nebo umístěnou do drážky,
- přidáním tuhé výztuže.

Důležitým předpokladem fungování zvětšeného průřezu je zabezpečení spolupůsobení nového materiálu a původního betonu. Ve výpočtu se musí zohlednit i skutečnost, že původní část prvku je pod vlivem zatížení ve stavu napětí, zatímco nová část betonu pouze tvrdne a podléhá objemovým změnám (smršťování, hydratačnímu smrštění).

## **Zesilování vodorovných ohybově namáhaných prvků**

U těchto konstrukčních prvků mohou být k zesílení využity tyto postupy:

- nadbetonování,
- přidání výztuže,
- zmenšení rozpětí,
- kombinace uvedených způsobů.

## **Zesilování nadbetonováním**

Pro nadbetonování se navrhuje alespoň taková třída betonu, jakou má původní deska, lépe však ještě o stupeň vyšší. Tloušťka nadbetonované vrstvy musí být nejméně 50 mm. Zesílení desek nadbetonováním může být provedeno:

- spolupůsobením nového a původního betonu (spolupůsobící deska),
- bez spolupůsobení (odlehčovací deska).

Pokud je zabezpečeno spolupůsobení nového a původního betonu, tloušťka desky při výpočtu představuje součet původní a nové desky. Tahová síla ve výztuži přechází prostřednictvím vodorovných sýnkových sil do tlačného betonu. Kritickým místem zesílené desky je spára na styku mezi novým a starým betonem. Její spolupůsobení lze zlepšit:

- zdrsněním povrchu původního betonu v kombinaci s adhezním můstkem,
- vložením ocelových trnů do předem vyvrtaných otvorů v původním betonu nebo svorníků vložených na celou tloušťku prvku a jejich stažením. Nadbetonovaná vrstva se obvykle vyztužuje svařovanými sítěmi.



Při použití systému odlehčovací desky odpadá problém spojení starého a nového betonu, není třeba odstraňovat povrchové vrstvy a osazovat trny nebo svorníky, čímž se dosáhne urychlení prací. Složitější je výpočet, kdy poměr únosností obou desek je velmi složitý. Uplatňuje se vliv smršťování, změny modulu pružnosti nového betonu dotvarováním a další okolnosti, které je třeba zohlednit. Tloušťka odlehčovací desky je vždy větší než tloušťka desky spřažené s původní konstrukcí.

### **Zesilování přidáním výztuže**

Vždy přidáváme výztuž k povrchu, kde je situována tažená zóna (podle průběhu ohybových momentů). Přidávaná výztuž musí spolupůsobit s betonem. Klasická měkká výztuž se může vkládat do vyfrézované drážky a vyplněním drážky materiálem zabezpečujícím soudržnost betonu a výztuže. Druhou možností je nalepení pásové výztuže (lamel) na beton dvousložkovým lepidlem. Lamely mohou být ocelové nebo uhlíkové. Předpokladem účinného spolupůsobení betonového podkladu, lepidla a lamel je dostatečná pevnost jednotlivých materiálů a vysoká přilnavost na styčných plochách. Na podkladový beton se kladou tyto požadavky:

- pevnost betonu v tlaku musí odpovídat minimálně třídě betonu B 15,
- průměrná pevnost v tahu povrchových vrstev musí být větší než 1,5 MPa,
- maximální vlhkost betonu musí být 4 %,
- teplota povrchu musí být v intervalu + 15 až + 35 °C,
- na lepené ploše betonu musí být obnažené vrcholky zrn kameniva o velikosti 8 mm.

Oddělení lamely od betonu před dosažením mezní únosnosti zabrání dodržení těchto požadavků:

- tloušťka ocelové lamely se musí v závislosti na třídě podkladního betonu pohybovat v intervalu od 15 do 15 mm,
- šířka lamely musí být menší než 200 mm,
- mezní poměrné přetvoření lamely musí být menší než 2 %,
- stupeň zesílení musí být menší než 2,0.

Manipulace s poměrně těžkými, málo ohybnými ocelovými pásy a nebezpečí koroze jsou hlavními nevýhodami ocelových zesilovacích lamel. Proto se v posledním období s převahou začínají používat lamely s vlákny z vyztuženého polymeru (FRP), nejvíce pak lamely vyztužené uhlíkovými vlákny (CFRP). Dosavadní mírnou nevýhodou uhlíkových lamel je jejich cena a přenos sil v jednom směru.

### **Zesilování zmenšením rozpětí**

V deskách se zkrácení rozpětí dosahuje vložením železobetonového nebo ocelového nosníku uprostřed rozpětí desky. Betonáž vloženého železobetonového nosníku se provádí skrz otvory v desce do přiloženého bednění s výztuží. Do otvoru se vkládají i ocelové trny na zlepšení spolupůsobení desky s novým nosníkem. Průřez není schopný přenést záporný ohybový moment a vznikne trhлина. I přesto dojde ke zmenšení mezípodporových a podporových momentů.

U nosníků se zmenšení rozpětí dosáhne vložením pevných nebo poddajných podpor. Nově vzniklé záporné podporové momenty a příčné síly, které vznikají nad vloženými podpěrami, nejsou vykryté výztuží. Vzniklé trhliny způsobují, že nosník nad podporou má charakter kloubového uložení.

### **Zesilování přidáním tuhé výztuže**

Tuhé válcové profily spolupůsobící se železobetonovým nosníkem nebo deskou mohou vlastní ohybovou tuhostí výrazně zvětšit jejich únosnost. Podmínkou je spolehlivé spolupůsobení, které se většinou zabezpečuje svorníky v kombinaci s adhezním můstkem mezi železobetonovým průřezem a přidáním ocelovým profilem.

### **Zesilování vnějším předpětím**

Vnější předpínací výztuž tvoří lana, kabely nebo tyče, které jsou osazené mimo betonový průřez. Při návrhu výztuže se vychází z předpokladu, že do konstrukce budou vneseny vnější síly předpětí. To znamená, že celá konstrukce je ve výpočtovém modelu zatížena dalšími vnějšími silami, a to v místě zakotvení silovým a ohybovým momentem od excentrické polohy kotev. S ohledem na množství kritérií a požadavků ovlivňujících návrh zesilování betonových konstrukcí vnesením předpětí proto tento způsob zesílení může navrhnout pouze zkušený statik, důkladně seznámený s reálným statickým schématem konstrukce i s metodikou návrhu předpjatých konstrukcí. V tomto směru je tedy tento zesilovací postup velmi náročný, v případě nekvalitního návrhu i riskantní. Výhodou techniky vnějšího předpětí je, že jeho části jsou snadno kontrolovatelné, opravitelné a vyměnitelné.

### 23.3.1.5 Injektáže

Injektáž je technologie, při které se do nepřístupných trhlin a dutin stavebního prvku vhlání injektážní otvory pod tlakem injektážní směs. Smyslem injektáže je vyplnění, spojení, zpevnění a utěsnění injektovaného materiálu.

Trhliny (poruchy které se nejčastěji injektují) vznikají přetížením konstrukce nebo kombinací silových a fyzikálních účinků. Podstatná část trhlin vzniká v době tuhnutí a tvrdnutí betonu od objemových změn, jako je tzv. hydratační smrštění a smrštění spojené s vysycháním betonu.

Z hlediska injektáže rozlišujeme mezi povrchovými trhlinami a trhlinami štěpnými:

- trhliny povrchové zasahují jen do krycí vrstvy betonu nad výztuží a končí na nosné či konstrukční výztuži,
- štěpné trhliny zasahují do hlubších podpovrchových partií průřezu nebo procházejí průřezem v celé tloušťce.

U trhlin dochází velmi často ke změně jejich šířky, která se může projevit:

- krátkodobě (např. v důsledku periodického pohyblivého zatížení),
- denně (např. v důsledku slunečního osvětlení nebo v závislosti na denním a nočním vývoji teplot,
- dlouhodobě (např. v důsledku ročního období a tomu odpovídajících klimatických podmínek).

K zaplňování trhlin přistupujeme, má-li být dosaženo jednoho nebo více z dále uvedených cílů:

- omezení nebo zabránění přístupu agresivních látek, vznikajících do stavebních dílů trhlinami,
- odstranění netěsnosti stavebních dílů, podmíněných trhlinami,
- spojení protilehlých okrajů trhliny tak, aby výplň přenášela tahové namáhání,
- spojení protilehlých okrajů trhliny, které umožňuje vzájemně omezený pohyb.

Dosažení jednoho nebo více výše uvedených cílů může být částečně nebo zcela znemožněno tím, že se do trhliny dostanou materiály poškozující beton nebo výplňový materiál snižující přilnavost k betonu. Stejný účinek má i vytvoření uhlíkatových výluhů v trhlíně.

Cílů uvedených v předchozím odstavci lze dosáhnout:

- samotížnou penetrací trhlin epoxidovou pryskyřicí (použitelné pouze na vodorovném podkladu),
- tlakovou injektáží epoxidovou pryskyřicí, která umožní silové namáhání trhlin,
- tlakovou injektáží polyuretanovou pryskyřicí s omezenou možností dilatace.

Výběr injektážních materiálů (epoxid/polyuretan) je velmi často podmíněn stavem vlhkosti trhliny, resp. jejích okrajů.

K provedení injektáže je třeba:

- vhodné injektážní zařízení,
- vytvoření injektážních bodů (plnicích hrdel) pomocí vrtaných resp. lepených injektážních přípravků („pakrů“),
- povrchové utěsnění trhliny v oblasti mimo plnicí hrdla.

Nezbytnou součástí injektáží je i kontrola kvality injektáže. Její rozsah a forma musí být součástí projektu nebo technologického postupu injektáže. Průkazná kontrola zainjektování je proveditelná pouze odběrem malých jádrových vývrtů o průměru cca 30 až 50 mm.

**Tabulka 23-7 Způsobu identifikace trhlin**

| Č.  | Znak                              |                   | Metoda zachycení / zkoušení                                                                             | Výsledek / dokumentace                                                                                                                           |
|-----|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | <b>Druh trhliny</b>               |                   | Vizuální prohlídka, případně odběr jádrového vývrtu Ø 50 mm                                             | Řešení podle definice                                                                                                                            |
| 2   | <b>Průběh trhliny</b>             |                   | Vizuální prohlídka                                                                                      | Zakreslení, případně paušální údaje (např. ohybová trhlina ve vzdálenostech ..... síťová trhlina s velikostí ok ...)                             |
| 3   | <b>Šířka trhliny</b>              |                   | Měřítka pro šířku trhliny, lupa na trhliny (přesnost 0,05 mm)                                           | Údaje s datem a místem měření u změn šířky trhlin dle řádků 4.1 a 4.2 i s udáním hodin a klimatických podmínek, případně teploty stavebního dílu |
| 4.1 | <b>Změny šířky trhlin</b>         | <i>krátkodobé</i> | Měření změny šířky, např. pomocí snímače pohybu                                                         | Nejzávažnější změny s uvedením data, hodin a klimatických podmínek                                                                               |
| 4.2 |                                   | <i>denní</i>      | Měření změny šířky, např. číslicovým úchylkoměrem, při sedání snímačem pohybu                           | Změny mezi naměřenými hodnotami ráno a večer v intervalu cca 12 hodin, s datem, klimatickými podmínkami a teplotou stavebních dílů               |
| 4.3 |                                   | <i>dlouhodobé</i> | Lepení značek (případně kalibrovaných), měření sedání                                                   | Změny ve stále delších časových intervalech (podle okolností i více měsíců) s uvedením data a klimatických podmínek, popř. teploty stav. dílu    |
| 5   | <b>Příčina vzniku trhlin</b>      |                   | Vizuální prohlídka, průzkum včetně podmínek výstavby, zhodnocení výsledků řádků 1 - 4, případně výpočty | Rozdíl podle definice, případně vyhodnocení pravděpodobnosti opětovného vzniku trhlin                                                            |
| 6   | <b>Stav trhlin /okrajů trhlin</b> |                   | Vizuální prohlídka, případně odběr jádrového vývrtu                                                     | Popis                                                                                                                                            |
| 7   | <b>Předcházející opatření</b>     |                   | Stavební deník, průzkumy                                                                                | Údaje o dřívějších opatřeních, např. o výplni trhlin                                                                                             |
| 8   | <b>Přístupnost</b>                |                   | Místní stanovení                                                                                        | Charakterizování poměrů (potřeba řešení atd.)                                                                                                    |

Před provádění injektážních prací je třeba vždy dokumentovat stav a rozsah trhlin, a to z hlediska:

- příčiny vzniku trhliny,
- polohy trhlin a jejich rozsahu,
- šířky trhlin,
- změny šířky trhlin v krátkodobé denní či dlouhodobé periodě,
- stav okrajů trhlin,
- informace o případných předchozích sanačních opatřeních,
- informace o přístupnosti konstrukce resp. trhlin z hlediska provádění injektáže.

Injektážní zařízení by mělo mít zejména tyto vlastnosti:

- jednoduchou obsluhu a možnost jednoduché kontroly funkčnosti,
- možnost regulace injektážního tlaku v celém pracovním rozsahu,
- malou poruchovost,
- jednoduché čištění a údržbu.

Rozhodnutí o způsobu a rozsahu injektážních prací by mělo vycházet ze vzájemné konzultace mezi projektantem sanace, zadavatelem i vybraným dodavatelem.

Dodavatel musí pečlivě zkontrolovat podmínky na stavbě a posoudit možnost provedení účinného zaplnění trhlin. V případě, že podmínky na stavbě nebo předpokládaný způsob provedení nezaručují dosažení výsledku, který byl stanoven, musí zadavateli neprodleně písemně sdělit své pochybnosti.

Dodavatel injektážních prací musí vždy pečovat o vhodnou likvidaci všech hmot, které se objeví jako odpad v průběhu prací a po jejich skončení a nemohou být recyklovány. V této souvislosti musí dodržovat veškerá platná zákonná ustanovení a o likvidaci hmot musí mít příslušné doklady (viz kap. 23.10.).

Injektážní práce smí provádět pouze pracovní čety, které mají potřebnou kvalifikaci, tj. jak potřebné zkušenosti, tak i proškolení. Doklady o odborném proškolení personálu i o referencích jsou nedílnou součástí nabídky injektážních prací.

Během provádění injektážních prací je bezpodmínečně nutná přítomnost vedoucího pracovní čety na pracovišti.

V průběhu prací musí dodavatel průběžně provádět záznamy o injektážních pracích a podle možnosti je doplnit fotografickými. Součástí záznamu je místo a rozsah prováděných injektáží, typ a objem spotřebovaných injektážních hmot, vlhkost a teplota v průběhu injektážních prací.

Po skončení prací vypracuje dodavatel injektážních prací závěrečnou zprávu, která musí obsahovat minimálně:

- přehled druhů použitých injektážních materiálů, jejich technické listy a jejich celkovou spotřebu,
- výsledky kontrolních zkoušek,
- přesně popsany používaný technologický postup,
- grafické znázornění zaplněných trhlin s uvedením data provedených prací,
- přehled klimatických podmínek v průběhu injektážních prací,
- zprávy o kontrole objednatele v průběhu injektážních prací,
- zvláštní okolnosti.

**Tabulka 23-8 Oblasti použití výplňových materiálů a druhů výplní**

| Cíl použití                               | Vlhkost trhlin/okraje trhlin |                                                 |                           |                    |
|-------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|
|                                           | suché                        | vlhké                                           | Trhliny, které vedou vodu |                    |
|                                           |                              |                                                 | "bez tlaku"               | "pod tlakem"       |
| <i>Uzavření</i>                           | EP-T<br>EP-I<br>PUR-I        | EP-T <sup>*</sup><br>EP-I <sup>*</sup><br>PUR-I | PUR-I                     | PUR-I <sup>*</sup> |
| <i>Utěsnění</i>                           | EP-I<br>PUR-I                | EP-I <sup>*</sup><br>PUR-I                      | PUR-I                     | PUR-I <sup>*</sup> |
| <i>Spojení trhlin namáhaných silou</i>    | EP-I                         | EP-I <sup>*</sup>                               | -                         | -                  |
| <i>Spojení trhlin s možností dilatace</i> | PUR-I                        | PUR-I                                           | PUR-I                     | PUR-I <sup>*</sup> |

EP-T penetrace epoxidovou pryskyřicí

EP-I injektáž epoxidovou pryskyřicí

PUR-I injektáž polyuretanovou pryskyřicí

<sup>\*</sup> za použití pryskyřic, speciálně vhodných pro tento účel

#### **Penetrace epoxidovou pryskyřicí (Beztlaková injektáž)**

K penetraci trhlin epoxidovou pryskyřicí se smí používat pouze za studena tvrdnoucí dvousložkové pryskyřice bez rozpouštědel a bez plniv, vhodné pro injektáž betonových konstrukcí. Šířka trhliny může být prakticky libovolná.

Je třeba si uvědomit, že penetraci lze zaplňovat zásadně pouze oblastí povrchových trhlin. Původní únosnost průřezu poškozeného trhlínami se proto obnoví jen částečně.

Epoxidová pryskyřice pro penetraci musí mít při předpokládaných teplotách použití velmi nízkou viskozitu, vysokou schopnost kapilární vzlinavosti a dostatečně dlouhou dobu zpracování, aby bylo dosaženo hloubkového účinku penetrace.

Trhliny musí být zaplněny minimálně do hloubky 5 mm, případně do patnáctinásobné šířky trhliny. Rozhodující je vyšší hodnota. Trhliny a zóny trhlin je třeba před penetrací očistit vhodnými metodami, minimálně ručně úzkými drátěnými kartáči nebo lépe „copánkovým“ drátěným kartáčem umístěným na úhlové brusce. Před vlastní penetrací je vhodné trhliny vysát, nejlépe průmyslovým vysavačem. V případě, že dosažená hloubka penetrace nedostačuje zamýšlenému účelu, musí se i povrchové trhliny injektovat tlakově. K dosažení potřebného stupně penetrace musí být v rozmezí doby zpracování výplňového materiálu závislé na teplotě stavebního objektu zajištěn dostatečný přívod materiálu k trhlíně. Je třeba pamatovat na možnost odvodu vzduchu z trhliny. Penetraci je proto třeba provádět postupně z jedné strany.

#### **Tlaková injektáž epoxidovou pryskyřicí k silovému zaplnění trhliny**

K injektáži epoxidovou pryskyřicí, vhodnou pro zaplnění trhlin namáhaných silou, smí být používány pouze za studena tvrdnoucí dvousložkové epoxidové pryskyřice bez rozpouštědel a plniv.

Práce se musí provádět podle odsouhlaseného technologického postupu. Injektáž se nesmí provádět při teplotách konstrukčních prvků nižších než +8 °C.

Pokud není dohodnuto jinak, je třeba trhliny zásadně ze všech stran utěsnit, osadit injektážními přípravky a injektovat.

Rozestup injektážních přípravků se v závislosti na použité technologii pohybuje od poloviny do celé tloušťky prvku. Svislé trhliny se injektují vždy od spodu nahoru.

Maximální pracovní tlak by měl být na úrovni jedné třetiny až jedné čtvrtiny tlakové pevnosti injektovaného betonu. Při injektáži používáme buď injektážní přípravky vkládané do předvrtaných otvorů, nebo injektážní přípravky lepené na povrch trhliny.

Po dokončení injektáže se odstraní injektážní přípravky i hmota uzavírající trhlinu v oblasti mezi injektážními přípravky a povrch konstrukce se v těchto oblastech opraví. Způsob této opravy je vždy třeba předem dohodnout.

protože dosažení identického stavu povrchu co do struktury a barevného ladění je jen obtížně možné. Na pohledových površích tedy vždy po injektáži zůstanou patrné stopy. Je tedy třeba počítat s následným použitím barevně sjednocujícího nátěru.

**Tabulka 23-9 Podmínky použití specifických materiálů pro penetraci EP-T**

| Č.  | Znak                              |                   | Podmínky použití        |
|-----|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1   | <i>Druh trhliny</i>               |                   | Pro oba druhy trhlin    |
| 2   | <i>Průběh trhliny</i>             |                   | Libovolný               |
| 3   | <i>Šířka trhliny</i>              |                   | Libovolná <sup>1)</sup> |
| 4.1 | <i>Změny šířek trhliny</i>        | <i>krátkodobé</i> | Žádné                   |
| 4.2 |                                   | <i>denní</i>      |                         |
| 4.3 |                                   | <i>dlouhodobé</i> |                         |
| 5   | <i>Příčiny vzniku trhlin</i>      |                   | Znamé                   |
| 6   | <i>Stav trhlin /okrajů trhlin</i> |                   | Standardní              |
| 7   | <i>Předcházející opatření</i>     |                   | Žádné podmínky          |

1) Technika penetrace je určena šířkou trhliny

**Tabulka 23-10 Podmínky použití specifických materiálů pro injektáž EP-T**

| Č.  | Znak                              |                   | Podmínky použití                                                   |
|-----|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1   | <i>Druh trhliny</i>               |                   | Pro oba druhy trhlin                                               |
| 2   | <i>Průběh trhliny</i>             |                   | Libovolný                                                          |
| 3   | <i>Šířka trhliny</i>              |                   | $w \geq 0,01 \text{ mm}^{1)}$                                      |
| 4.1 | <i>Změny šířek trhliny</i>        | <i>krátkodobé</i> | $\Delta w \leq 0,1 w$ , případně<br>$\Delta w \leq 0,3 \text{ mm}$ |
| 4.2 |                                   | <i>denní</i>      | závislé na vývoji pevnosti EP <sup>2)</sup>                        |
| 4.3 |                                   | <i>dlouhodobé</i> | Libovolné                                                          |
| 5   | <i>Příčiny vzniku trhlin</i>      |                   | Znamé, neopakující se                                              |
| 6   | <i>Stav trhlin /okrajů trhlin</i> |                   | Standardní                                                         |
| 7   | <i>Předcházející opatření</i>     |                   | Nebyly provedena ještě žádná výplň                                 |

1) Aktuální hodnota v podstatných oblastech průběhu trhliny

2) Žádné omezení, pokud je pevnost = 3,0 MPa v rozmezí 10 hodin

#### **Tlaková injektáž polyuretanem sloužící k utěsnění trhlin s možností jejich částečné dilatace**

Injektáž polyuretanovými pryskyřicemi je obvykle charakterizována jako těsnící. Umožňuje částečný pohyb trhlin, zároveň však nezajišťuje přenášení silových účinků.

Použitá injektážní polyuretanová pryskyřice musí mít dostatečnou adhezi k okrajům trhlin o libovolné vlhkosti a dostatečnou schopnost dilatace v trhlínách. Výplň nesmí při styku s vodou před nebo po průběhu reakce zkrhnout.

**Tabulka 23-11 Podmínky použití specifických materiálů PUR I**

| Č. | Znak                                                                          | Podmínky použití                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1  | Druh trhliny                                                                  | Pro oba druhy trhlin                 |
| 2  | Průběh trhliny                                                                | Libovolný                            |
| 3  | Šířka trhliny                                                                 | $w \geq 0,01 \text{ mm}^{1)}$        |
| 4  | Dilatace výplňového materiálu vytvrzeného v trhlíně pro libovolné změny šířky | Podle průkazní zkoušky <sup>2)</sup> |
| 5  | Příčina (ny) vzniku trhlin                                                    | Znamé                                |
| 6  | Stav trhlín /okrajů trhlín                                                    | Standardní                           |
| 7  | Předcházející opatření                                                        | Opakované zaplňování je možné        |

1) Aktuální hodnota v nejdůležitějších oblastech průběhu trhliny

2) Požadavek podle použití, min.  $\Delta w > 0,1 w$

Polyuretanová pryskyřice, určená k utěsnění trhlin z hlediska jejich vodotěsnosti, musí dále splňovat požadavky:

- velmi krátkou dobu reakce při styku s vodou,
- vytvoření pěny s velmi jemnými póry se značným zvětšením objemu.

Injektáž polyuretanovou pryskyřicí je třeba provádět bez povrchové ucpávky trhlin pomocí injektážních přípravků ve vyvrtaných otvorech.

Detailní ustanovení, kterými je třeba se řídit při provádění i kontrole injektážních prací jsou uvedeny v Technických podmínkách pro opravu trhlin v betonových konstrukcích, které vydal německý spolkový ministr pro dopravu pod označením „ZTV-RISS 93“, a který je k dispozici v českém překladu.<sup>1</sup>

### 23.3.2 Sanace zděných konstrukcí

Zděné konstrukce jsou především rozrušovány působením srážkové vody, která je vodou hladovou a demineralizovanou. Tato voda má schopnost rozpouštět vazné součásti vápenných vápenocementových i cementových zdicích malt. Pronikání vody, zejména pak vody srážkové zděnými konstrukcemi vede k postupné degradaci zdicí malty, ztrátě těsnosti zdiva, kompaktnosti zdiva a v případě staticky významněji namáhaných konstrukcí (klenby) i ke ztrátě předpětí a vzniku trhlin.

Kromě toho voda prosycuje jak zdicí maltu i zdicí prvky a pokud jsou exponovány v exteriéru, vyvolává postupně jejich mrazové porušení. Zejména v případě cihel a méně kvalitních kamenů (opuka, pískovec), tak postupně dochází k rozpadu zdicí malty i zdiva a k postupné ztrátě jeho kompaktnosti.

Velmi významným degradačním činitelem, který působí na zdivo, jsou účinky dynamické a mikrodynamické, tedy silové, mnohonásobně se opakující účinky především vyvolané okolní dopravou. Vzhledem k tomu, že pevnost zdiva v tahu je velmi malá či nulová, mohou tyto dlouhodobě působící dynamické účinky vést k postupnému rozvolnění zdiva a jeho porušení.

Poruchy vyvolané výše uvedenými degradačními mechanismy mají zprvu vliv pouze na vzhled zdiva, později dochází ke vzniku trhlin nebo lokálnímu drcení zdiva a v nejkritičtějších fázích může dojít k lokálnímu kolapsu, tj. vypadnutí dílčích partií zdiva.

<sup>1</sup> Vydala Správa silničního fondu České republiky, Čimická 319, 181 00 Praha 8 Zpracovatel Silniční vývoj Brno, Olomoucká 174, 627 00 Brno.



Sanace zděných konstrukcí vyžaduje, aby provedený stavebně technický průzkum identifikoval aktuální kvalitu zdicích materiálů (zdicí malty, zdicích prvků) a odhalil převažující příčiny vzniku existujících poruch.

Pouze na základě vyhodnocení stavebně technického průzkumu lze navrhnout odpovídající technologii sanace zdiva.

V případě, že se jedná o staticky náročnější inženýrský objekt, musí být součástí stavebně technického průzkumu i statický přepočet zděné konstrukce. Problémem věrohodného statického přepočtu narušené zděné konstrukce je však zahrnutí zjištěných imperfekcí (trhlín a dalších poruch) tak, aby výpočtový model věrohodně odrážel aktuální stav zděné konstrukce.

Sanace zděné konstrukce se obvykle provádí některými z dále uvedených metod:

- spárováním,
- injektováním zdiva,
- přezdíváním,
- plombováním,
- spínáním armaturou vloženou do spár a otvorů, spínáním železobetonovými prvky, spínáním ocelovými táhly,
- povrchová ochrana.

#### 23.3.2.1 Spárování

Spárování obvykle rozlišujeme jako povrchové (náhrada malty do hloubky cca 50 mm), resp. hloubkové. V obou případech se postupuje takto:

- odstranění rozrušené malty ze spár do zadané hloubky mechanicky (v kombinaci se stlačeným vzduchem) nebo vysokotlakým vodním paprskem,
- odstranění materiálu ze spár a jejich řádné provlhčení, případná aplikace adhezivního mostku,
- vyplnění spár cementovou maltou a jejich povrchová finalizace.

Maltu do spár lze vtláčet ručně v případě povrchového spárování a pomocí spárovací pistole s tlakem do 0,5 MPa při hloubkovém spárování.

Pro spárování zvláště staticky exponovaných objektů (např. kleneb) je třeba použít spárovací maltu, jejíž objemové změny v důsledku vysychání (smrštění) jsou menší než 0,4 mm/m. Jedná se o tzv. objemově kompenzovanou cementopolymerní maltu, která je schopná zdivo vodotěsně utěsnit a zabránit jeho výraznějšímu dotvarování.

#### 23.3.2.2 Injektování

Účelem injektování poniženého zdiva je zejména obnovení jeho původní pevnosti v tlaku. Injektážní suspenze musí vyplnit všechny vnitřní dutiny a trhliny ve zdivu (výplňová injektáž). Chceme-li zajistit odolnost vůči průsakování vody zdivem, mluvíme o těsnicí injektáži (např. za rubem kleneb).

Před zahájením injektáže je nutné zdivo přespárovat na hloubku nejméně 50 mm, aby nedošlo k výronům suspenze na povrchu zdiva.

Rozmístění a hloubka injektážních vrtů se stanoví v závislosti na výsledcích průzkumu (vodní tlaková zkouška) a na tom, zda se injektování může provádět z jedné nebo z obou stran.

Při jednostranném injektování se hloubka vrtů volí obvykle 2/3 tloušťky konstrukce, při oboustranném 1/3 tloušťky konstrukce.

Při plošném injektování se vrtý rozmístí šachovnicovitě po celé ploše povrchu. Vodorovná vzdálenost vrtů je od 0,5 do 2,0 m, svislá vzdálenost vodorovných řad je od 0,5 do 0,8 m.

Při pásovému injektování se vrtý rozmístí opět šachovnicovitě, avšak nikoliv po celé ploše, nýbrž ve svislých a vodorovných pásech, širokých asi 1,0 m, vzájemně osově vzdálených 3,0 až 4,0 m. Ve zdivu se vytvoří pravouhlý mříž (skelet) z injektovaného zdiva s vnitřními poli neinjektovaného zdiva. Tato metoda se používá velmi zřídka a přichází v úvahu pouze u méně namáhaných konstrukcí.

Dává se přednost aktivované maltě. Volba postupu při injektování (jednofázové nebo vícefázové – reinjektáž) a injektážních tlaků (postupně se zvyšujících) je závislá na použitém zařízení a stavu zdiva. U značně porušeného zdiva je nutné zpočátku volit velmi nízké tlaky. Zdivo se injektuje tlaky od 0,1 do 0,6 MPa.

Po zatvrdnutí injektážní směsi (minimálně po 28 dnech) se v kontrolních vrtech vodní tlakovou zkouškou ověří kvalita injektážních prací.



### **Mikroinjektování kamenného zdiva**

Touto metodou se injektují málo hutné a nasákové kameny (opuka, pískovec) u staveb památkově chráněných.

- Injektáž se provádí umělými pryskyřicemi nebo jejich směsí.
- Před injektáží se povrch zdiva utěsní. Injektážní tlak je 0,2 MPa.
- Injektování se ukončí, když nastane vzestup injektážního tlaku na manometru nebo když dojde k výromu směsi kdekoli na povrchu.
- Pro mikroinjektování velmi provlhlého zdiva se osvědčily malty obsahující speciální tzv. mikromleté cementy.

### **Sanace trhlin epoxidovými pryskyřicemi**

Při injektování zdiv je třeba dodržovat shodné principy jako při injektování betonu (viz kap. 23.3.1.5)

- Trhlina ve zdivu se sanuje injektáží jenom tehdy, je-li stabilizována.
- Nejvhodnějšími materiály pro sanaci trhlin jsou epoxidové pryskyřice.
- Trhliny ve zdivu užší než 1 mm se samují epoxidovými pryskyřicemi bez plnidel, pro širší trhliny je nutné použít epoxidové pryskyřice s plnidly.
- Teplota zdiva a okolního prostředí musí být nejméně + 10 °C.
- Sanace začíná očištěním povrchu zdiva, odstraněním uvolněných částí cihel, kamenů nebo malt a odsáním nečistot a zejména prachu z trhliny.
- Mastné skvrny se odstraní saponáty, nikoliv organickými rozpouštědly, zdivo se vysuší proudem vzduchu nebo nástřikem lihu a proudem vzduchu. K vysušování se nesmí použít žádný otevřený plamen.
- Není vhodné vrtat otvory pro osazení injektážních trubiček (prach se dostane do trhliny). Lepší způsob je připevnění trubičky na povrch zdiva v místě trhliny tmelem.
- Vzdálenost trubiček závisí na druhu použitého materiálu a na šířce trhliny – při šířce menší než 1 mm je 20 až 40 cm, při šířce 1 mm je 50 cm a při šířce větší než 1 mm je 60 až 100 cm. Po osazení injektážní přípravků se trhlina zatmčí.
- Směs pro injektování musí být dokonale zhomogenizována. Vždy se připraví jen takové množství, které lze zpracovat během 15 až 20 minut. Přesný postup se řídí pokyny výrobce injektážní směsi uvedené v Technickém listu.
- Plnidlem je křemičitá moučka s maximální velikostí zrna 0,1 mm v množství až 40 % hmotnosti pryskyřice.

#### **23.3.2.3 Přezdívaní**

Jedná se o postup, kterým se opravují silně narušené oblasti s rozpadající se zdící maltou nebo zdíci prvky. V závislosti na statickém schématu konstrukce je třeba fixovat okolní nenarušené či méně narušené zdivo např. vyklínováním. Následuje postupné vybourání (odstranění) jednotlivých narušených zdících prvků a jejich postupná náhrada zdíci prvky novými.

V případě výměny celých řad je zdivo třeba ve vodorovném i svislém směru rozepřít tak, aby nedošlo k deformaci okolního zdiva.

Nově usazené zdící prvky se vyklínují a následně zaspárují cementovou maltou, jejíž smrštění bude menší než 0,4 mm/m. Po zatvrdnutí malty ve spárách, nejdříve však po sedni dnech, se klínky odstraní a spára se dospárjuje.

#### **23.3.2.4 Plombování**

Jedná se o postup, kdy do lokálně poškozených partií zdiva se místo náhrady původními zdíci prvky uloží betonová směs vhodné konzistence.

Do vybouraného prostoru, který se důkladně zbaví všech prachových částic a provlhčí se osadí krátké trny z betonářské výztuže s cílem zajistit spolupůsobení betonové plomby s okolním zdivem a následně se do prostoru uloží betonová směs buď pěchováním nebo zalitím zabetonovaného otvoru tekutou betonovou směsí.

Kvalita použitého betonu musí být minimálně na úrovni B 30/37. Beton musí obsahovat minimálně hrubé kamenivo frakce 16 - 22 mm. V žádném případě k těmto účelům nemohou být používány cementové potěry z tčzeného kameniva frakce 0-4 resp. 0-8 mm! Použitý beton musí být mrazuvzdorný (T 100). Smrštění betonu, doložené průkaznými zkouškami, musí být menší než 0,4 mm/m.

### 23.3.2.5 Spínání a stahování

U zdiva, u něhož nedochází k celoplošnému rozpadu zdíci malty ale současně je zřejmé, že koinpaktnost zdiva je snížena, se do prohloubených spár zdiva vkládá speciální nerezová výztuž přespárovaná speciální maltou. Tento postup umožňuje sanovat jak celkově rozvolněné zdivo, tak i trhliny ve zdivu.

Podobně se používá metoda tzv. „sešívání trhlín“, která spočívá ve vytvoření soustavy ocelových spon různé délky, osazených zpravidla kolmo přes trhlinu tak, aby spony mohly převzít tahové i smykové namáhání. Ocelové spony se zapouštějí na obou koncích do zdiva na různé hloubky, aby se jejich zakotvením nevytvořila jiná trhlina. Spony ve tvaru U se osazují do předvrtaných otvorů, nebo se do otvorů osadí nejprve kotvy z betonářské oceli a ty se navzájem spojí betonářskou výztuží, přivařenou ke kotvám.

Tuto běžnou ocelovou výztuž, fixovanou na povrchu zděné konstrukce, je třeba chránit vrstvou betonu nebo cementové omítky tak, aby byla zajištěna její dlouhodobá korozní stabilita.

Spojení části zděného objektu, porušeného trhlinou, lze provést železobetonovými hmoždinkami (sponami). Vyztužené plochy se osazují nebo betonují přes trhlinu do vysekaných drážek v lici zdiva a kotví se kotvami z betonářské oceli. Hmoždinky mají obvykle rybinovitý tvar o rozměrech 1000 x 350 x 100 mm. Vyztužují se betonářskou ocelí o průměru 10 až 12 mm.

Jinou možností je v místě trhlíny vysekat rýhu o potřebných rozměrech (hloubka až do 70 cm), která se klínovitě rozšiřuje směrem do zdiva. Na dno rýhy se osadí ocelové spony zakotvené do zdravého zdiva. Ocelové spony jsou z betonářské oceli o průměru 12 až 20 mm, osazují se na vzdálenost 20 až 30 cm od sebe a na hloubku 15 až 20 cm, případně se kotví. Stejným způsobem se osadí spony na stupeň lícního rozšíření a oboje se spojí třtiníčky umístěnými na vzdálenost 30 až 40 cm od sebe. Třtiníčky jsou rovněž z betonářské oceli o průměru 5 mm. Lic zdiva se pak postupně zabetonuje a prostor rýhy se vyplní betonem.

Jestliže je konstrukce rozdělena několika rovnoběžnými trhlínami (např. klenba rozdělena podélnými trhlínami na více úzkých klenb), lze s výhodou použít ocelová táhla, která se osadí do líce i na rub konstrukce klenby a přes válcovaný U profil se sešroubují. U klenb se obvykle horní táhlo protáhne otvorem vyvrtaným ve zdivu čelní zdi nad klenbou a dolní svorník se zapustí do rýhy vysekané ve zdivu v lici klenby. U profily se mohou zapustit do zdiva čelních věnců klenby. Součástí sanace je ochrana táhel, ručně či strojně aplikovanou cementopolymerní správkovou maltou.

Další způsob spojení zdiva porušeného podélnými trhlínami používá táhel procházejících vrstvy ve zdivu klenby. Při této metodě je zapotřebí provrtat klenbu podélnými vrty (od jednoho lícového věnce k druhému), do nich se zatáhnou svorníky. Ty se opět spojí na linci spojkami z válcovaných U profilů.

Místo měkké výztuže táhel lze použít i předpínací tyče nebo lana. Po předepnutí se trhliny a kanálky s výztuží zaujímají.

### 23.3.2.6 Povrchová ochrana

Povrchovou ochranu cihelného i kamenného zdiva je třeba navrhovat a provádět s největší opatrností. Každá povrchová ochrana ovlivňuje difúzi vlhkosti zdivem a může vytvářet větší či menší difúzní bariéru, která se může následně projevit zvýšenou citlivostí povrchových partií zdiva k degradaci či mrazovému porušování. Proto je použití bariérových nátěrů na bázi epoxidu a polyuretanů až na přesně zdůvodněné výjimky zakázáno. Povrchovou ochranu zdiva lze provádět především vhodnými hydrofobizačními prostředky, jejichž použití k tomuto účelu je přesně specifikováno v Technickém listu výrobku a průkazním způsobem ověřeno prohlášením o shodě.

K povrchové ochraně zdiva by měly být využívány především takové materiálové systémy, s jejichž použitím jsou přiměřené zkušenosti. Ideální je, pokud povrchová ochrana cihelného či kamenného zdiva může být ověřena na referenční ploše, a to po dobu minimálně 12 měsíců. U povrchové ochrany zdiva musí být garantováno, že srovnávací tloušťka vzduchové vrstvy vůči vodní páře je menší než 0,3 m. Současně musí být ověřeno, že povrchová nasákavost takto ošetřeného povrchu podle ČSN 73 2578 bude  $V_{30} = 0,0 \text{ l/m}^2$ .

## 23.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY

### 23.4.1 Dodávka a skladování

Doprava a skladování výrobků a hmot musí být zabezpečena tak, aby nedošlo k jejich znehodnocení (zejména klimatickými srážkami a mrazem) a k jejich vzájemnému promíchání a znečištění.

Při dopravě a skladování se preferují výrobky umístěné na europaletách, fixované a částečně chráněné smrštitelnou plastovou fólií nebo opáskované. Hmoty a výrobky, které nejsou takto adjustovány, mohou být během automobilové a železniční dopravy znehodnoceny například v důsledku prudkého brždění a narážení vagónů při sestavování vlaků.

U hmot a výrobků, které musí být chráněny před povětrností, je třeba důsledně dbát na to, aby dopravní prostředky, zejména automobily byly opatřeny plachtami.

Vykládání musí probíhat mechanizovaně, nejlépe pomocí vysokozdvizného vozíku, případně mechanizované ruky na automobilu, posuvného čela na automobilu nebo jeřábu. Ruční vykládání zvyšuje riziko poškození zejména pytlovaných hmot.

Hmoty a výrobky by měly být přednostně umístěny v zakrytých skladech nebo zakrytých skladových přístřešcích, případně je lze chránit vhodnými plachtami. U plachet je třeba počítat s tím, že může na spodním lici docházet ke kondenzaci vlhkosti a v důsledku toho ke znehodnocování cementem pojených materiálů.

Pytlovaný cement a cementem pojené správkové zdíci a spárovací malty je třeba po složení z dopravního prostředku a uložení ve skladovací prostoru zbavit samosmrštitelné plastové folie. Pod touto fólií dochází ke kondenzaci vody a snižuje se doba skladovatelnosti výrobku.

Hmoty a výrobky musí být zřetelně označeny tak, aby nedošlo k jejich záměně. Každá dodávka se na základě dodacího listu zapisuje do stavebního deníku.

Pro prostý beton, železobeton, předpjatý beton, betonovou směs, injektážní maltu a výztuž měkkou i tvrdou platí příslušná ustanovení kapitol 17 a 18 TKP.

Pro zdivo, zdíci materiály a zdíci malty platí ČSN 73 2310 a ČSN 72 2430.

Obecně platí, že při skladování je třeba prioritně dodržovat požadavky výrobců uvedené v technických listech. Obzvlášť je to třeba respektovat u správkových a speciálních materiálů.

U těchto materiálů je třeba zejména kontrolovat jejich stáří ve vztahu k době skladovatelnosti. Výrobky s prošlou skladovatelností je možné zabudovat do konstrukce pouze na základě dodatečně provedených kontrolních zkoušek.

### 23.4.2 Průkazní zkoušky

Průkazní zkoušky dokládají vybrané vlastnosti dodávaných hmot, výrobků a systémů. Slouží k posouzení vhodnosti výrobků, hmoty nebo systému k danému sanačnímu účelu, resp. k porovnání s kvalitativními požadavky uvedenými v těchto technických podmínkách nebo v jiných technických normách. Průkazní zkoušky může provádět jenom akreditovaná zkušebna. Platnost provedené průkazní zkoušky je obvykle dva roky.

Další možností jak doložit kvalitu hmoty, výrobku nebo systému je doložení "prohlášení o shodě" včetně podkladů na jejichž základě je prohlášení o shodě vydáno. Prohlášení o shodě musí doložit, že průkazní zkoušky, provedené na hmotě, výrobku nebo systému odpovídají smluvním technickým požadavkům pro daný typ sanace.

Požadavky na průkazní zkoušky, tedy jejich typ a rozsah musí být obsahem projektové dokumentace sanace, a to zejména tehdy, kdy pro použité typy technologií nejsou k dispozici obecně závazné normy. V projektové dokumentaci se též uvede požadavek na rozsah oprávnění k provádění příslušných zkoušek, které budou požadovány na dodavateli průkazních zkoušek.

Rozsah průkazních zkoušek by měl být vždy přiměřený rozsahu a náročnosti sanačního zásahu. Neměly by být vyžadovány nadbytečné údaje, které pro výslednou kvalitu sanačního zásahu nejsou podstatné.

Rozhodující fyzikálně mechanické či jiné parametry by měly být prokázány:

- vždy v předstihu,
- akreditovanou zkušebnou s akreditovaným zkušebním postupem,
- stáří zkoušek by nemělo být delší než dva roky,

- v případě výstupů zahraničních laboratoří by měly být k dispozici originály či ověřené kopie zkušebních protokolů a jejich překlad do českého jazyka.

Na základě výsledků průkazních zkoušek resp. prohlášení o shodě a dalších náležitostí odsouhlasí autorský dozor a zodpovědný zástupce zadavatele vhodnost navržených hmot, výrobků a systémů k provedení sanace.

### **Referenční plochy**

Zvláště vhodným prostředkem pro prokázání vhodnosti hmoty, výrobku nebo systému, je provedení referenčních ploch. Tyto referenční plochy je třeba předepsat v projektu tak, aby mohly být zhotoveny v dostatečném předstihu a mohlo tedy dojít k vyzrání všech použitých hmot v době, kdy lze o použití jednotlivých typů hmot ještě rozhodnout.

V případech, kdy byly předchozím diagnostickým průzkumem zjištěny nižší hodnoty důležitých parametrů betonu opravované konstrukce, zejména pevnost v tahu povrchové vrstvy nebo nvažované pracovní spáry (a to i po odstranění jinak znehodnoceného betonu) nižší než 1,5 MPa nebo při použití nových nebo neodzkoušených technologií nebo vyžádá-li si to zadavatel, provádí se ověřovací pokládka (aplikace) hmoty pro ochrannou a opravy povrchových částí betonových konstrukcí na referenční ploše vždy.

Referenční plocha by měla být provedena pokud možno na sanované konstrukci, v případě že je to z provozních hledisek nemožné, alespoň na konstrukci s podobnými charakteristickými znaky jako je konstrukce opravovaná.

Aplikace hmot na referenční ploše se provádí za přítomnosti zástupce zadavatele a autorského dozoru podle existujícího technologického předpisu zhotovitele.

Na referenční ploše provede dohodnuté zkoušky autorizovaná fyzická nebo právnická osoba s příslušnou autorizací a předloží je projektantovi, resp. zadavateli k posouzení. Tyto výsledky společně s vizuálním hodnocením vzhledu a struktury referenční plochy umožňují velmi objektivně rozhodnout o vhodnosti dané hmoty, výrobku nebo systému v konkrétních provozních podmínkách.

Referenční plocha může současně zhotoviteli sloužit jako podklad pro ověření měrné spotřeby jednotlivých materiálů. Referenční plocha se provádí především u ochranných povrchových systémů, zejména nátěrů.

Referenční plocha slouží též k odsouhlasení kvality povrchových úprav mezi zadavatelem stavby a dodavatelem, zejména struktury povrchů, barevnosti a přípustných odchylek od rovnosti ploch a přímosti hran opravovaných konstrukcí.

### **Vlastnosti sanačních hmot při průkazních zkouškách**

Za vyhovující parametry, dosažené při průkazních zkouškách, lze považovat takové, jejichž hodnoty odpovídají požadavkům projektu, těchto technických podmínek nebo Evropských norem. U jednotlivých hmot, výrobků a systémů se může vyžadovat prokázání vlastností uvedených v tabulce 12 a 13.

U čerstvé malty lze ve zvláštních případech požadovat příkaz vlastností jako je zpracovatelnost, odhlučivost vody, rozínitelnost, obsah vzduchu v provzdušněné maltě, složení a přilnavost k podkladu. Tyto parametry mají však technologický charakter a nemají žádný bezprostřední vztah k výsledným garantovaným vlastnostem zatvrdlé malty.

U zdicích a spárovacích malt připravovaných na stavbě musí průkazní zkouška přesně specifikovat složení malty, typ a vlastnosti použitého cementu i typ a vlastnosti použitého kameniva. Výsledky zkoušky platí pouze za předpokladu, že k výrobě zdicí nebo spárovací malty na staveništi budou použity identické suroviny.

Tab. 23 – 12 Vlastnosti hmot pro sanace betonových konstrukcí

| <i>Druh hmoty</i>                 | <i>Vlastnost</i>                                               | <i>Zkušební předpis</i>                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>Adhezní můstky</i>             | <i>Doba zpracovatelnosti</i>                                   | <i>ČSN EN 12 189</i>                         |
|                                   | <i>Přídržnost k podkladu odtrhovou zkouškou</i>                | <i>ČSN EN 12 639</i>                         |
|                                   | <i>Soudržnost s vybranou správkovou hmotou</i>                 | <i>ČSN 73 2577, ČSN 72 2451, ČSN EN 1542</i> |
| <i>Správkové hmoty</i>            | <i>Pevnost v tlaku</i>                                         | <i>ČSN 72 2450, ČSN EN 12617</i>             |
|                                   | <i>Pevnost v tahu za ohybu</i>                                 |                                              |
|                                   | <i>Soudržnost s podkladem bez adhezního můstku</i>             | <i>ČSN 73 2577, ČSN 72 2451, ČSN EN 1542</i> |
|                                   | <i>Volné smrštění</i>                                          | <i>ČSN 72 2453, ČSN EN 12617-4*</i>          |
|                                   | <i>Sklon k tvorbě trhlin</i>                                   | <i>Příloha 3 TKP 23</i>                      |
|                                   | <i>Mrazuvzdornost</i>                                          | <i>ČSN 73 1321<br/>ČSN 73 1326</i>           |
|                                   | <i>Koeficient teplotní roztažnosti</i>                         | <i>ČSN EN 1770</i>                           |
|                                   | <i>Statický modul pružnosti</i>                                | <i>ČSN EN 73 1319, ČSN ISO 6784</i>          |
| <i>Povrchové ochranné systémy</i> | <i>Soudržnost s podkladem</i>                                  | <i>ČSN 73 2577, ČSN 72 2451, ČSN EN 1542</i> |
|                                   | <i>Difúzní odpor vůči H<sub>2</sub>O</i>                       | <i>ČSN 73 2580, ČSN EN 1015-19</i>           |
|                                   | <i>Difúzní odpor vůči CO<sub>2</sub></i>                       |                                              |
|                                   | <i>Povrchová vodotěsnost V 30</i>                              | <i>ČSN 73 2578, ČSN EN 13580*</i>            |
|                                   | <i>Schopnost překlenout trhliny</i>                            |                                              |
|                                   | <i>Odolnost vůči agresivním médiím</i>                         |                                              |
|                                   | <i>Odolnost vůči UV záření</i>                                 | <i>ČSN 67 3091, ASTM D 4587-91</i>           |
| <i>Injektážní hmoty</i>           | <i>Viskozita</i>                                               | <i>prEN 14068*<br/>prEN 14117*</i>           |
|                                   | <i>Doba zpracovatelnosti (otevřená doba)</i>                   |                                              |
|                                   | <i>Přídržnost k podkladu v závislosti na vlhkosti podkladu</i> |                                              |
|                                   | <i>Pevnost v tahu za ohybu</i>                                 |                                              |
|                                   | <i>Modul pružnosti</i>                                         |                                              |
|                                   | <i>Koeficient teplotní roztažnosti</i>                         |                                              |

Tab 23 – 13 Vlastnosti hmot pro sanace zdiva

| <i>Druh hmoty</i>       | <i>Vlastnost</i>                                               | <i>Zkušební předpis</i>         |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Kámen</b>            | <i>Petrografické složení</i>                                   | ČSN 72 1153                     |
|                         | <i>Měrná a objemová hmotnost, hutnost a pórovitost</i>         | ČSN EN 1936                     |
|                         | <i>Nasákavost</i>                                              | ČSN EN 13755                    |
|                         | <i>Mrazuvzdornost</i>                                          | ČSN EN 12371                    |
|                         | <i>Obrusnost podle Böhma</i>                                   | ČSN EN 14157                    |
|                         | <i>Odolnost proti vlivům povětrnosti</i>                       | ČSN 72 1159                     |
|                         | <i>Pevnost v tlaku</i>                                         | ČSN EN 1926                     |
|                         | <i>Pevnost v tahu za ohybu</i>                                 | ČSN 72 1164                     |
|                         | <i>Tvrdost podle Vickerse</i>                                  | ČSN 72 1167                     |
|                         | <i>Pevnost desek v tahu za ohybu</i>                           | (dříve ON 72 1161)              |
| <b>Cihly</b>            | <i>Vzhled a rozměry</i>                                        | ČSN 72 2602                     |
|                         | <i>Objemová hmotnost a nasákavost</i>                          | ČSN 72 2603                     |
|                         | <i>Mechanické vlastnosti</i>                                   | ČSN 72 2605                     |
|                         | <i>Mrazuvzdornost</i>                                          | ČSN EN 53 – 2                   |
|                         | <i>Výskyt cicvárů</i>                                          | ČSN 72 2607                     |
|                         | <i>Náchylnost ke tvorbě výkvětů</i>                            | ČSN 72 2608                     |
|                         | <i>Odolnost keramického střepu</i>                             | ČSN EN 14411                    |
| <b>Zdicí malty</b>      | <i>Pevnost v tlaku</i>                                         | ČSN 72 2449                     |
|                         | <i>Pevnost v tahu za ohybu</i>                                 | ČSN 72 2450                     |
|                         | <i>Objemová hmotnost</i>                                       | ČSN 72 2447                     |
|                         | <i>Objemová stálost</i>                                        | ČSN 72 2453                     |
|                         | <i>Mrazuvzdornost</i>                                          | ČSN 72 2453                     |
|                         | <i>Přidržnost k podkladu</i>                                   | ČSN 72 2451                     |
|                         | <i>Propustnost vůči vodním parám</i>                           | ČSN 72 2454                     |
| <b>Spárovací malty</b>  | <i>Stejně vlastnosti jako u zdicích malt</i>                   |                                 |
|                         | <i>Volné smrštění</i>                                          | ČSN 72 2453,<br>ČSN EN 12617-4* |
|                         | <i>Sklon k tvorbě trhlin</i>                                   | Příloha 3 TKP 23                |
|                         | <i>Statický modul pružnosti</i>                                | ČSN EN 73 1319,<br>ČSN ISO 6784 |
| <b>Injektážní hmoty</b> | <i>Doba zpracovatelnosti (otevřená doba)</i>                   | prEN 14068*<br>prEN 14117*      |
|                         | <i>Přidržnost k podkladu v závislosti na vlhkosti podkladu</i> |                                 |
|                         | <i>Pevnost v tahu za ohybu</i>                                 |                                 |
|                         | <i>Modul pružnosti</i>                                         |                                 |
|                         | <i>Koeficient teplotní roztažnosti</i>                         |                                 |

## 23. 5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

Kontrolní zkoušky a měření jsou zkoušky, jejichž cílem je průběžně ověřovat aktuální jakostní vlastnosti stavebních materiálů používaných při sanaci inženýrské konstrukce. Kontrolní zkoušky zajišťuje dodavatel.

Náklady na odběr vzorků, dopravu vzorků z místa odběru do zkušebny, zkoušení, měření, vyhotovení zpráv a protokolů včetně vypracování závěrečné souhrnné zprávy zhotovitele o jakosti jsou vždy obsaženy v nákladech na příslušné položky prací. Projektant, resp. zadavatel má právo určit místa zkoušek a jejich četnost.

Při provádění zkoušek resp. odběru vzorků musí být každé zkušební místo, resp. vzorek označen značkou, která zabrání záměně a zároveň je vždy proveden záznam o zhotovení (odběru) vzorku (zkušebního tělesa) s následujícími informacemi:

- původ vzorku (název stavby, název výrobce hmoty, lokalita zdroje hmoty),
- kdo vzorek odebral, jméno a podpis, datum a hodina odběru,
- komu je vzorek určen, adresa,
- hodnoty parametrů naměřených na čerstvém vzorku, pokud jsou při odběru zjišťovány (teplota, konzistence, objemová hmotnost, obsahu vzduchu apod.),
- vzhled a způsob balení vzorku.

Četností a druhy kontrolních zkoušek musí být součástí předem schváleného kontrolního plánu, který odsouhlasí autorský dozor a zodpovědný zástupce zadavatele. Minimální povinný rozsah jednotlivých kontrolních zkoušek zhotovitele je uveden v příložených tabulkách.

Tab. 23-14 Kontrola předúpravy povrchu

| Kontrola          | Zkouška                                        | Zkušební předpis           | Minimální četnosti                                                       |
|-------------------|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Předúprava betonu | Vizuální kontrola                              | -                          | Celoplošné                                                               |
|                   | Akustické trasování                            | -                          | Celoplošné                                                               |
|                   | Stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev   | ČSN 72 2451<br>ČSN EN 1542 | Min. 3 stanovení, na každých 100 m <sup>2</sup> povrchu další 3 zkoušky  |
|                   | Zkouška pevnosti v tlaku Schmidovým tvrdoměrem | ČSN 73 1373                | Min. 9 stanovení, na každých 100 m <sup>2</sup> povrchu další 16 zkoušek |

Provádění odběru vzorků, resp. konání kontrolních zkoušek musí zhotovitel oznámit pověřené osobě zadavatele (obvykle stavební dozor) nejpozději 48 hodin před jejich provedením. Zadavatel, resp. jím pověřený zástupce sdělí nejméně 24 hodin předem, že se hodlá zkoušky zúčastnit. Informace sdělované dodavatelem zadavateli o plánovaných zkouškách musí obsahovat minimálně:

- označení staveniště, kde bude zkouška prováděna a jména zodpovědného pracovníka zhotovitele na stavbě, který se bude zkoušky účastnit,
- čas počátku a předpokládaného konce prováděných prací,
- sdělení, podle jakého zkušebního postupu budou zkoušky nebo odběr vzorků prováděny.

Dodavatel musí umožnit zadavateli nebo jím pověřené osobě přístup na staveniště, do skladů i laboratoří, a to i v případě, že jsou zkoušky prováděny smluvními fyzickými nebo právníky osobami.

Tab. 23 – 15 Kontrola správkových hmot

| <i>Kontrola</i>        | <i>Zkouška</i>                 | <i>Zkušební předpis</i>    | <i>Minimální četnosti</i>                                               |
|------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Správkové hmoty</b> | <i>Pevnost v tahu za ohybu</i> | ČSN 72 2450                | 1 sada za den aplikace                                                  |
|                        | <i>Pevnost v tlaku</i>         | ČSN EN 12617               | 1 sada za den aplikace                                                  |
|                        | <i>Mrazuvzdornost</i>          | ČSN 73 1321                | 2 sady na akci a typ malty                                              |
|                        | <i>Stanovení soudržnosti</i>   | ČSN 72 2451<br>ČSN EN 1542 | Min. 3 stanovení, na každých 100 m <sup>2</sup> povrchu další 3 zkoušky |

Zadavatel je oprávněn kdykoliv v průběhu prací provést vlastní kontrolní zkoušky. V případě potvrzení pochybnosti objednatele o kvalitě výrobků, hmot nebo prací, uhradí náklady na provedení zkoušky dodavatel.

Kontrolní zkoušky prací, výrobků, hmot, složek směsí a systémů pro sanace inženýrských staveb může zajišťovat autorizovaná právnická nebo fyzická osoba pro oblast diagnostiky a zkušebnictví staveb, přičemž zkoušky musí být provedeny v akreditované zkušebně podle akreditovaného zkušebního postupu.

Výsledky kontrolních zkoušek předává dodavatel zadavateli neprodleně a průběžně. Celkové zhodnocení kontrolních zkoušek je součástí závěrečné zprávy o provedených kontrolách a zkouškách, jejich přílohou jsou také veškeré protokoly o výsledcích zkoušek.

Tab. 23-16 Kontrola povrchových ochranných systémů

| <i>Kontrola</i>                   | <i>Zkouška</i>                                              | <i>Zkušební předpis</i> | <i>Minimální četnosti</i>                                                                                                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Povrchové ochranné systémy</b> | <i>přidržitelnosti mřížkovou zkouškou</i>                   | ČSN ISO 2409            | Min. 3 stanovení, na každých 100 m <sup>2</sup> povrchu další 2 zkoušky                                                               |
|                                   | <i>přidržitelnosti odtrhovou zkouškou</i>                   | ČSN 73 2577             | Min. 3 stanovení, na každých 100 m <sup>2</sup> povrchu další 1 zkoušku                                                               |
|                                   | <i>Tloušťka vrstvy nátěru (nátěrového systému)</i>          | ČSN ISO 2808            | Min. 3 stanovení, na každých 100 m <sup>2</sup> povrchu další 3 zkoušky                                                               |
|                                   | <i>Vodotěsnost nátěru a tenkovrstvých povrchových úprav</i> | ČSN 73 2578             | Min. 1 stanovení, na každých 500 m <sup>2</sup> povrchu další 2 zkoušky                                                               |
|                                   | <i>Stanovení propustnosti oxidu uhličitého</i>              | *                       | Zkouška se provádí pouze v případě pochybnosti o difúzních vlastnostech aplikovaného materiálu, četnost 1 sada tří zkušebních těles   |
|                                   | <i>Stanovení propustnosti vodních par</i>                   | ČSN 73 2580             | - Zkouška se provádí pouze v případě pochybnosti o difúzních vlastnostech aplikovaného materiálu, četnost 1 sada tří zkušebních těles |

\* Různé zkušební postupy akreditované na vybraných pracovištích



Tab. 23-17 Kontrola zdiva

| <i>Kontrola</i> | <i>Zkouška</i>                                   | <i>Zkušební předpis</i>              | <i>Minimální četnosti</i> |
|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| <i>Zdivo</i>    | <i>vazba zdiva<br/>šířka spár</i>                | vizuálně                             | průběžně                  |
|                 | <i>zdicí prvky<br/>pevnost v tlaku</i>           | ČSN 73 1163<br>ČSN 72 2605           | 1 x za celou akci         |
|                 | <i>zdicí malta<br/>pevnost v tlaku</i>           | ČSN 72 2449                          | 1 x za celou akci         |
|                 | <i>spárovací malta<br/>sklon k tvorbě trhlin</i> | korýtková zkouška<br>(viz Příloha 3) | 2 x za celou akci         |
|                 | <i>povrchová úprava<br/>povrchová nasákavost</i> | ČSN 73 2578                          | 1 x za celou akci         |

Zpráva o kontrolách a zkouškách musí minimálně obsahovat:

- název, adresu zadavatele a dodavatele a další údaje o právnické nebo fyzické osobě, která prováděla kontrolní práce pro dodavatele,
- adresu nebo přesnou specifikaci umístění sanované konstrukce včetně stručného popisu provedeného sanačního zásahu,
- jména zodpovědných pracovníků dodavatele a souhrnné údaje o stavebním personálu,
- údaje o použitých správkových hmotách včetně technologických předpisů nebo odkazů na ně,
- soupis a charakterizace použitého strojního zařízení,
- stručný harmonogram provádění jednotlivých technologických operací včetně charakterizace klimatických podmínek,
- výsledky vlastních kontrolních zkoušek dodavatele včetně zkušebních protokolů,
- výsledky případných kontrolních zkoušek prováděných zadavatelem,
- datum, podpis, razítko právnické nebo fyzické osoby, provádějící kontrolní zkoušky pro zadavatele,

Typy a četnost kontrolních zkoušek pro jednotlivé druhy stavebních hmot, používaných při sanacích inženýrských konstrukcí jsou uvedeny v Tab. 14 až 16.

## 23.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY

Pro všechny konstrukce platí tolerance podle dokumentace nebo tolerance podle norem (ČSN 73 0202, ČSN 73 0205, ČSN 73 0210-1) nebo ustanovení těchto TKP.

Pokud tolerance pro některé konstrukce nejsou stanoveny, platí požadavky uvedené v TKP 18.

Přípustné odchylky, v případech kdy to neurčuje dokumentace, odsouhlasí stavební dozor.

Pro betonové a zděné konstrukce se stanovují vytyčovací odchylky podle ČSN 73 0205 s tř. přesnosti nejméně I0, pokud není v dokumentaci stanoveno jinak.

Pro mezní odchylky a místní nerovnosti povrchů rovinných ploch, pro celkové a místní přímosti hran a koutů u betonových a zděných konstrukcí platí ČSN 73 0205.

U hmot nanášených stříkáním určí přípustné tolerance stavební dozor za účasti autorského dozoru až po vyhodnocení referenční plochy.

Pro dosažení příznivého architektonického vzhledu různých částí sanovaných betonových konstrukcí se vyžaduje, aby opravený beton měl homogenní strukturu a zabarvení.

Záruční doby všeobecně stanoví kapitola 1 TKP. Po celou záruční dobu je třeba sledovat celkový stav objektu a jakákoliv zjištění zakládající důvod k zahájení reklamačního řízení musí být správcem bez zbytečného odkladu písemně oznámena dodavateli a investorovi.

## 23.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

Pro beton nevyztužený, vyztužený, předpjatý, betonovou směs a injektážní maltu platí příslušná ustanovení kap. 17 a 18 TKP.

Pro zdění za nízkých teplot platí ČSN 73 2310.

U ostatních sanačních hmot a ochranných nátěrů musí být klimatická omezení uvedena v technologickém předpisu, který zhotovitel předkládá zadavateli k odsouhlasení před započatím prací.

## 23.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ

**Odsouhlasení provedených prací** podle projektové dokumentace a dokumentace zhotovitele provádí stavební dozor na základě kontrolních zkoušek a měření.

Dodavatel je povinen včas vyzvat stavební dozor k odsouhlasení všech prací, které budou v dalším postupu zakryty nebo se stanou nepřístupnými nebo obtížně kontrolovatelnými. Jedná se především o odsouhlasení:

- referenčních ploch a závěrů z jejich provedení,
- povrchu upraveného pro aplikaci sanačního systému,
- povrchu výztuže před aplikací sanačního systému,
- jednotlivých vrstev izolačního souvrství,
- nanášení a pokládky jednotlivých sanačních vrstev,
- aplikace přídavné výztuže,
- úpravy styčných ploch pracovních spár,
- injektážního postupu,
- úpravy spár před obnovou spárování
- obnoveného spárování atd.

O výsledku odsouhlasení jednotlivých etap sanace provede stavební dozor zápis do stavebního deníku.

**Převzetí prací** provádí zadavatel na základě dokumentace skutečného provedení, kladném výsledku hlavní prohlídky a zprávy o průběhu stavby zpracované dodavatelem, která musí obsahovat:

- označení objektu,
- údaje o schválené dokumentaci a jejích změnách,
- přehled všech subdodavatelů a jejich činností,
- časový přehled prací,
- záznamy a odchylky, které vznikly v průběhu prací,
- přehled provedených kontrolních měření, zkoušek, odebraných vzorků a jejich vyhodnocení.

U mostů a objektů mostům podobných se musí před převzetím prací uskutečnit hlavní prohlídka podle předpisu ČD S5 Správa mostních objektů (pokud se dle tohoto předpisu vyžaduje).

U tunelů se musí před převzetím prací uskutečnit hlavní prohlídka podle předpisu ČD S6 Správa tunelů (pokud se dle tohoto předpisu vyžaduje).

V případě, že dokumentace stanovila provedení zatěžovací zkoušky nebo o ní bylo rozhodnuto během sanačních prací (v případě zesilování), musí být výsledek zatěžovací zkoušky znám před převzetím prací.

Nezbytnou podmínkou pro převzetí prací je předání dokumentace skutečného provedení. Tuto dokumentaci zajišťuje zhotovitel, podkladem pro její zpracování je původní schválená dokumentace se zakreslením všech změn a odchylek provedených během sanačních prací.

## 23.9 KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUNŮ A PŘETVOŘENÍ

Pokud podle dokumentace pro provedení sanačních prací bude na konstrukci sledována deformace, je nutné v dokumentaci označit místa osazení měřicích bodů. Dodavatel je povinen během výstavby tyto body osadit, udržovat a zajistit provedení požadovaných měření a výsledky předat stavebnímu doзору. Pokud byla dokumentací předepsána zatěžovací zkouška nebo další měření a zkoušky, je povinností dodavatele tyto zajistit.

## 23.10 EKOLOGIE

Při provádění sanačních prací je třeba dbát pokynů a ustanovení uvedených v kapitole 1 těchto TKP.

Při provádění sanací inženýrských objektů platí z hlediska ochrany přírody a životního prostředí stejná legislativa jako při provádění jakékoliv jiné stavby dráhy nebo stavby na dráze.

## 23.11 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA

Požadavky na bezpečnost práce a technických zařízení jakož i na požární ochranu obecně stanoví kapitola 1 TKP.

Pracovníci nesmí prodlévat v místech se zúženým příjezdným průřezem. Tato místa musí být označena podle předpisu ČD Op 16. Je-li nutné pracovat v těsných prostorech i na mostech a tunelech, musí být učiněna stejná opatření jako při práci za zhoršené viditelnosti.

U epoxidových, epoxicementových a polyuretanových vícesložkových materiálů není škodlivý výsledný produkt, ale jednotlivé složky ano. Při zasažení pokožky nebo očí je nutné vyhledat lékařskou pomoc. Obal s popisem materiálu je vhodné vzít sebou.

Základní informaci o rizikosti a zdravotním působení jednotlivých materiálů je jejich Bezpečnostní list, který by měl být součástí dokumentace poskytované výrobcem či prodejcem stavebních materiálů dodavateli sanace.

## 23.12 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY

Uvedené související normy a předpisy vycházejí z aktuálního stavu v době zpracování TKP, resp. jejich aktualizace. Uživatel TKP odpovídá za použití aktuální verze výchozích podkladů ve smyslu kap. 1.3 TKP, tj. právních předpisů, technických norem a předpisů a předpisů ČD.

### 23.12.1 Technické normy

|                    |                                                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN 72 1151        | Zkoušení přírodního stavebního kamene. Základní ustanovení                                              |
| ČSN 72 1152        | Odběr vzorků přírodního kamene                                                                          |
| ČSN 72 1153        | Petrografický rozbor přírodního kamene                                                                  |
| ČSN EN 1936        | Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení měrné a objemové hmotnosti a celkové otevřené pórovitosti |
| ČSN EN 13755       | Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení nasákavosti vodou za atmosférického tlaku                 |
| ČSN EN 12371       | Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení mrazuvzdornosti                                           |
| ČSN EN 14157       | Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení odolnosti proti obrusu                                    |
| ČSN 72 1159        | Stanovení odolnosti přírodního stavebního kamene proti vlivu povětrnosti                                |
| ČSN 72 1160        | Stanovenie alkalické rozpínivosti prírodného stavebného uhličitanového kameňa                           |
| ČSN 72 1162        | Stanovenie odolnosti prírodného stavebného kamene kameňa proti silicifikácii                            |
| ČSN EN 1926        | Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení pevnosti v tlaku                                          |
| ČSN 72 1164        | Stanovení pevnosti v tahu za ohybu přírodního kamene                                                    |
| ČSN 72 1165        | Stanovení statického modulu pružnosti v tlaku přírodního stavebního kamene                              |
| ČSN 72 1167        | Stanovení tvrdosti přírodního stavebního kamene podle Vickerse                                          |
| ČSN 72 1218        | Vápenec. Kusovitost. Dolomit.                                                                           |
| ČSN 72 1800        | Přírodní stavební kámen pro kamenické výrobky. Technické požadavky                                      |
| ČSN 72 1810        | Prvky z přírodního kamene pro stavební účely. Společná ustanovení                                       |
| ČSN 72 1860        | Kámen pro zdivo a stavební účely. Společná ustanovení                                                   |
| ČSN 72 2430-1 až 5 | Malty pro stavební účely. Část 1 až 5                                                                   |
| ČSN 72 2440        | Zkoušení malt a maltových směsí. Společná ustanovení.                                                   |

|               |                                                                                                      |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN 72 2441   | Zkouška zpracovatelnosti čerstvé malty                                                               |
| ČSN 72 2442   | Zkouška odlučnosti vody čerstvé malty                                                                |
| ČSN 72 2443   | Zkouška rozmísitelnosti čerstvé malty                                                                |
| ČSN 72 2444   | Zkouška obsahu vzduchu v provzdušené čerstvé maltě                                                   |
| ČSN 72 2445   | Rozbor čerstvé malty a maltové směsi                                                                 |
| ČSN 72 2446   | Zkouška přilnavosti čerstvé malty k podkladu                                                         |
| ČSN 72 2447   | Zkouška hmotnosti a pórovitosti malty                                                                |
| ČSN 72 2448   | Stanovení vlhkosti a nasákavosti malty                                                               |
| ČSN 72 2449   | Zkouška pevnosti malty v tlaku                                                                       |
| ČSN 72 2450   | Zkouška pevnosti malty v tahu za ohybu                                                               |
| ČSN 72 2451   | Zkouška přídržnosti malty k podkladu                                                                 |
| ČSN 72 2452   | Zkouška mrazuvzdornosti malty                                                                        |
| ČSN 72 2453   | Zkouška objemové stálosti malty                                                                      |
| ČSN 72 2454   | Zkouška propustnosti malty vůči vodním parám                                                         |
| ČSN 72 2600   | Cihlářské výrobky. Společná ustanovení                                                               |
| ČSN 72 2601   | Skúšanie tehliarskych výrobkov. Spoločné ustanovenia                                                 |
| ČSN 72 2602   | Skúšanie tehliarskych výrobkov. Zisťovanie vzhľadu a rozměrov                                        |
| ČSN 72 2603   | Skúšanie tehliarskych výrobkov. Stanovenie hmotnosti objemovej hmotnosti a nasákavosti               |
| ČSN 72 2605   | Skúšanie tehliarskych výrobkov. Stanovenie mechanických vlastností                                   |
| ČSN 72 2607   | Skúšanie tehliarskych výrobkov. Stanovenie výskytu cicvárov                                          |
| ČSN 72 2608   | Skúšanie tehliarskych výrobkov. Stanovenie náchylnosti na tvorbu výkvetov                            |
| ČSN 72 2609   | Cihlářské názvosloví                                                                                 |
| ČSN 72 2610   | Cihlářské prvky pro svislé konstrukce. Cihly plné CP.                                                |
| ČSN 72 2623   | Cihlářské výrobky pro různé zdivo. Společná ustanovení                                               |
| ČSN EN 14411  | Keramické obkladové prvky - Definice, klasifikace, charakteristiky a označování                      |
| ČSN 73 0202   | Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení                                                |
| ČSN 73 0205   | Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesnosti                                   |
| ČSN 73 0210-1 | Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení                       |
| ČSN 73 0210-2 | Geometrická přesnost ve výstavbě. Část 2: Přesnost monolitických betonových konstrukcí.              |
| ČSN 73 1313   | Stanovení obsahu vzduchu v provzdušené betonové směsi                                                |
| ČSN 73 1326   | Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek |
| ČSN 73 2061-1 | Zatěžovací zkoušky zdiva. Část 1: Všeobecná ustanovení                                               |
| ČSN EN 1052-1 | Zkušební metody pro zdivo - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku                                       |
| ČSN EN 1052-2 | Zkušební metody pro zdivo - Část 2: Stanovení pevnosti v tahu za ohybu                               |
| ČSN 73 2310   | Provádění zděných konstrukcí.                                                                        |
| ČSN 73 2401   | Provádění a kontrola konstrukcí z předpjatého betonu                                                 |
| ČSN 73 2520   | Drsnost povrchů stavebních konstrukcí                                                                |
| ČSN 73 2577   | Zkouška pružnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu                                  |
| ČSN 73 2578   | Zkouška vodotěsnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí                                          |
| ČSN 73 2579   | Zkouška mrazuvzdornosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí                                       |

|                        |                                                                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN 73 2580            | Zkouška prostupu vodních par povrchovou úpravou stavebních konstrukcí                                            |
| ČSN 73 2581            | Zkouška odolnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí proti náhlým teplotním změnám                           |
| ČSN 73 2582            | Zkouška otěruvzdornosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí                                                   |
| ČSN 73 6242            | Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací                                                   |
| ČSN EN 539-1(72 2682)  | Pálené střešní tašky pro skládané krytiny. Stanovení fyzikálních charakteristik. Část 1: Zkouška prosákavosti    |
| ČSN EN 539-2 (72 2682) | Pálené střešní tašky pro skládané krytiny. Stanovení fyzikálních charakteristik. Část 2: Zkouška mrazuvzdornosti |
| ČSN EN 12 696          | Katodická ochrana oceli v betonu                                                                                 |
| ČSN EN 1504            | Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí                                                     |
| ČSN EN 12350-7         | Zkoušení čerstvého betonu - Část 7: Obsah vzduchu - Tlakové metody                                               |

### **23.12.2 Předpisy**

|                          |                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------|
| ČD Op 16                 | Pravidla o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci |
| ČD S 5                   | Správa mostních objektů, republikovaný předpis    |
| ČD S 6                   | Správa tunelů                                     |
| Vyhláška č. 177/1995 Sb. | Stavební a technický řád drah, v platném znění    |

### **23.12.3 Související kapitoly TKP**

|             |                                                       |
|-------------|-------------------------------------------------------|
| Kapitola 1  | - Všeobecně                                           |
| Kapitola 17 | - Beton pro konstrukce                                |
| Kapitola 18 | - Betonové mosty a konstrukce                         |
| Kapitola 20 | - Tunely                                              |
| Kapitola 22 | - Izolace proti vodě                                  |
| Kapitola 24 | - Zvláštní zakládání                                  |
| Kapitola 25 | - Protikorozní ochrana úložných zařízení a konstrukcí |

## Příloha 1 Výklad pojmů

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Adhezní můstek</b>                                         | Speciální mezivrstva nanášená na beton původní konstrukce, zajišťující vyšší soudržnost mezi podkladním betonem a správkovou maltou.                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Adhezní lom</b>                                            | Lom na rozhraní dvou vrstev.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Alkáliové rozpínání<br/>(alkalická reakce)</b>             | Chemická reakce mezi alkáliemi (sodíkem a draslíkem) obsaženými v cementu s některými typy kameniv vyvolávající objemové změny betonu vedoucí ke vzniku trhlin a jeho postupnému porušení.                                                                                                                                                 |
| <b>Antikorozní ochrana<br/>výztuže</b>                        | Nátěr nebo nátěrový systém omezující přístup vody a kyslíku k výztuži.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Bariérové povlaky<br/>betonu nebo výztuže</b>              | Nátěry nebo nátěrové systémy omezující průnik plynů a kapalin k výztuži nebo povrchovým vrstvám betonu.                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Betonový podklad</b>                                       | Beton původní konstrukce, na který má být nanášen ochranný nebo opravný systém.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Předupravený betonový<br/>podklad</b>                      | Beton původní konstrukce očištěný a zbavený zdegradovaných vrstev, jehož pevnost v tahu povrchových vrstev je obvykle 1,5 MPa.                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Cementové malty<br/>a cementové betony</b>                 | Malty a betony vzniklé smísením hydraulického pojiva (obvykle cementu) s kamenivem vhodné zrnitosti, přísadami a příměsami, které po smíchání s vodou tvrdnou hydratační reakcí.                                                                                                                                                           |
| <b>Čerstvé na čerstvé</b>                                     | Nanášení správkové malty nebo betonu na předupravený betonový podklad opatřený vhodným adhezním můstkem, u něhož ještě nezapočalo tuhnutí.                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Dávka (šarže)</b>                                          | Objem sanačního materiálu vyrobený během jednoho pracovního cyklu, tj. v rámci jednoho navažovacího cyklu surovinových složek.                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Degradace</b>                                              | Postupné a trvalé narušování povrchových vrstev betonu. Konkrétní mechanismus degradace je třeba vždy co nej přesněji identifikovat diagnostickým průzkumem.                                                                                                                                                                               |
| <b>Difúzní ekvivalentní<br/>tloušťka vzduchové<br/>vrstvy</b> | Tloušťka vzduchové vrstvy v metrech, mající stejný difúzní odpor vůči průniku vodní páry nebo oxidu uhličitého jako hodnocený nátěr nebo nátěrový systém dané tloušťky. Slouží přehlednějšímu vyjádření bariérových schopností nátěru nebo nátěrového systému vůči vodní páře nebo oxidu uhličitému.                                       |
| <b>Dilatační spára</b>                                        | Spára oddělující jednotlivé konstrukční prvky nebo vrstvy, umožňující jejich nezávislou deformaci, délkovou změnu související s kolísáním teplot a deformací konstrukce od náhodného zatížení.                                                                                                                                             |
| <b>Doba zrání</b>                                             | Časový interval mezi okamžikem přípravy správkové malty a dosažením požadovaných fyzikálně mechanických vlastností.                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Dotvarování</b>                                            | Pružně plastická deformace tělesa v důsledku působení stálého a vlastního zatížení.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Elektrochemická koroze<br/>výztuže</b>                     | Proces, kdy v důsledku chemické či fyzikální nehomogenity výztuže resp. ochranné vrstvy dochází za přítomnosti elektrolytu (vody obsažené v pórovém systému betonu) k oxidačně redukčním reakcím a ke vzniku různě velikého elektrochemického článku s katodou a anodou, jehož důsledkem je korozní poškození (hmotnostní úbytek) výztuže. |
| <b>Epoxidové pryskyřice</b>                                   | Typ organického polymeru, který spolu s tvrdidlem a případně dalšími aditivy vytváří pojivo používané pro výrobu nátěrů lepidel, malt a betonů se specifickými fyzikálně mechanickými vlastnostmi (vysoká pevnost v tahu, vysoká adheze k betonovému podkladu, vysoká korozní odolnost).                                                   |
| <b>Hloubkové spárování</b>                                    | Náhrada inalty v ložných a styčných spárách zdiva do hloubky větší než 50 mm.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Hydrofobizace</b>                                          | Nátěr nebo nátěrový systém, který výrazně omezuje smáčitelnost ošetřeného povrchu vodou, a tedy průnik kapalin, zejména vody do pórového systému povrchových vrstev betonu. Současně hydrofobizace nemezuje difúzi vodní páry.                                                                                                             |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objemová hydrofobizace</b>                | Omezení smáčitelnosti pórového systému správkové hmoty v celém objemu použitím zvláštních přísad vmíchaných do suché směsi při její přípravě.                                                                                                                        |
| <b>Inhibitor koroze</b>                      | Chemická sloučenina, která je-li obsažena v malých koncentracích ve správkové hmotě, omezuje vznik elektrochemické koroze výztuže.                                                                                                                                   |
| <b>Injektáž</b>                              | Beztlakové či tlakové plnění spár trhlin pórového systému konstrukčních materiálů s cílem zajistit jejich vodotěsnost nebo silové působení.                                                                                                                          |
| <b>Karbonatace betonů</b>                    | Proces snižování alkality povrchových vrstev betonu v důsledku reakce hydroxidu vápenatého, vzdušného oxidu uhličitého a vody. Snižování alkality betonu karbonací pod úroveň $\text{pH} = 9,5$ vytváří podmínky pro vznik elektrochemické koroze výztuže.           |
| <b>Katoda</b>                                | Záporná elektroda, na které probíhá při elektrochemické korozi chemická redukce.                                                                                                                                                                                     |
| <b>Koroze výztuže</b>                        | Poškození ocelové výztuže v železobetonu chemickými procesy (přímým působením korozních médií) nebo vznikem elektrochemických článků.                                                                                                                                |
| <b>Krycí vrstvy (krytí)</b>                  | Vzdálenost mezi povrchem konstrukce a výztuží. Její tloušťka ve vazbě na rychlost karbonatace betonu rozhoduje o časovém intervalu, po který je výztuž chráněna před elektrochemickou korozí.                                                                        |
| <b>Nátěr</b>                                 | Souvislá ochrana nebo bariérová vrstva s obvyklou tloušťkou 100 až 500 $\mu\text{m}$ (0,1 až 0,5 mm).                                                                                                                                                                |
| <b>Obsah volných chloridů</b>                | Celkové množství chloridových iontů přítomných v betonu nebo maltě vyluhovatelných ve vodě. Chloridové ionty mohou být obsaženy jak v cementu tak v kamenivě nebo speciálních přísadách, zejména jsou však vnášeny do železobetonových konstrukcí posypovými solemi. |
| <b>Ochrana</b>                               | Opatření bránící vzniku poruch nebo omezující jejich rozvoj.                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Oprava</b>                                | Obnovení požadovaných užitných vlastností konstrukce s cílem zajistit její provozuschopnost.                                                                                                                                                                         |
| <b>Ošetřování</b>                            | Zajištění optimálních podmínek pro zrání ochranných a opravných systémů, zejména pak správkových malt na bázi cementového pojiva.                                                                                                                                    |
| <b>Otevřená doba</b>                         | Časový interval od přípravy vícetřížkových hmot, během kterého lze materiál bez obtíží zpracovat. Tento interval je výrazně závislý na klimatických podmínkách a měl by být uváděn v Technických listech výrobků.                                                    |
| <b>Pasivace</b>                              | Stav, při němž je díky alkalitě okolního prostředí zabráněno vzniku elektrochemické koroze oceli.                                                                                                                                                                    |
| <b>Pečetičí vrstva</b>                       | Penetrace z nízkoviskózní, obvykle epoxidové pryskyřice, zvyšující soudržnost izolačního systému k podkladní betonové konstrukci a bránící průniku vodních par do styčné spáry mezi povrchem konstrukce a izolací.                                                   |
| <b>Penetrace</b>                             | Nátěr neinertní tloušťky zabudovaný do pórového systému povrchových vrstev, tvořící souvislý film.                                                                                                                                                                   |
| <b>pH</b>                                    | Záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů v roztoku, vyjadřující jeho zásaditost resp. kyselost.                                                                                                                                                     |
| <b>Polymercementové malty a betony (PCC)</b> | Malty, u nichž základní pojivovou složku tvoří hydraulické pojivo (zejména cement), které jsou modifikovány přidáním polymeru s cílem zlepšit některé fyzikálně mechanické vlastnosti (přilnavost k podkladu, modul pružnosti).                                      |
| <b>Porucha</b>                               | Změna konstrukce proti jejímu původnímu stavu, která zhoršuje její spolehlivost nebo funkčnost.                                                                                                                                                                      |
| <b>Povrchové spárování</b>                   | Náhrada malty v ložných a styčných spárách zdiva do hloubky 50 mm.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Pracovní spára</b>                        | Kontaktní styk konstrukčních hmot, vznikající jako důsledek přemístění prací. V těchto oblastech je obvykle snížena soudržnost materiálů a dochází ke vzniku trhlin.                                                                                                 |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Provzdušnění</b>                             | Vnesení mikroskopických vzduchových pórů o průřezu 100 až 300 μm do pojivové fáze cementových malt a betonů pomocí speciálních přísad s cílem zajistit jejich mrazuvzdornost.                                                                                                                        |
| <b>Předúprava povrchu</b>                       | Technologická operace odstraňující degradované povrchové vrstvy se sníženou hutností, zkarbonatované, prosycené nežádoucími inédií a se sníženou pevností v tahu.                                                                                                                                    |
| <b>Přidrżnost</b>                               | Odolnost proti oddělení dvou nebo více materiálů namáhaných tahem.                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Příměsi</b>                                  | Jemně mleté anorganické materiály inertní či hydraulicky aktivní, umožňující zlepšení některých vlastností správkových malt a betonů.                                                                                                                                                                |
| <b>Přísady</b>                                  | Chemické sloučeniny přidávané do správkových malt a betonů v množství do 5 % z hmotnosti cementu s cílem modifikovat jeho vlastnosti.                                                                                                                                                                |
| <b>Reprofilace povrchu</b>                      | Nanášení stěrky, správkové malty nebo betonu s cílem obnovit původní tvar konstrukčního prvku, zvětšit tloušťku krycí vrstvy nebo vytvořit hutný podklad pro povrchový ochranný systém.                                                                                                              |
| <b>Sanace betonu</b>                            | Komplexní proces ochrany a opravy betonové resp. železobetonové konstrukce.                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Sanační systém (systém ochrany a opravy)</b> | Soubor technologických postupů a hmot vytvářejících podmínky pro obnovení původních užitných vlastností konstrukce.                                                                                                                                                                                  |
| <b>Sekundární ochrana</b>                       | Povrchová ochrana betonové konstrukce, realizovaná obvykle penetrací (hydrofobizací) nebo nátěrem.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Správková hmota (malta)</b>                  | Hmota na libovolné materiálové bázi sloužící k reprofilaci konstrukčních prvků a splňující specifické technické požadavky.                                                                                                                                                                           |
| <b>Stěrková hmota</b>                           | Jemnozrnná správková hmota sloužící k finální povrchové úpravě, tj. zejména vyrovnaní a uhlazení povrchu a vytvoření hutného souvislého podkladu pro nanášení nátěrů. Její tloušťka se pohybuje do 3 mm.                                                                                             |
| <b>Stříkaná malta (beton)</b>                   | Správková hmota na CC bázi nebo PCC bázi, nanášená na povrch opravované konstrukce stříkáním tzv. suchým nebo mokřým způsobem.                                                                                                                                                                       |
| <b>Trhlina</b>                                  | Porucha v betonu zdivu nebo správkové hmotě narušující její celistvost. Za trhlinu je považována porucha širší než 0,1 mm v agresivním prostředí, 0,2 mm ve vlhkém neagresivním prostředí a 0,3 mm v suchém neagresivním prostředí. Trhliny užší nejsou považovány ve smyslu ČSN 73 1201 za defekty. |
| <b>Trhlina staticky významná</b>                | Trhlina snižující statickou spolehlivost konstrukce.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Trvanlivost</b>                              | Schopnost konstrukce být v bezpečném a provozuschopném stavu, předepsaném v konkrétním prostředí po vymezené období.                                                                                                                                                                                 |
| <b>Tužidlo</b>                                  | Látka, která vstupuje do chemické reakce s jinými, obvykle polymerními substancemi (např. epoxidy) a iniciující chemickou reakcí vedoucí ke vzniku tuhé hmoty.                                                                                                                                       |
| <b>Vada konstrukce</b>                          | <i>Nedostatek konstrukce způsobený</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- chybným návrhem konstrukce</li> <li>- chybným provedením,</li> <li>- použitím vadných hmot,</li> <li>- nevhodnou kombinací hmot,</li> <li>- zabudováním vadných výrobků.</li> </ul>                                  |
| <b>Zesilování konstrukce</b>                    | Úprava konstrukce za účelem zvýšení její únosnosti                                                                                                                                                                                                                                                   |



## **Příloha 2 Stavebně technický průzkum**

### **P2.1 Všeobecně**

Stavebně technický průzkum (STP) je nezbytným podkladem pro zpracování projektu sanace a pro její objektivní ocenění.

**Cílem STP je především charakterizovat stav konstrukce z hlediska:**

- kvality a rozsahu a stupně degradace betonu či zdiva,
- kvality a rozsahu a stupně degradace výztuže,
- kvality a rozsahu narušení spárování,
- kvality vazby zdiva a porušení povrchových vrstev zdiva,
- ověření skladby konstrukce,
- rozsahu a popisu deformací a nelinearit konstrukce,
- rozsahu nehomogenit konstrukce (např. kaverny ve zdivu kleneb apod.),
- popisu trhlin a ostatních závad z hlediska typu, četnosti a intenzity,
- zjištění materiálových charakteristik potřebných pro případné statické posouzení nebo návrh sanačního systému.

**Specifickou součástí STP může být:**

- pořízení dokumentace stávajícího stavu konstrukce (především z hlediska rozměrů),
- statický nebo dynamický přepoččet konstrukce,
- průzkum základových poměrů konstrukce,
- ověření vyztužení konstrukce,
- průzkum korozního ohrožení konstrukce apod.

Požadavky na provedení těchto součástí STP musí být uvedeny v zadání STP.

Kvalita STP významným způsobem závisí na zpřístupnění konstrukce. Je třeba počítat s tím, že náklady na zpřístupnění některých typů inženýrských konstrukcí mohou významně zvýšit cenu diagnostických prací, současně však výrazně zlepšit jejich průkaznost.

STP, který nemohl být prováděn z objektivních důvodů na přijatelným způsobem zpřístupnění konstrukci, je třeba vždy navrhovat jako dvoustupňový. Informace zjištěné první etapou STP je třeba následně ověřit po postavení lešení či zavěšení lávek v průběhu úvodních fází sanace, tj. v období předúpravy podkladu. V tomto případě musí projekt sanace i konstrukce ceny sanace respektovat skutečnost, že dodatečným diagnostickým průzkumem může být původně předpokládaný rozsah a intenzita sanačního zásahu významně ovlivněna.

**STP musí být prováděn podle projektu STP, ve kterém jsou stanoveny zejména:**

- cíle STP,
- typy zkoušek a postupy jejich provádění (podle ČSN, zvláštních metodik, ZTKP apod.),
- počty zkoušek,
- rozsah vyhodnocení zkoušek,
- rozsah fotografické dokumentace a video dokumentace.

Základním výstupem STP musí být kromě celkové charakterizace stavu konstrukce zejména rozsah a intenzita poškození ve vazbě na předpokládané sanační zásahy.

STP může obsahovat doporučení pro sanaci konstrukce, které může být zohledněno v následné projektové fázi.

STP může provádět fyzická osoba, která je autorizovaná v oboru diagnostiky a zkoušení staveb nebo fyzická, resp. právnická osoba, která zaměstnává pracovníky autorizované v oboru diagnostiky a zkoušení staveb.

Při porovnávání cen STP by měla být vždy vyžadována přesná specifikace oceňovaných prací tak, aby byly srovnávány co do rozsahu a kvality srovnatelné nabídky.

Objednatel STP je zásadně vlastník nebo správce objektu, resp. jeho investorský útvar, případně právnické a fyzické osoby, na které vlastníci přenesli své pravomoci (např. projektant).

Výsledky STP jsou podkladem pro zpracování projektu sanace. V případě, že uchazeči o dodávku sanačních prací zpracovávají zároveň i projekt sanace, musí všichni obdržet výsledky identického STP. Pouze za tohoto předpokladu lze následně technické i cenové nabídky považovat za srovnatelné.

**Vlastník nebo správce objektu musí v rámci dostupných možností zajistit zpracování STP:**

- původní projektovou dokumentaci konstrukce, resp. dokumentaci skutečného provedení,
- údaje o stáří konstrukce, jejím užívání, zatížení a dosud provedených průzkumech,
- údaje o přestavbách, opravách a mimořádných událostech.

## **P2.2 Etapy STP**

**STP se obvykle dělí na několik etap. Základní rozčlenění STP je na:**

- předběžný průzkum,
- podrobný průzkum,
- doplňkový průzkum.

S ohledem na proměnlivost cílů STP i nízkorodost inženýrských objektů nelze přesně definovat rozsah jednotlivých typů průzkumu. Rozsah STP musí definovat projektant sanačního zásahu.

Předběžný STP sestává obvykle z podrobné vizuální prohlídky konstrukce a fotografické dokumentace poruch a poškozených oblastí. Předběžný STP by měl zejména zaznamenat rozsah narušení povrchových vrstev betonových či kamenných konstrukcí, korozi výztuže, výskyt trhlin, výskyt průsaků a výkvětů, výskyt nadměrných průhybů a deformací, veškerých dalších atypických okolností a měl by stručně charakterizovat i stav veškerých doplňkových konstrukcí a konstrukčních prvků.

Na základě předběžného STP lze pak definovat optimální rozsah podrobného stavebně technického průzkumu, který by identifikoval příčiny zjištěných závad, jejich rozsah a intenzitu.

**Podrobný STP by se měl zaměřit zejména na:**

- typ a rozsah porušení povrchových úprav (omítky, nátěry),
- rozsah porušení krycích vrstev betonu a korozi výztuže,
- rozsah porušení vrstev zdiva,
- soupis veškerých vad a poruch vzniklých provozem (např. trhliny),
- stav uložení konstrukce (stav podpor), průhyby, deformace,
- zjištění vlivu zabudované technologie na konstrukci,
- rozsah poškození doplňkových konstrukcí, zejména ocelových,
- stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu resp. zdiva,
- stanovení hloubky karbonatace betonu, stanovení pevnosti v tlaku betonu resp. zdiva,
- stanovení objemové hmotnosti betonu resp. zdiva,
- míry degradace a kontaminace betonu resp. zdiva,
- povrchové nasákavosti,
- identifikace dnešní výztužné oceli,
- změření korozního proudu ve výztuži,
- stanovení tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží,
- zjištění stavu spárování,
- zjištění a ověření rozměrů konstrukcí (např. tloušťky kleneb apod.),
- charakterizaci deformace zdiva (např. boulení poprsních zdí, vyklonění křídel a opěr apod.),
- zjištění mezerovitosti zdiva
- diagnostiku skrytých částí konstrukcí.

Četnost těchto zkoušek a činností by měla být stanovena v závislosti na velikosti a významu konstrukce i s ohledem na rozsah jejího poškození.

Podrobný STP musí vždy identifikovat i příčiny degradace, porušení nebo závady.

**Doplňkový STP se provádí tehdy:**

- pokud výsledky podrobného stavebně technického průzkumu naznačují atypický stav či chování konstrukce, které nebylo možné provedenými zkouškami vysvětlit,
- pokud v průběhu projektu sanace či statického přepočtu vznikla potřeba doplnění potřebných údajů,
- pokud v průběhu sanace byly zjištěny neočekávané skutečnosti, které je nezbytné dodatečně přesněji charakterizovat.

## **P2. 3 Závěrečná zpráva o STP**

Závěrečná zpráva o STP musí být zpracována v rozsahu minimálně dle tohoto článku a v níže uvedeném členění:

### **Úvod**

- základní údaje o zadavateli a dodavateli,
- přesná specifikace zadání,
- přehled podkladů dodaných zadavatelem.

### **Popis vyšetřované konstrukce**

Základní údaje o konstrukčním provedení vyšetřovaného objektu včetně popisu jeho současného stavu.

### **Metodika a rozsah zkoušení**

Uvede se přehled zjišťovaných parametrů s uvedením příslušných zkušebních předpisů (ČSN, metodické pokyny apod.), stručný popis provádění a rozsah zkoušení.

### **Výsledky STP**

Výsledky stanovení jednotlivých parametrů na vyšetřovaných konstrukcích se zpracují do tabulek, které obsahují zejména:

- označení zkušebního místa nebo vyšetřované části,
- zjištěnou hodnotu příslušného parametru.

Pro jednoznačnou identifikaci jsou zkušební místa jednotlivých zkoušek a odběru vzorků vyznačeny na schematické nákrese vyšetřované konstrukce. Tam musí být zaznamenávány i poruchy na vyšetřované části konstrukce (trhliny, vady apod.).

### **Vyhodnocení výsledků STP**

- dílčí shrnutí a zhodnocení výsledků šetření a zkoušek pro jednotlivé části vyšetřovaného objektu,
- zhodnocení stavu celého objektu.

### **Závěr**

Zde je nutné uvést, resp. shrnout:

- hlavní výsledky a poznatky z STP a z jeho vyhodnocení,
- doporučení z hlediska požadavků na další etapu průzkumu nebo na statické posouzení (typy a četnosti zkoušek a přepočty),
- vyhodnocení průzkumu a statických šetření (pokud byly prováděny),
- stanovisko k eventuální potřebě ochrany a opravy konstrukce nebo jejích částí a souhrn podkladů vhodných pro rozhodnutí o provedení stavby,
- doporučený rámcový technologický postup sanace a doporučení základních technických a technologických kritérií pro ochranu a opravu, využitelných pro vypsání výběrového řízení na dodavatele sanace.

### **Přílohy:**

- fotografická dokumentace,
- video dokumentace.

Fotograficky, resp. pomocí videozáznamu se zpravidla dokumentuje:

- vyšetřovaný objekt, konstrukce nebo konstrukční prvek,
- odebrané vzorky, event. ilustrativně způsob odběru,
- charakteristické poruchy a poškození.

### **Příloha 3 Netradiční zkušební postupy**

#### **Zkouška odolnosti vůči tvorbě smršťovacích trhlin při vázaném smrštění**

Zkouška prokazuje schopnost správkových reprofilačních malt odolávat šíření smršťovacích trhlin vznikajících v důsledku smršťování tuhnoucích malt během tuhnutí, vázaných adhezí k podkladu.

Zkouška se provádí tak, že správková reprofilační malta, připravená podle návodu výrobce, se uloží zednickou lžící do ocelové formy, tvořené ocelovým úhelníkem o délce 1 m a příčných rozměrech 50 x 50 mm. Tento ocelový úhelník je v čelech uzavřen ocelovými čely. Vnitřní povrch ocelové formy je zdrsněn pínocí opískování za sucha. Vnitřní stěny formy se nesmějí olejovat ani opatřovat jinou povrchovou úpravou, snižující adhezi správkové malty k povrchu formy.

Po vyplnění formy maltou a jejím povrchovém urovnání ocelovým hladítkem se forma ponechá v suchém vzdušném prostředí o teplotě  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  s relativní vlhkostí cca 65 %.

V případě, že je zkouška prováděna jako kontrolní přímo in situ, je forma uložena v prostředí konstrukce, avšak chráněna před dešťovými srážkami.

Stav povrchu správkové malty ve formě se jedenkrát denně vizuálně ověřuje na přítomnost trhlin. Zkouška se ukončí sedmý den po zaformování. Dojde-li ke vzniku trhlin, provede se po ukončení zkoušky proměření šířky trhlin pomocí vhodné lupy s příložným měřítkem, schématicky se zakreslí počet a umístění trhlin, případně pořídí fotodokumentace.

#### **Zkoušky prostředků pro krystalizační dotěšňování betonu**

Krystalizační prostředky určené k dotěšňování pórového systému betonu zvýší jeho vodotěsnost natolik, že ověřování vodotěsnosti standardním postupem podle ČSN 73 1321 je málo průkazné. Jednou z možností je provedení zkoušky povrchové nasákavosti postupem podle ČSN 73 2578 pouze s tím rozdílem, že testovacím médiem není voda, ale automobilový benzín.

Polární afinita automobilového benzínu umožňuje jeho mimořádně snadný průnik pórovým systémem betonu. To umožňuje vysokou citlivost této metodiky vůči jakémukoli změně kapilární porózy betonu.

Zkouška se provádí tak, že k testovanému povrchu se vhodným tmelem ukotví skleněný zvon o průměru 60 mm. Následně se ke skleněnému zvonu připojí cejchovaná byreta a celý systém se vyplní benzínem. Přitom se dbá na to, aby nezůstaly ve spojovacím hrdle nebo ve zvonu vzduchové bublinky. Po pěti minutách se benzín doplní znovu po značku 0. Tento okamžik je počátkem měření. Po 30 minutách se odečte hladina benzínu v byretě s přesností na 0,1 ml. Měřeným parametrem je pak přepočtená hodnota nasákavosti benzínu v litrech vztahená na  $\text{m}^2$ .

Dílnou inožností je prodloužení zkoušky na libovolný časový úsek s tím, že se každodenně sleduje, zdali došlo k průniku benzínu na opačnou stranu vzorku. Zkouška může být ukončena po jednom až pěti dnech. Poté se testované těleso rozloží např. zkouškou v příčném tahu a zakreslí se hloubka průniku benzínu. V tomto případě je iněřeným parametrem maximální hloubka průniku benzínu na lomové ploše vzorku vztahená k délce expozice.

U běžného konstrukčního betonu dojde při tloušťce vzorku v intervalu od 40 do 100 mm k průniku benzínu na opačnou stranu tělesa v průběhu několika desítek minut až hodin. U povrchových úprav, resp. materiálů s obsahem krystalizačních přísad se doba průniku benzínu prodlužuje na několik dnů až desítek dnů. Tímto postupem lze tedy výrazně citlivěji rozlišit účinnost pórového systému než při použití standardní metodiky vodotěsnosti podle ČSN 73 1321.

Popisovaná zkouška není normována a při jejím provádění je třeba dodržovat veškerá bezpečnostní opatření související s manipulací s hořlavinami.

#### **Zkoušení mechanických vlastností cihelného nebo kamenného zdiva**

Únosnost zdiva je ovlivněna jak kvalitou zdicích prvků (cihly, kámen), tak zdící malty, ale i řadou dalších faktorů, jako je způsob skladby zdiva, šířka styčných a ložných spár, případný výskyt trhlin či jiných imperfekcí.

Stanovení únosnosti zdiva in situ není jednoduchým technickým úkolem. Nejkomplexnější a nejověřenější přístup je uveden v Příloze 3 ČSN 73 0038 "Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách". Vychází se zde jednoznačně ze separátního stanovení kvality zdicích prvků a zdící malty a následného vyhodnocení těchto veličin.

Využití odběru jádrových vývrtů a jejich zkoušek ke stanovení únosnosti cihelného zdiva je především teoretickou, prakticky obtížně realizovatelnou inožností. V běžném, zejména starším cihelném zdivu dojde při odběru jakéhokoliv vývrtu k rozpadu celistvosti zdiva a následné odzkoušení jádrového vývrtu pak je prakticky

nemožné. Odběr celistvého jádrového vývrtu ze zdiva by připadalo v úvahu pouze tehdy, pokud by jak zdící prvky, tak zdící malta měly vysokou kvalitu a vzájemně vysokou adhezi. Tato situace zejiněna u starších zděných objektů je však málo pravděpodobná.

Zatěžovací zkoušky zdiva podle ČSN 73 2061-1 Část 1 Všeobecná ustanovení, Část 2 Pevnost v tlaku, Část 3 Pevnost v tahu za ohybu předpokládají provádění těchto zkoušek na velkých vzorcích vyzděných ve svislé poloze přímo ve zkušebně.

Jednou z mála praktických možností, jak posoudit únosnost a deformační charakteristiky zdiva in situ, je použití tenkých hydraulických válců, které se vkládají do vyčištěných ložných spár ve zdivu, případně do vodorovných drážek vyřezaných ve zdivu. Zároveň se zdivo v okolí osazeného válce osadí měřicími čidly vhodnými ke sledování deformací. Vnášením napětí do zdiva a měřením deformací lze získat kvantitativní informaci o chování zdiva. Pro tuto metodiku není k dispozici žádný normový postup.

**Poznámky:**



## **TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH**

### **Kapitola 23**

**T ř e t í - aktualizované vydání se zapracovanou změnou č. 5 /z roku 2006/**

Vydala Správa železniční dopravní cesty, státní organizace.

Zpracovatel:

České vysoké učení technické v Praze

Technický redaktor:

České dráhy, a.s., Technická ústředna Českých drah,  
sekce tratí a budov

Odborný gestor:

České dráhy, a.s., generální ředitelství, odbor 13

Nakladatelství:

České dráhy, a.s., Technická ústředna Českých drah,  
Malletova 10/2363,  
190 00 Praha 9 - Libeň

Distribuce:

České dráhy, a.s., Technická ústředna Českých drah,  
SATT - oddělení typové dokumentace,  
Nerudova 1,  
772 58 Olomouc

tel.:

fax:

e-mail:

[www.cd.cz/tued](http://www.cd.cz/tued)



ČESKÉ DRÁHY, a.s.



# **TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB ČESKÝCH DRAH**

## **Kapitola 24 ZVLÁŠTNÍ ZAKLÁDÁNÍ**

**Třetí - aktualizované vydání**

**změna č. 4**

Schváleno náměstkem GR ČD pro dopravní cestu č.j. TÚDC-18059/2003 ze dne 30.12.2003

Účinnost od 31.12.2003

Praha 2003

Všechna práva vyhrazena.

Tato publikace ani žádná její část nesmí být reprodukována, uložena ve vyhledávacím systému nebo přenášena, a to v žádné formě a žádnými prostředky elektronickými, fotokopírovacími či jinými, bez předchozího písemného svolení vydavatele.

Výhradní distributor: České dráhy, a.s.  
Technická ústředna dopravní cesty  
Skece technické dokumentace - Oddělení typové dokumentace  
772 58 Olomouc, Nerudova 1

## Obsah

|               |                                               |           |
|---------------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>24.1</b>   | <b>ÚVOD</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>24.1.1</b> | <b>Všeobecně</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>24.1.2</b> | <b>Rozsah kapitoly</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>24.1.3</b> | <b>Legislativní požadavky</b>                 | <b>4</b>  |
| <b>24.1.4</b> | <b>Odborná způsobilost</b>                    | <b>4</b>  |
| <b>24.1.5</b> | <b>Obsah dodávky</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>24.1.6</b> | <b>Vytýčení stavby</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>24.1.7</b> | <b>Sledování okolních objektů</b>             | <b>5</b>  |
| <b>24.1.8</b> | <b>Názvosloví</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>24.2</b>   | <b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ</b>   | <b>6</b>  |
| <b>24.2.1</b> | <b>Všeobecně</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>24.2.2</b> | <b>Materiály k výrobě</b>                     | <b>6</b>  |
| 24.2.2.1      | Beton a materiály k jeho výrobě               | 6         |
| 24.2.2.2      | Betonářská výztuž                             | 7         |
| 24.2.2.3      | Ocelové prvky pro piloty                      | 7         |
| 24.2.2.4      | Ocelové štětovnice                            | 7         |
| 24.2.2.5      | Ocelová trubka k výrobě mikropiloty           | 7         |
| 24.2.2.6      | Hřebík                                        | 7         |
| 24.2.2.7      | Dřevo pro piloty a štětové stěny              | 7         |
| 24.2.2.8      | Štěrka pro ražené/vibrované pilíře            | 7         |
| 24.2.2.9      | Pažící suspenze                               | 7         |
| 24.2.2.10     | Kotevní táhlo                                 | 8         |
| 24.2.2.11     | Kotevní hlava                                 | 8         |
| 24.2.2.12     | Manžetová trubka                              | 8         |
| 24.2.2.13     | Cementová zálivka                             | 8         |
| 24.2.2.14     | Injekční směsi                                | 8         |
| 24.2.2.15     | Vápno                                         | 8         |
| 24.2.2.16     | Popílek                                       | 8         |
| <b>24.2.3</b> | <b>Ochrana proti korozi a bludným proudům</b> | <b>8</b>  |
| <b>24.3</b>   | <b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ</b>            | <b>9</b>  |
| <b>24.3.1</b> | <b>Všeobecně</b>                              | <b>9</b>  |
| <b>24.3.2</b> | <b>Přípravné práce</b>                        | <b>9</b>  |
| <b>24.3.3</b> | <b>Technologické zásady provádění prací</b>   | <b>9</b>  |
| 24.3.3.1      | Piloty vrtané                                 | 9         |
| 24.3.3.2      | Piloty ražené                                 | 10        |
| 24.3.3.3      | Podzemní stěny                                | 11        |
| 24.3.3.4      | Štětové stěny                                 | 11        |
| 24.3.3.5      | Kotvy                                         | 12        |
| 24.3.3.6      | Mikropiloty                                   | 12        |
| 24.3.3.7      | Hřebíky                                       | 12        |
| 24.3.3.8      | Injektování zemín a hornin                    | 12        |
| 24.3.3.9      | Trysková injektáž                             | 13        |
| 24.3.3.10     | Deep mixing                                   | 13        |
| <b>24.4</b>   | <b>DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY</b> | <b>14</b> |
| <b>24.4.1</b> | <b>Všeobecně</b>                              | <b>14</b> |
| <b>24.4.2</b> | <b>Dodávka a skladování</b>                   | <b>14</b> |
| <b>24.4.3</b> | <b>Průkazní zkoušky</b>                       | <b>15</b> |
| 24.4.3.1      | Všeobecně                                     | 15        |
| 24.4.3.2      | Složky betonu a beton                         | 15        |
| 24.4.3.3      | Ocel pro výztuž                               | 15        |
| 24.4.3.4      | Ocelové profily a trouby                      | 15        |
| 24.4.3.5      | Pažící suspenze a výplň podzemních stěn       | 15        |
| 24.4.3.6      | Ocelové štětovnice a profily                  | 15        |
| 24.4.3.7      | Dřevěné štětovnice a převázky                 | 16        |

|                  |                                                                                                    |           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 24.4.3.8         | Zatěžovací zkoušky pilot a elementů podzemních stěn                                                | 16        |
| 24.4.3.9         | Zatěžovací zkoušky kotev, mikropilot a hřebíků                                                     | 16        |
| 24.4.3.10        | Pevnost směsi zemin s pojivý (deep mixing)                                                         | 16        |
| <b>24.5</b>      | <b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY</b>                                                        | <b>17</b> |
| <b>24.5.1</b>    | <b>Všeobecně</b>                                                                                   | <b>17</b> |
| <b>24.5.2</b>    | <b>Kontrolní zkoušky</b>                                                                           | <b>17</b> |
| 24.5.2.1         | Složky betonové směsi, betonová směs a beton                                                       | 17        |
| 24.5.2.2         | Betonové prefabrikáty                                                                              | 17        |
| 24.5.2.3         | Betonářská ocel                                                                                    | 17        |
| 24.5.2.4         | Ocelové profily, trouby, štetovnice, kotvy                                                         | 17        |
| 24.5.2.5         | Dřevo pro piloty                                                                                   | 17        |
| 24.5.2.6         | Pažící suspenze a výplň podzemních stěn                                                            | 17        |
| 24.5.2.7         | Příměsí a plastifikační materiály                                                                  | 18        |
| 24.5.2.8         | Kontrolní zkoušky pilot a elementů podzemních stěn                                                 | 18        |
| 24.5.2.9         | Injekční směs                                                                                      | 18        |
| 24.5.2.10        | Kontrola vrtných prací (vrtané piloty, mikropiloty, kotvy, hřebíky, injektáže)                     | 19        |
| 24.5.2.11        | Kontrola vrtů před betonováním a injektáží (vrtané piloty, mikropiloty, kotvy, hřebíky, injektáže) | 19        |
| 24.5.2.12        | Kontrola prací v průběhu injektáže                                                                 | 19        |
| 24.5.2.13        | Kontrola vytyčovacích bodů                                                                         | 19        |
| 24.5.2.14        | Měření deformací                                                                                   | 20        |
| 24.5.2.15        | Kontrolní zkoušky zlepšené zeminy (deep mixing)                                                    | 20        |
| <b>24.6</b>      | <b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY</b>                                                 | <b>20</b> |
| <b>24.6.1</b>    | <b>Přípustné odchylky</b>                                                                          | <b>20</b> |
| <b>24.6.2</b>    | <b>Míra opotřebení</b>                                                                             | <b>21</b> |
| <b>24.6.3</b>    | <b>Záruky</b>                                                                                      | <b>21</b> |
| <b>24.7</b>      | <b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ</b>                                                                          | <b>21</b> |
| <b>24.8</b>      | <b>ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ</b>                                                               | <b>22</b> |
| <b>24.8.1</b>    | <b>Odsouhlasení prací</b>                                                                          | <b>22</b> |
| <b>24.8.2</b>    | <b>Převzetí prací</b>                                                                              | <b>23</b> |
| <b>24.9</b>      | <b>KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUVŮ A PŘETVOŘENÍ</b>                                                | <b>23</b> |
| <b>24.10</b>     | <b>EKOLOGIE</b>                                                                                    | <b>24</b> |
| <b>24.10.1</b>   | <b>Všeobecně</b>                                                                                   | <b>24</b> |
| <b>24.11</b>     | <b>BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA</b>                                    | <b>24</b> |
| <b>24.11.1</b>   | <b>Všeobecně</b>                                                                                   | <b>24</b> |
| <b>24.11.2</b>   | <b>Práce s mechanizmy</b>                                                                          | <b>24</b> |
| <b>24.11.3</b>   | <b>Ochranná pásma</b>                                                                              | <b>25</b> |
| <b>24.11.4</b>   | <b>Ohrazení pracoviště</b>                                                                         | <b>25</b> |
| <b>24.12</b>     | <b>SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY</b>                                                                | <b>25</b> |
| <b>24.12.1</b>   | <b>Technické normy</b>                                                                             | <b>25</b> |
| <b>24.12.2</b>   | <b>Předpisy</b>                                                                                    | <b>27</b> |
| <b>24.12.3</b>   | <b>Související kapitoly TKP a jiné předpisy ČD</b>                                                 | <b>27</b> |
| <b>24.12.4</b>   | <b>Související předpisy MD odbor PK</b>                                                            | <b>27</b> |
| <b>Příloha 1</b> | <b>Popis metody a technologické zařízení pro „deep mixing“</b>                                     | <b>28</b> |

## 24.1 ÚVOD

### 24.1.1 Všeobecně

**Pro tuto kapitolu platí všechny pojmy, ustanovení, požadavky a údaje uvedené v kapitole 1 TKP - Všeobecně.**

Tato kapitola technických kvalitativních podmínek obsahuje požadavky objednatele stavby na materiály, technologické postupy, zkoušení a převzetí výkonů a dodávek při výstavbě, opravách a údržbě konstrukcí zvláštního zakládání.

Piloty, podzemní stěny

Štětové stěny

Kotvy, mikropiloty a hřebíky

Injektování hornin a zemín

Trysková injektáž

Deep mixing (hloubkové zlepšování zemín mísením s pojivy - vápenocementové pilíře)

Stanovení druhu konstrukce zvláštního zakládání, její členění a rozměry určuje projektová dokumentace, která musí být vypracovaná v souladu s předpisy Českých drah (ČD) a touto kapitolou TKP.

Pro konkrétní stavby a stavební objekty lze tuto kapitolu doplnit Zvláštními technickými kvalitativními podmínkami (dále jen ZTKP), ve kterých se přihlédne ke specifickým podmínkám stavby.

V případě návrhu nestandardního materiálu, výrobku nebo technologie musí být ZTKP zpracovány projektantem jako součást projektové dokumentace pro zadání stavby.

Požadavek na použití nestandardního materiálu, výrobku nebo technologie může iniciovat také zhotovitel stavby. V tomto případě je povinen zajistit zpracování ZTKP na své náklady a předložit je k odsouhlasení zodpovědnému zástupci objednatele.

Nestandardním pro tyto účely se rozumí takový materiál, výrobek nebo technologie, pro něž nejsou v České republice zpracovány normy pro běžné použití, TKP, OTP nebo jiný všeobecně uznávaný předpis nebo vnitřní TNP ČD.

V dalších případech zajišťuje zpracování ZTKP objednatel.

Normy označené v této kapitole \*EN jsou evropské normy v návrhu. Po svém schválení a nabytí platnosti budou součástí těchto TKP. V současném znění mají informativní charakter.

Obecné požadavky na zhotovitele :

- Zhotovitel zpracuje technologický postup zvláštního zakládání a předloží objednateli k odsouhlasení. Pokud výchozí projekt neobsahuje úplné posouzení prováděných prací, musí zhotovitel předložit doplňující statický výpočet a případně výpočet zatížitelnosti.
- Zhotovitelé musí vést po dobu své činnosti na stavbě kromě dále uvedených záznamů stavební deník.
- Zhotovitelé musí připravit a předložit objednateli prostřednictvím vyšších zhotovitelů podklady a doklady o použitých materiálech a prefabrikátech.
- Zhotovitelé předávají objednateli prostřednictvím vyšších zhotovitelů dokumentaci skutečného provedení stavby a graficky zpracované výsledky výškového a polohopisného geodetického zaměření díla.

### 24.1.2 Rozsah kapitoly

Tyto technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah část 24 (dále jen TKP) se týkají následujících prvků zvláštního zakládání :

**Piloty, podzemní stěny**

- piloty vrtané, provedené v souladu s ČSN EN 1536 Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty,

- piloty ražené, provedené v souladu s ČSN EN 12699 Provádění speciálních geotechnických prací – Ražené piloty,
- piloty provedené jinými technologiemi nebo z jiných materiálů, než jsou uvedeny výše (např. šterkové pilíře),
- podzemní stěny a jejich elementy provedené v souladu s ČSN EN 1538 Provádění speciálních geotechnických prací – Podzemní stěny.

#### **Štětové stěny**

- štětové stěny provedené v souladu s ČSN EN 12063 Provádění speciálních geotechnických prací - Štětové stěny.

#### **Kotvy, mikropiloty, hřebíky**

- kotvy provedené v souladu s ČSN EN 1537 Provádění speciálních geotechnických prací – Injektované horninové kotvy,
- mikropiloty provedené podle technologického předpisu schváleného objednatelem. Evropská norma na mikropiloty \*EN 14199 „Execution of special geotechnical works – Micropiles“ je v návrhu,
- hřebíky předvrtávané injektované i zarážené provedené podle technologického předpisu schváleného objednatelem. Evropská norma na hřebíky \*EN 14490 „Execution of special geotechnical works – Soil nailing“ je v návrhu.

#### **Injektování hornin a zemin**

- injektování hornin a zemin způsobující přetvoření v hornině (zhutňovací injektáže, klakáž) i bez přetvoření v hornině (průniková injektáž, injektáž puklin, výplňová injektáž) provedené v souladu s ČSN EN 12715 Provádění speciálních geotechnických prací – Injektáže.

#### **Trysková injektáž**

- prvky a konstrukce z trykové injektáže provedené v souladu s ČSN EN 12716 Provádění speciálních geotechnických prací – Trysková injektáž.

#### **Deep mixing (hloubkové zlepšování zemin mísením s pojivy - vápenocementové pilíře)**

- hloubkové zlepšování měkkých zemin pojivy suchých pojiv (vápna, cementu, popílku, strusky apod.) nebo cementové suspenze vnikávaných do zeminy podle technologického předpisu zpracovaného zhotovitelem a schváleného objednatelem. Evropská norma na deep mixing \*EN 14679 „Execution of special geotechnical works – Deep mixing“ je v návrhu.

### **24.1.3 Legislativní požadavky**

V souladu s požadavky zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění a souvisejícího nařízení vlády č. 163/2002 Sb. je výrobce povinen prokazovat shodu u vybraných stavebních výrobků. Přehled těchto výrobků je uveden v příloze č.2 tohoto nařízení vlády.

Shoda se prokazuje postupy dle § 5 až 8, u kusové výroby dle § 9 nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

Nejvyšší úroveň prokazování shody je postup dle § 5 – certifikace výrobku. Tímto postupem lze nahradit postupy prokazování shody dle § 6 až 8 nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

Jestliže na výrobek neexistuje česká technická norma, vystavuje autorizovaná osoba výrobcí (dodavateli) stavebně technické osvědčení dle § 3. Platnost tohoto stavebně technického osvědčení je časově omezena a tudíž je omezena i platnost prohlášení o shodě, není-li tato omezena jiným způsobem vyplývajícím z nařízení vlády.

Náležitosti prohlášení o shodě jsou uvedeny v § 13 nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

### **24.1.4 Odborná způsobilost**

Zhotovitel stavby (objektu) musí mít zaveden, certifikován a prověřován systém řízení jakosti dle ČSN EN ISO 9001:2001. Zhotovitel/podzhotovitel je povinen prokázat, že disponuje potřebným počtem pracovníků předepsané kvalifikace, potřebným, technicky způsobilým strojním a dalším vybavením. Zkušenost s prováděním prací podle této kapitoly TKP zhotovitel/podzhotovitel prokazuje také referenčním listem

provedených prací stejného nebo podobného zaměření. Zhotovitel je povinen prokázat též způsobilost zkušeben, kontrolního systému a dalších činností, které mohou ovlivnit jakost prací.

Pracovníci zhotovitele realizující prvky zvláštního zakládání musí mít potřebnou kvalifikaci pro jednotlivé technické a dělnické profese a musí být vedeni odborným pracovníkem. Výrobu prvků zvláštního zakládání řídí zodpovědný pracovník s odpovídajícími znalostmi a zkušenostmi. Veškeré práce musí být prováděny pod vedením osoby způsobilé dle zákona ČNR č. 360/1992 Sb. o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, v platném znění.

#### **24.1.5 Obsah dodávky**

Práce prováděné podle této kapitoly obsahují dodávku všech potřebných materiálů, mechanismů, zařízení a výkonu pracovníků zhotovitele a provedení všech úkonů nutných k vybudování prvků zvláštního zakládání včetně předepsaných zkoušek podle projektové dokumentace a příslušných norem, v souladu s touto kapitolou a kapitolou 1 TKP.

Dodávka musí obsahovat dokumentaci zhotovitele, technologický předpis prováděných prací včetně návrhu dalších zkoušek navrhovaných zhotovitelem a požadovaných objednatelem. Tyto doklady musí být předem předloženy objednateli.

#### **24.1.6 Vytýčení stavby**

Při předání staveniště předá objednatel i jeho vytýčení. Pro vytýčení staveniště platí ustanovení kapitoly 1 TKP. Umístění prvků zvláštního zakládání musí být odvoditelné běžnými geodetickými postupy z vytýčení staveniště. Zhotovitel předané vytýčení zajistí tak, aby byl schopen provést jednotlivé prvky zvláštního zakládání v tolerancích uvedených v čl. 24.6. Za předané vytýčení dále zodpovídá zhotovitel.

Zhotovitel zodpovídá za výškové a směrové umístění pracovních ploch, šablon, vodících zídek a dalších pomocných konstrukcí potřebných pro řádné provedení prvků zvláštního zakládání.

#### **24.1.7 Sledování okolních objektů**

V průběhu zpracování projektové dokumentace zvláštního zakládání posoudí projektant, které objekty mohou být prováděnými pracemi ovlivněny a zajistí jejich pasportizaci.

Pokud nelze pasportizaci okolních objektů provést při zpracování projektové dokumentace (časové, finanční a jiné důvody), zpracuje pasportizaci zhotovitel jako součást dokumentace zhotovitele.

V případě, že pasportizace není součástí žádné dokumentace a v průběhu prací je zřejmé, že k ovlivnění okolních objektů dochází, rozhodne o rozsahu a způsobu pasportizace objektů objednatel/stavební dozor na základě upozornění zhotovitele.

Zhotovitel je povinen před započítím prací přezkontrolovat rozsah pasportizace, upozornit na možné rozpory a nová fakta a pasportizaci s objednatelem odsouhlasit.

Pasportizaci provádí autorizovaná osoba s kvalifikací v příslušném oboru (statika a dynamika stavebních konstrukcí, geotechnika), případně soudní znalec. Pasportizace se provádí fotografickou a grafickou dokumentací, videozáznamem nebo jiným způsobem se stejnou nebo vyšší vypovídací hodnotou. Dokumentace pasportizace musí být jednoznačně označena datem zhotovení. V opodstatněných případech, zejména při použití technologií vyvolávajících vibrace a seismické účinky (vibrování, vibroberanění a beranění, dlátování, trhací práce), určuje dokumentace pomocí kritérií stanovených v ČSN 73 0036 resp. ČSN 73 0040 minimální vzdálenost od zdroje, při které nedojde k ohrožení staveb.

V průběhu realizace stavby monitoruje okolní objekty zhotovitel a kontroluje objednatel/stavební dozor. Četnost a způsob sledování určuje projektová dokumentace/dokumentace zhotovitele. O sledování se provádějí písemné záznamy způsobem odsouhlaseným objednatelem/stavební dozor.

#### **24.1.8 Názvosloví**

V tomto článku TKP jsou uvedeny pouze základní pojmy. Podrobné názvosloví je v souladu s definicemi a termíny uvedené v ČSN EN 1536, ČSN EN 1538, ČSN EN 12699, ČSN EN 12063, ČSN EN 1537, ČSN EN 12715, ČSN EN 12716, \*EN 14199, \*EN 14490.

**pilota (pile):** štíhlý stavební prvek v základové půdě určený pro přenášení účinků zatížení,

**vrtaná pilota (bored pile):** pilota, která je v základové půdě vytvořena vrtáním, popř. těžením zapaženého, nebo nezapaženého vrtu, který je vyplněn betonem nebo železobetonem,

**ražená pilota (displacement pile):** pilota instalovaná v základové půdě bez těžení zeminy z vrtu nebo prostoru, který pilota zaujímá. Piloty se do základové půdy instalují beraněním, vibrováním, zatlačováním, rotací nebo kombinací těchto metod,

**podzemní stěna (diaphragm wall):** svislá stavební konstrukce trvalého nebo dočasného charakteru která má účel pažicí nebo těsnicí, případně splňuje oba účely,

**štětová stěna (sheet pile wall):** řada štětovic, které tvoří souvislou stěnu. V případě ocelových štětovic je kontinuita zajišťována zámkováním ve spojích, provázáním v podélných rýhách nebo prostřednictvím speciálních spojek, v případě dřevěných štětovic systémem pero-drážka,

**kotva (anchor):** stavební prvek přenášející tahové zatížení do únosné vrstvy,

**mikropilota (micropile):** vrtaná pilota o průměru menším než 300mm, ražená pilota o průměru menším než 150mm. K jejich zhotovení se používají malé pilotovací soupravy,

**hřebík (nail):** tyčový výztužný prvek zabudovaný do zemního masivu obvykle pod subhorizontálním úhlem, který mobilizuje tření podél celé své délky v zemině,

**svorník (bolt):** tyčový výztužný prvek používaný v tunelovém stavitelství pro zajištění výrubu. Podle způsobu osazení může působit jako kotva nebo jako hřebík,

**injektáž (grouting):** zlepšování mechanických a propustnostních vlastností zemin a hornin vtlačováním injekční směsi (suspence, roztok, emulze nebo malta). Dělí se na výplňovou (zaplnění dutin větších rozměrů), zhuňovací, kontaktní (do spáry mezi stavební konstrukcí a horninou) a injektáž způsobující přetvoření v hornině (stlačení nebo posun horniny),

**trysková injektáž (jet grouting):** technologie tryskové injektáže sestává z rozrušení zeminy nebo zvětralé skalní horniny, jejího částečného nahrazení a ze smíchání rozrušené zeminy s cementačním pojivem, přičemž rozrušení nastává působením tryskaného paprsku tekutého média o vysoké mechanické energii; médiem může být současně pojivo,

**deep mixing (hloubkové zlepšování zemin mísením):** při zlepšování zemin technologií „deep mixing“ se do zemního tělesa vnikává mísicím nástrojem (vrtulka, šnekový vrták) pojivo (obvykle cement a/nebo pálené vápno) v práškovém stavu případně plnivo (mletá struska, popílek aj.). U některých technologií se používá injektáž směsí místo práškového pojiva. Výsledkem je pilíř zlepšené zeminy. Velikost a tvar pilíře je ovlivněn tvarem mísicího nástroje a technologickým postupem.

## 24.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

### 24.2.1 Všeobecně

Veškerý materiál, který se stane trvalou součástí předmětu díla, musí vyhovovat požadavkům uvedeným v dokumentaci. Není-li požadavek taxativně uveden, musí materiál odpovídat příslušným normativním předpisům. Materiál musí být bez zjevných vad a musí vyhovět předepsaným zkouškám (viz článek 24.4 této části a kapitoly TKP). Legislativní požadavky na materiály a výrobky jsou uvedeny v článku 24.1.3 této kapitoly TKP.

### 24.2.2 Materiály k výrobě

#### 24.2.2.1 Beton a materiály k jeho výrobě

Materiálová ustanovení pro beton jsou předmětem kapitoly 17 TKP.

Stříkaný beton musí splňovat požadavky kapitoly 20 TKP.



#### 24.2.2.2 Betonářská výztuž

Podmínky pro betonářskou výztuž jsou popsány v kapitole 18 TKP.

#### 24.2.2.3 Ocelové prvky pro piloty

Pro ocelové piloty se používají prvky z válcované oceli v souladu s ČSN EN 10025, z konstrukční oceli dle ČSN 42 0135 a bezešvých trub podle ČSN 42 0250. Ocelové prvky pilot, které jsou trvalého charakteru, je nutné dodat s příslušnými dokumenty kontroly dle ČSN EN 10204 na úrovni inspekčního certifikátu 3.1B.

#### 24.2.2.4 Ocelové štetovnice

Nové štetovnice musí odpovídat ČSN EN 10248-1, ČSN EN 10248-2, ČSN EN 10249-1, ČSN EN 10249-2 a ČSN EN 10079.

Opakovaně použité štetovnice nesmí být poškozené a musí splňovat požadavky dokumentace.

Troubky použité v kombinovaných stěnách musí odpovídat ČSN EN 10219-1 a ČSN EN 10219-2.

Speciální spojky musí odpovídat ČSN EN 10248-1, ČSN EN 10248-2.

#### 24.2.2.5 Ocelová trubka k výrobě mikropiloty

Nejčastěji se používá ocelová trubka, zpravidla o průřezu 70/12 mm, 89/10 mm a 108/16 mm podle ČSN 42 0250, pokud dokumentace nestanoví jinak.

Podle \*EN14199 musí ocelové výztužné prvky splňovat požadavky následujících norem:

ENV 10080 nebo \*EN 10138-4 u ocelových prutů

ČSN EN 10210 nebo ČSN EN 10219 u dutých profilů (trub)

ČSN EN 10025 nebo ČSN EN 10113 u za horka válcovaných profilů.

#### 24.2.2.6 Hřebík

Ocelový hřebík tvořený plným ocelovým prutem musí být vyroben v souladu s normou EN 10080 nebo EN 10025 v případě válcovaných profilů za horka. Ocelový hřebík tvořený dutým ocelovým profilem musí být v souladu s normami ČSN EN 10 219 nebo ČSN EN 10210. Při použití předpínací oceli musí být splněny požadavky \*EN 10138-4.

Při použití nekovových materiálů (geosyntetika, plastové tyče s karbonovými, skleněnými a jinými vlákny) musí splňovat požadavky příslušných EN, ČSN nebo doporučení výrobců.

#### 24.2.2.7 Dřevo pro piloty a štetové stěny

Pilotové dřevo musí vyhovovat jakosti podle čl. 21 ČSN 49 1531. Čl. 5.4.2 ČSN 73 2810 předepisuje věnovat zvýšenou pozornost ochraně povrchů a částí, které budou dlouhodobě nebo střídavě vystaveny zvýšené vlhkosti. Podle čl. 11 ČSN 73 2810 se předepisuje používat zdravé odkorněné dřevo, nejlépe borové nebo dubové, vhodné je i modřínové nebo smrkové. Výřezy nemají mít křivost větší než 0,5 % délky. Druh dřeva stanoví dokumentace. Dřevěné piloty musí být celou svojí délkou pod úrovní hladiny podzemní vody uvedené v dokumentaci.

#### 24.2.2.8 Štěrka pro ražené/vibrované pilíře

Kvalitu kameniva použitého pro výrobu šterkových pilířů předepisuje projektová dokumentace a technologický předpis zhotovitele.

Pro výrobu šterkových pilířů (pilot) se obvykle používá přírodní nebo drcené kamenivo plynulé křivky zrnitosti o max. zrně obvykle do 75 mm bez jemnozrnných příměsí. Zrnitost závisí na účelu použití šterkových pilířů (zhuštění zemního masivu, urychlení konsolidace, odvodnění a jiné). U technologie vibračního zhotovení šterkových pilot se v souladu s \*EN 14731 doporučuje používat tyto frakce kameniva: 40-75 mm pro hutnění za sucha, 25-75 mm pro hutnění pod vodou a 8-50 mm jestliže se dodává kamenivo přes sondu ke špičce.

Nevylučuje se použití druhotných materiálů (kamenivo z drceného, tříděného betonu apod.), pokud to předepíše projektová dokumentace.

#### 24.2.2.9 Pažící suspenze

Pro účely dočasného pažení vrtné se používají bentonitové suspenze, polymerové suspenze, jiné suspenze. Vlastnosti bentonitové suspenze musí odpovídat požadavkům uvedeným v ČSN EN 1536 a ČSN EN 1538.

Polymerové a jiné suspenze musí být popsány v dokumentaci zhotovitele.

#### 24.2.2.10 Kotevní táhlo

Ocelová kotevní táhla musí odpovídat následujícím normám a předpisům:

stavební ocel: ČSN 42 0135, ČSN P ENV 1993-1-1

betonářská ocel: ČSN 73 6206, ČSN 73 1201, ČSN P ENV 1992-1-1

předpínací ocel: ČSN 73 6207, popř. ČSN 73 1201, \*EN 10138-4, ČSN P ENV 1992-1-5.

#### 24.2.2.11 Kotevní hlava

Musí odpovídat ČSN EN 1537. Musí být schopna přenést mezní tahové zatížení táhla.

#### 24.2.2.12 Manžetová trubka

Trubky obvykle z PVC o průměru 32mm a délce nejčastěji 4m které jsou vzájemně spojovány závitovými nátrubkami. V kořenové části je manžetová trubka opatřena injekčními otvory o průměru 6mm (4 otvory na etáž) překrytými pryžovou manžetou. Vzdálenost manžet je 0,25 až 0,5m.

#### 24.2.2.13 Cementová zálivka

Cementová zálivka je suspenze cementu a vody o vodním součiniteli  $< 0,4$ . Plní se jí vrt před zasunutím ocelové trubky (mikropiloty), hřebíku nebo kotvy. U mikropiloty může mít zálivka charakter cementové malty o vodním součiniteli  $< 0,6$ . Použité kamenivo musí splňovat tato základní zrnitostní kritéria:  $d_{85} < 4$  mm, max. průměr zrna 8 mm.

#### 24.2.2.14 Injekční směsi

Injekční směsi a materiály k jejich výrobě musí splňovat podmínky uvedené v ČSN EN 12715 a ČSN EN 12716, pokud projektová dokumentace nestanoví jinak.

#### 24.2.2.15 Vápno

K hloubkovému zlepšování zemín se používá pálené (nehašené) vápno které splňuje požadavky ČSN EN 459.

#### 24.2.2.16 Popílek

Základní kritéria pro použití popílku jsou v TP 93 (pozemní komunikace). Podrobná specifikace musí být v projektové dokumentaci.

### 24.2.3 Ochrana proti korozi a bludným proudům

Pokud stupeň vlivu prostředí na beton podle ČSN EN 206-1 a kapitoly 17 TKP vyžaduje použití sekundární ochrany betonových pilot, musí být tato ochrana navržena v dokumentaci. Zhotovitel musí dodržet zásady pro použití impregnačních hmot, nátěrů a fólií předepsané výrobcem.

Při použití fólie musí výrobce v prohlášení o shodě uvést též hodnotu měrného elektrického odporu pro posouzení účinnosti ochrany před vlivem bludných elektrických proudů. Nejčastěji se používají fólie z PVC a z PE. Tloušťka fólie se pohybuje od 0,1 mm pro PE fólii do cca 1 mm pro fólii z PVC.

Ocelové prvky (trubní piloty, kotvy) se opatřují pro neabrazivní podmínky nátěry živicemi nebo jinými hmotami podle dokumentace, pro abrazivní podmínky epoxydehem nebo jinými hmotami podle dokumentace. Volba protikorozi ochrany musí být v souladu s TKP 25 B.

Dřevěné piloty a štetovnice se opatřují hloubkovou impregnací podle normy ČSN 49 0616 2. část, nebo impregnačními nátěry podle ČSN 49 0600 1. část.

V případě, že druh materiálu pro sekundární ochranu není specifikován v dokumentaci, předloží zhotovitel objednateli/stavebnímu doзору ke schválení návrh sekundární ochrany ve svém technologickém předpisu včetně prohlášení o shodě od výrobce, vlastností, technických parametrů, způsobu přejímky a zkoušek.

Při ochraně proti vlivům bludných elektrických proudů (katodická ochrana) se postupuje podle ustanovení kapitoly 25 A TKP a lze přiměřeně užít ustanovení SR 5/7 (ČD) ve shodě s dokumentací.

Důležitým prvkem systému ochrany výztuže základů před vlivy bludných elektrických proudů je kvalitně provedený beton, který je v dokumentaci navržen s ohledem na zvolenou ochranu proti agresivním vlivům prostředí.

## 24.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

### 24.3.1 Všeobecně

Zhotovitel předloží před zahájením prací objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení technologický předpis pro zhotovení prvků zvláštního zakládání. Tento technologický předpis musí být v souladu s projektovou dokumentací stavby. Součástí technologického předpisu musí být technické a kvalitativní parametry, podmínky pro přesnost jejich výroby, podmínky pro kontrolu jakosti a dodací podmínky. Dále musí obsahovat mezní hodnoty geotechnických parametrů horninového masivu, které byly uvažovány ve statickém výpočtu a které jsou rozhodující z hlediska ukončení prvků zvláštního zakládání.

Zvolená technologie výroby prvků zvláštního zakládání musí umožnit jejich zhotovení v daných geotechnických poměrech v požadované kvalitě podle dokumentace. V technologickém předpisu zhotovitel podrobně popíše způsob jejich provádění a přípustné odchylky v umístění, směru a horní úrovni jednotlivých prvků (viz čl.24.6). Požadované odchylky odlišné od této kapitoly TKP a příslušných evropských norem musí být stanoveny projektovou dokumentací nebo ZTKP.

Dále zhotovitel předloží pořadí zhotovování jednotlivých základových prvků a jmenno pracovníka zhotovitele zodpovídajícího za kvalitu díla.

Zhotovitel předá objednateli/stavebnímu dozoru časový plán prací a harmonogram jednotlivých dílčích odsouhlasení. Objednatel/stavební dozor se zúčastňuje dílčích odsouhlasení podle postupu prací, nerozhodne-li písemně jinak. Bez souhlasu objednatele/stavebního dozoru nelze stavební práce zahájit. V případech, kdy se provádění prací dotýká železničního provozu, musí technologický předpis obsahovat doklady o zajištění průjezdného průřezu dle ČSN 73 6320 a zajištění bezpečnosti železničního provozu z hlediska únosnosti a stability provozovaných kolejí po celou dobu stavby, případně návrh časového plánu omezení železničního provozu.

Zhotovitel je povinen bez prodlení oznámit objednateli/stavebnímu dozoru všechny podstatné odchylky skutečně zjištěných geotechnických poměrů od geotechnických poměrů předpokládaných dokumentací, které by mohly ovlivnit funkci zhotovovaných prvků (např. zatřídění horniny, změna hydrogeologických poměrů). Zhotovitel navrhne potřebná opatření, která podléhají odsouhlasení objednatelem/stavebním dozorem.

### 24.3.2 Přípravné práce

Potřebné úpravy pracovní plochy včetně jejího zpevnění, konstrukcí jímek, pažení nebo rozepření a zbudování šablon a vodících zídek provádí zhotovitel před zahájením výstavby prvků zvláštního zakládání.

### 24.3.3 Technologické zásady provádění prací

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí obsahovat informace relevantní k příslušné technologii provádění prací.

#### 24.3.3.1 Piloty vrtané

Pro piloty vrtané platí zásady provádění podle ČSN EN 1536, vrtací zařízení musí splňovat požadavky ČSN EN 791.

Bezprostředně po dokončení vrtu se provádí jeho betonáž. Pokud nedochází k rozvolňování stěn vrtů, ztrátě výplachu nebo jiným projevům nestability může být betonáž provedena později. Max. prodleva mezi dovrtnáním a betonováním však nesmí u suchých nezapažených vrtů překročit 36 hodin, u vrtů pažených výpažnicemi 72 hodin a vrtů pažených suspenzí 8 hodin. Je-li tato doba překročena, musí se vrt prohloubit, případně rozšířit.

Pod hladinou podzemní vody nebo suspenze se betonuje sypákovými trubami nebo čerpadlem. Spojení trub musí být vodotěsné. Na hadici čerpadla se použije nástavec z ocelové trouby. Betonování se musí provádět ve velku a bez přerušování. Během betonáže musí ústí trouby neustále zasahovat pod povrch ukládaného betonu. Voda nebo suspenze se postupně odčerpávají při zachování úrovně hladiny. Odčerpaná suspenze se po přečištění může znovu použít, vyjma cca posledních 2 m znehodnocené suspenze nad hladinou betonu, která se likviduje. Podle spotřebovaného betonu se řídí zkracování trub.

Beton hlavy piloty musí mít kvalitu požadovanou v dokumentaci stavby. Proto se horní vrstva betonu znehodnocené suspenzí odebere nebo se betonáž ukončí (cca 0,4 m) nad projektovanou hlavou piloty

a znehodnocený beton se později odstraní. Případné přebetonování a odbourání znehodnocené části piloty bude provedeno dle ČSN EN 1536, pokud dokumentace neurčí jinak.

Pokud je navržena zvláštní úprava hlavy piloty (např. kalich pro montáž prefabrikovaného skeletu), zabetonuje se dodatečně po očištění kotevní výztuže a úpravě pracovní spáry podle dokumentace. Dovoluje-li to navržený tvar hlavy a výškové poměry, lze hlavu betonovat současně s pilotou. Objednatel/stavební dozor kontroluje během betonáže stav zařízení pro betonování, kvalitu dodávané betonové směsi, dodržování technologických předpisů pro betonáž, úpravu hlavy piloty, její očištění a výškovou úroveň.

Technologický předpis zpracovaný zhotovitelem stavby musí minimálně obsahovat:

- Způsob hloubení vrtů pro piloty zhotovené na místě (vrtání, náběrová těžba, beranění a vibroberanění na patě uzavřené dočasné nebo trvale v zemi ponechané trouby z betonu nebo z oceli, zavrtávání, šroubování nebo zatlačování trouby opatřené na spodním konci omezeným počtem závitů bez těžení zeminy).
- Způsob a hloubku pažení (bez pažení, pažnicí-dočasné nebo trvalé, pažicí suspenzí-bentonitovou, polymerovou, jinou) a odpažování.
- Způsob rozšiřování piloty nebo její části.
- Způsob injektáže paty a/nebo dřívku piloty.
- Druh výztuže piloty.
- Druh výplně piloty, požadavky na kvalitu betonové směsi a způsob jejího ukládání.
- Místo a způsob ukládání vytěžené zeminy
- Hloubku vniku do únosného podloží (u opřených pilot).
- Způsob překonávání překážek (balvany, tvrdých poloh, zvýšených přítoků vody do vrtu, kavernování apod.).
- Údaje o materiálech sloužících k zhotovení piloty včetně výsledků příkazních zkoušek nebo atestů a jejich vyhodnocení.
- Způsob osazení ochranných prostředků proti agresivitě prostředí (polymerové folie).
- Způsob kontroly, zkoušení, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu díla.

#### 24.3.3.2 Piloty ražené

Pro výrobu ražených pilot musí být použito zařízení v souladu s ČSN EN 996, zásady provádění jsou v ČSN EN 12699. Pokud není dokumentací předepsáno jinak, nemají se razit dočasně zapažené piloty v osové vzdálenosti menší než 6násobek průměru, pokud beton nebude vykazovat dostatečnou pevnost. Minimální krytí výztuže prefabrikátů předepisuje kapitola 18 TKP přičemž nesmí být menší než 30 mm, v silně agresivním prostředí (XA3 podle ČSN EN 206-1) musí být nejméně 50 mm, pokud dokumentace nepředepíše vyšší krytí. Povrchovou úpravu předepisuje dokumentace. Má-li být použito sekundární ochrany proti agresivitě prostředí, musí povrch odpovídat podmínkám daným normou navržené ochrany (ČSN P 73 0600) nebo předpisu výrobce ochranného systému.

Technologický předpis zpracovaný zhotovitelem stavby musí minimálně obsahovat:

- Způsob výroby, dopravy, ukládání a ošetřování betonu při výrobě prefabrikátů pilot na stavbě (TKP 18).
- Způsob ražení předem zhotovených pilot (beranění, vibrování, zatlačování, vplachování, šroubování (rotace), kombinace metod beranění).
- Zařízení na ražení prefabrikovaných pilot.
- Zařízení pro výrobu ražených pilot betonovaných na místě (Franki, štěrkové pilíře).
- Způsob nastavení piloty včetně minimální požadované technologické prodlevy.
- Kriterium pro ukončení vlnění (hloubka vniku na posledních 10 úderů).
- Opatření v případě že nedojde k zabíraní piloty na předepsanou hloubku.
- Údaje o materiálech sloužících k zhotovení piloty včetně výsledků příkazních zkoušek nebo atestů a jejich vyhodnocení.
- Údaje o prefabrikovaných dílech.
- Údaje o protikorozi ochraně
- Způsob kontroly, zkoušek, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu díla

### 24.3.3.3 Podzemní stěny

Podmínky provádění podzemních stěn jsou v ČSN EN 1538.

Rovinatost odkrytého líce podzemní stěny zhotovené na místě je přímo závislá na geologické stavbě území a nelze ji zcela limitovat technologickým postupem. Nerovnosti větší, než stanoví dokumentace, nebo které by byly na závalu provedení následujících prací, odstraní zhotovitel na vlastní náklady po obnazezení líce. Dojde-li k větší odchylce ve svislosti, navrhne zhotovitel nezbytná opatření, která podléhají souhlasu objednatele/stavebního dozoru.

Požaduje-li se provedení podzemní stěny jako vodotěsné, stanoví dokumentace požadavek na odolnost vůči průsakové vodě a úpravu dělicích spár. Podzemní stěna se jako celek považuje za vodotěsnou, neobjevují-li se na povrchu mokrá místa nebo kapky prosakující vody. Části povrchu mohou být vlhké. V dokumentaci je možný požadavek na těsnost podzemní stěny jako celku stanovit údajem o maximálním průsaku na 1 m<sup>2</sup> líce stěny za 24 hod. Při požadavku zcela suchého povrchu jsou v dokumentaci navržena zvláštní opatření.

Technické požadavky na výplň těsnících podzemních stěn stanoví dokumentace. Vlastnosti výplně s udáním času požadované pevnosti, případně propustnosti, prokazuje zhotovitel průkaznými zkouškami podle článku 24.4 této kapitoly TKP vzhledem k použitým materiálům a technologii.

Způsob hloubení rýhy pro podzemní stěny stanoví dokumentace. Pokud se předpokládá použití trhacích prací, musí být způsob jejich provádění popsán v projektové dokumentaci (projekt trhacích prací) a rozpracováno v dokumentaci zhotovitele.

Způsob styku lamel, zajištění jeho vodotěsnosti a délku jednotlivých lamel určuje projektová dokumentace, pokud nejsou tyto parametry uvedeny, navrhuje je zhotovitel. Navržené parametry musí být odsouhlaseny objednatelem/stavebním dozorem.

Objednatel/stavební dozor kontroluje a odsouhlasuje dokončený úsek rýhy. Měří se hloubka, šířka, případně svislost rýhy.

Způsob vyztužení, rozměry, tvar a průřez výztuže a její stykování jsou stanoveny dokumentací. Výztuž z betonářské oceli se připravuje předem ve formě armokoše. Armokoš tvoří jeden prostorový celek, který se vkládá do úseku rýhy před betonáží. Nejmenší průřez prutu svislé výztuže je 12 mm. Na každé straně armokoše musí být nejméně 3 pruty na jeden metr (čl. 7.4.2 ČSN EN 1538).

Objednatel/stavební dozor kontroluje a odsouhlasuje dokončený úsek rýhy. Měří se hloubka, šířka, případně svislost rýhy.

Technologický předpis zpracovaný zhotovitelem stavby musí minimálně obsahovat:

- Způsob hloubení podzemní stěny (kontinuální, po lamelách, ražení-pouze tenké těsnící stěny).
- Druh pažicí suspenze podzemní stěny.
- Druh výztuže podzemní stěny.
- Druh výplně podzemní stěny a způsob jejího ukládání.
- Místo a způsob ukládání vytěžené zeminy.
- Údaje o materiálech sloužících k zhotovení piloty a podzemní stěny včetně výsledků průkazných zkoušek nebo atestů a jejich vyhodnocení.
- Údaje o prefabrikovaných dílech.
- Způsob kontroly, zkoušek, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu díla.

#### 24.3.3.3.1 Tenké těsnící stěny

Tenké těsnící stěny (TTS) jsou těsnící membránou vzniklou vyplněním prostoru po zaběraném nebo zavibrovaném speciálním I profilu těsnící výplně. Pro provádění tenkých těsnících stěn platí ustanovení technologických předpisů zhotovitele schválených objednatelem/stavebním dozorem.

Způsob hloubení rýhy a instalace výplně TTS stanovuje dokumentace zhotovitele.

### 24.3.3.4 Štětové stěny

Při budování štětových stěn se postupuje v souladu s ČSN EN 12063.

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí minimálně obsahovat následující informace:

- skladování a manipulaci se štětovnicemi,
- svařování a řezání štětovnic a dalších ocelových prvků (tab. 1 ČSN EN 12063),

- způsob vhánění štětovnic (beraněním, vibrováním, vlačováním),
- umístění a tvar šablon a kleští,
- pomocné technologie pro vhánění, pokud jsou použity (maziva, bentonit, tryskání, předvrtání aj.),
- postup při vytahování štětovnic (pokud je dokumentací požadováno).

Při vytahování štětovnic musí zhotovitel zvolit takové prostředky a technologický postup, aby nedošlo k poškození přilehlých objektů, nebo jeho částí (např. izolace). Vytahování štětovnic se musí provádět za trvalého dozoru odborného pracovníka zhotovitele. Za případné škody zodpovídá zhotovitel.

#### 24.3.3.5 Kotvy

Při zhotovení kotev se postupuje v souladu s ČSN EN 1537.

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí minimálně obsahovat následující informace:

- přípravu staveniště,
- skladování a manipulaci s výztužnými profily,
- způsob vrtání, průměr vrtu, sklon, hloubka, rozteče vrtů, použití výplachu, pažení,
- podrobnou specifikaci osazovaného prvku (kotva tyčová, kotva pramencová atd.),
- složení injektážní směsi (zálivky),
- způsob injektáže, dobu zahájení injektáže po dokončení zálivky (ev. následných reinjektáží),
- tolerance v osazení kotvy,
- protikorozi ochrana ocelového táhla a napínaných ocelových součástí,
- způsob napínání a zkoušení únosnosti včetně specifikace použitého zařízení.

#### 24.3.3.6 Mikropiloty

Pro zhotovení mikropiloty je zpracován návrh evropské normy \*EN 14199. Do nabytí její účinnosti se při výrobě mikropiloty postupuje v souladu s technologickým předpisem zhotovitele.

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí minimálně obsahovat následující informace:

- přípravu staveniště,
- skladování a manipulaci s výztužnými profily,
- způsob vrtání, průměr vrtu, sklon, hloubka, rozteče vrtů, použití výplachu, pažení,
- tolerance v osazení mikropiloty,
- podrobnou specifikaci výztužného prvku (armokoš, trubka),
- složení injektážní směsi (zálivky),
- způsob injektáže, dobu zahájení injektáže po dokončení zálivky (a zahájení následných reinjektáží) pokud je požadována.

#### 24.3.3.7 Hřebíky

Pro provádění hřebíků je zpracován návrh evropské normy \*EN 14490. Do nabytí její účinnosti se při výrobě hřebíků postupuje v souladu s technologickým předpisem zhotovitele.

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí minimálně obsahovat následující informace:

- skladování a manipulaci s výztužnými profily,
- způsob vrtání, průměr vrtu, sklon, hloubka, rozteče vrtů, použití výplachu, pažení,
- tolerance v osazení hřebíku,
- v případě přímého osazení hřebíku (přilepením, vibrací, nastřelením) podrobný popis způsobu instalace,
- podrobnou specifikaci výztužného prvku (ocel, plast, uhlíková vlákna),
- složení injektážní směsi (zálivky),
- rozinštění, průměr, sklon, hloubka a vystrojení odvodňovacích vrtů,
- podrobná specifikace lícového opevnění včetně technologie provádění.

#### 24.3.3.8 Injektování zemin a hornin

Pro injektování zemin a hornin platí ČSN EN 12715.

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí minimálně obsahovat následující informace:

- vrtné práce (způsob vrtání, průměr vrtu, sklon, hloubka, rozteče vrtů, použití výplachu, pažení),
- složení a vlastnosti směsi,
- vlastní injektáž (specifikace obturátoru a injekčního čerpadla, specifikace zařízení pro míchání a dávkování injekční směsi, rozímístění injekčních trubek a přírodní potrubní systém, specifikace zařízení pro monitoring a zkoušení).

#### 24.3.3.9 Trysková injektáž

Pro tryskovou injektáž platí ČSN EN 12716.

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí minimálně obsahovat následující informace:

- použitý systém trykové injektáže (jednofázový, dvojfázový vzduchový, dvojfázový vodní, trojfázový),
- složení injektážní směsi,
- rozímístění, průměr, hloubka a sklon vrtů,
- popis prvků trykové injektáže,
- pořadí provádění,
- rychlost vytahování soutyčí,
- vytužení,
- monitoring.

Návrh metody předloží zhotovitel po provedení ověřovacího úseku k odsouhlasení objednateli/stavebnímu dozoru.

#### 24.3.3.10 Deep mixing

Pro zlepšení zemín metodou deep mixing musí zhotovitel zpracovat podrobný technologický předpis. Evropská norma je zpracována v návrhu pod číslem \*EN 14679.

Technologický předpis, zpracovaný zhotovitelem stavby, musí minimálně obsahovat následující informace:

Suché mísení:

- druh pojiva nebo směsi pojiv a plniva,
- množství pojiva (směsi, plniva) na metr hloubky během penetrace a vytahování soutyčí,
- tlak vzduchu,
- rychlost penetrace a vytahování soutyčí,
- rychlost rotace (ot/min) při penetraci a vytahování.

Mokrý mísení:

- složení injekční směsi,
- množství pojiva na metr hloubky během penetrace a vytahování soutyčí,
- tlak injekční směsi,
- rychlost penetrace a vytahování soutyčí,
- rychlost rotace (ot/min) při penetraci a vytahování

Popis metody a technologické zařízení pro „deep mixing“ jsou uvedeny v příloze č.1.

## 24.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY

### 24.4.1 Všeobecně

Materiál, prvky a dílce se přepravují a skladují způsobem, který stanoví tyto TKP a normy uvedené v následujících článcích, nebo předpis výrobce. Zhotovitel je povinen zajistit řádnou přepravu dodávaného materiálu a výrobků a přesně evidovat jednotlivé dodávky. Všechny materiály, prvky a dílce musí být chráněny před poškozením, znehodnocením, povětrnostními vlivy, popřípadě odcizením. Skladovaný materiál musí být zřetelně označen podle druhu, případně i podle dodávky. Na staveništi mohou být k dispozici pouze materiály, které jsou v dokumentaci a které odpovídají smlouvě o dílo. Materiál, který vykazuje vady, je poškozen, nevyhověl zkouškám nebo neodpovídá požadavkům dokumentace, objednatel/stavební dozor odmítne. Odmítnutý materiál je zhotovitel povinen ze stavby odstranit a dodat materiál nový, popřípadě prokázat dalšími zkouškami, že požadavkům vyhovuje.

### 24.4.2 Dodávka a skladování

Zásilka materiálu a výrobků musí být provázena dodacím listem, který musí obsahovat zejména:

- číslo a datum vystavení,
- název a adresu výrobce/dovozce a distributora,
- název a sídlo odběratele,
- místo dodávky,
- předmět dodávky a jakostní třídu,
- hmotnost dodávky, počet kusů apod.,
- další údaje požadované objednatelem.

Zjišťuje se, zda zásilka je úplná a nepoškozená a zda dodané množství, druh a jakost souhlasí s údaji uvedenými na dodacím listu.

Pokud nebyl u „stanovených výrobků“ předem předán doklad o vydaném prohlášení o shodě podle zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění a nařízení vlády č. 163/2002 Sb., musí být předán nejpozději s dodacím listem první dodávky. Tento požadavek platí i pro ostatní dodávané stavební výrobky. Dodávku a skladování základních materiálů a výrobků upravují následující předpisy:

- Cement : Platí požadavky kapitoly 17 TKP.
- Kamenivo : Platí požadavky kapitoly 17 TKP.
- Přísady : Dodávají se v sudech, barelech, pytlích nebo jiných obalech, skladují se a chrání před povětrnostními a teplotními vlivy podle zásad kapitoly 17 a podle pokynů výrobce.
- Bentonit : Dodává se, balí, přepravuje a skladuje podle čl. 53 - 60 a tab. 5 ČSN 72 1000. Volně ložený se dodává a skladuje jako cement.
- Čerstvý beton : Platí požadavky kapitoly 17 TKP.
- Ocel pro výztuž: Platí požadavky kapitoly 18 TKP
- Ocelové profily a trouby: Platí požadavky kapitoly 19 TKP (čl. 19.4.1) a ČSN 42 0135. Dále platí ENV 10080 pro ocelové pruty, ČSN EN 10210 nebo ČSN EN 10219 pro duté profily (trouby), ČSN EN 10025 nebo ČSN EN 10113 pro za horka válcované profily.
- Dřevo na výrobu pilot: Impregnované borovicové dřevo, tropické tvrdé dřevo apod. Dodává a skladuje se na volných krytých skládkách se zpevněným povrchem podle ČSN 49 1531-1.
- Prefabrikáty pro piloty a podzemní stěny : Platí požadavky uvedené v tab. 4 ČSN EN 1538.
- Nátěrové a izolační hmoty : Dodávají se a skladují se podle podmínek výrobce a TKP 25 B.
- Štětovnice: Platí požadavky ČSN EN 12063 (zejména příloha A).



- Kotevní táhla, mikropiloty, hřebíky: ENV 10080 nebo \*EN 10138-4 u ocelových prutů, ČSN EN 10210-1, ČSN EN 10210-2 nebo ČSN EN 10219-1, ČSN EN 10219-2 u dutých profilů (trub), ČSN EN 10025 + A1 nebo ČSN EN 10113-1, ČSN EN 10113-2 u za horka válcovaných profilů.
- Manžetové trubky (plastové): Dodávají se a skladují podle podmínek výrobce. Nesmí být dlouhodobě vystaveny přímému slunečnímu světlu.
- Popílek: Mechanické vlastnosti a přípustné hodnoty výluhů jsou v ČSN 73 6133 a TP 93 (pozemní komunikace, Ministerstvo dopravy).
- Vápno: K hloubkovému zlepšování zemin metodou deep mixing se používá pálené (nehašené) vápno které splňuje požadavky ČSN EN 459.

### 24.4.3 Průkazní zkoušky

#### 24.4.3.1 Všeobecně

Průkazní zkoušky prokazují vlastnosti materiálů a spolehlivé plnění požadovaných parametrů výrobku. Průkazní zkoušky materiálu a výrobků zajišťuje zhotovitel stavby u výrobce/dovozce, přičemž protokoly s výsledky zkoušek a posouzení splnění kvalitativních parametrů podle příslušných ČSN, předpisů ČD, této kapitoly TKP, případně dalších požadavků podle ZTKP jsou přílohou dokladu o vydaném prohlášení o shodě. Průkazní zkoušky prováděné na stavbě provádí zhotovitel před zahájením dodávek nebo v době zahájení dodávek.

Průkazní zkoušky musí být provedeny laboratoří s příslušnou způsobilostí. Laboratoř musí být odsouhlasena objednatelem/stavebním dozorem.

#### 24.4.3.2 Složky betonu a beton

Platí příslušná ustanovení kapitoly 17 TKP. Zhotovitel předloží doklad o vydaném prohlášení o shodě včetně všech příloh dle čl. 24.4.3.1 těchto TKP nejpozději v termínu podle čl. 24.4.2 těchto TKP objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení včetně navržené receptury.

#### 24.4.3.3 Ocel pro výztuž

Platí příslušná ustanovení kapitoly 18 TKP. Zhotovitel předloží doklad o vydaném prohlášení o shodě včetně všech příloh dle čl. 24.4.3.1 těchto TKP nejpozději v termínu podle čl. 24.4.2 těchto TKP objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení.

#### 24.4.3.4 Ocelové profily a trouby

Výrobky musí splňovat příslušná ustanovení kapitoly 19 TKP. Zhotovitel předloží doklad o vydaném prohlášení o shodě včetně všech příloh dle čl. 24.4.3.1 těchto TKP nejpozději v termínu podle čl. 24.4.2 těchto TKP objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení. Dodávají-li se ocelové profily s inspekčním certifikátem 3.1 B, kontroluje se shoda s předepsanými stupni jakosti a zda výrobky vyhověly ustanovením normy. Další průkazní zkoušky se nepožadují, pokud materiál nevykazuje zjevné vady.

#### 24.4.3.5 Pažící suspenze a výplň podzemních stěn

Zhotovitel prokazuje před zahájením prací, že z materiálů a přísad uvedených v receptuře lze vyrobit suspenzi požadovaných vlastností podle ČSN EN 1538.

Průkazní zkoušky výplně betonových monolitických podzemních stěn se provedou podle ČSN EN 206-1, průkazní zkoušky jílových, jíloceimentových, jílobetonových stěn a stěn ze samotvrdnoucí suspenze se provedou podle dokumentace. Zhotovitel předloží doklad o vydaném prohlášení o shodě včetně všech příloh dle čl. 24.4.3.1 těchto TKP nejpozději v termínu podle čl. 24.4.2 těchto TKP objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení.

#### 24.4.3.6 Ocelové štětovnice a profily

Výrobky musí splňovat příslušná ustanovení kapitoly 19 TKP. Zhotovitel předloží doklad o vydaném prohlášení o shodě včetně všech příloh dle čl. 24.4.3.1 těchto TKP nejpozději v termínu podle čl. 24.4.3.1 těchto TKP objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení. Dodávají-li se ocelové profily s hutním atestem/certifikátem,

kontroluje se shoda s předepsaným stupněm jakosti a zda výrobky vyhověly ustanovením normy. Další průkazní zkoušky se nepožadují, pokud materiál nevykazuje zjevné vady.

#### 24.4.3.7 Dřevěné štětovnice a převázky

Zhotovitel předloží doklad o vydaném prohlášení o shodě včetně všech příloh dle čl. 24.4.3.1 těchto TKP nejpozději v termínu podle čl. 24.4.3.1 těchto TKP objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení. Dřevěné štětovnice musí splňovat kvalitativní požadavky dle přílohy F ČSN EN 12063.

#### 24.4.3.8 Zatěžovací zkoušky pilot a elementů podzemních stěn

Pro zatěžovací zkoušky vrtaných pilot a elementů podzemních stěn, které mají nosnou funkci platí kapitola 9.3 ČSN EN 1536, pro zatěžovací zkoušky ražených pilot platí kapitola 9.3 ČSN EN 12699. Předepisuje-li to dokumentace, provede zhotovitel zkušební piloty nebo elementy podzemních stěn k ověření délky piloty nebo elementu nutné k dosažení požadované únosnosti. Zkušební piloty nebo elementy se provedou v místech určených v dokumentaci. Zkušební piloty nebo elementy jsou stejné konstrukce, ze stejného materiálu a vyrobené stejným technologickým postupem jako piloty nebo elementy stavby a provádí je strojní zařízení stejné jako bude použito na stavbě.

Průkazní zkoušky se dělají před zahájením nebo na počátku prací. Počet a typ průkazních zkoušek stanoví dokumentace s přihlédnutím ke složitosti geotechnických poměrů, náročnosti díla a rozsahu zakládání. U pilot provedených jinými technologiemi než které jsou uvedeny v ČSN EN 1536 a ČSN EN 12699 (např. šterkové pilíře) se provádí průkazní zatěžovací zkouška vždy. Dokumentaci statické zatěžovací zkoušky předkládá objednateli/stavebnímu dozoru ke schválení zhotovitel se všemi údaji svého zatěžovacího zařízení, popisem průběhu zkoušky a popisem měřicího zařízení. Zkoušku provede a vyhodnotí zhotovitel podle ustanovení kapitol 9.3 ČSN EN 1536 a ČSN EN 12699 v souladu s ČSN P ENV 1997-1 a požadavky projektové dokumentace. Projektovou dokumentací mohou být místo statických zkoušek předepsány zkoušky dynamické. Pokud budou navrženy nestandardní zkoušky zpracuje zhotovitel na jejich provedení a vyhodnocení podrobný technologický předpis.

#### 24.4.3.9 Zatěžovací zkoušky kotev, mikropilot a hřebíků

Zatěžovací zkoušky kotev se provedou podle čl. 9 ČSN EN 1537. Zkušební kotvy se provedou v místech určených v dokumentaci. Podle ČSN EN 1537 jsou dva druhy průkazních zkoušek a to:

- typová zkouška, kterou se zjišťuje odpor navržené kotvy proti vytažení. Typové zkoušky se mají provést tehdy, pokud jsou kotvy použity v základových poměrech, kde dosud žádné typové zkoušky nebyly provedeny, nebo kde budou ve známých základových poměrech zhotoveny kotvy o vyšším zatížení než dosud,
- ověřovací zkouška, kterou se potvrzuje dodržení dovolených hodnot meze tečení, nebo úbytek napínaví síly při zkušebním zatížení a zaručená síla pro následné kontrolní zkoušky nebo kritická síla na inerci tečení. Doporučuje se provedení nejméně 3 ověřovacích zkoušek na kotvách, které byly vyrobeny ve stejných podmínkách jako systémové kotvy.

Průkazní zkoušky se dělají před zahájením nebo na počátku prací. Počet a typ průkazních zkoušek stanoví dokumentace s přihlédnutím ke složitosti geotechnických poměrů, náročnosti díla a rozsahu zakládání. Dokumentaci zatěžovací zkoušky předkládá objednateli/stavebnímu dozoru ke schválení zhotovitel se všemi údaji o použitém zatěžovacím zařízení, popisem průběhu zkoušky a popisem měřicího zařízení. Zkoušku provede a vyhodnotí zhotovitel podle přílohy E ČSN EN 1537, v souladu s ČSN P ENV 1997-1 a požadavky projektové dokumentace.

U zatěžovacích zkoušek mikropilot (statické, dynamické) se postupuje v souladu s čl. 9 \*EN 14199.

Zatěžovací zkoušky hřebíků se provádí podle přílohy B \*EN 14490.

#### 24.4.3.10 Pevnost směsi zemin s pojivem (deep mixing)

Průkazní zkoušky, kterými se zjišťuje optimální složení směsi zeminy s pojivem, provádí zhotovitel nejprve v laboratorii a ověřuje je na zkušebním poli. Poměr pevnosti zlepšené zeminy připravené v laboratorii a zkoušené in situ se pohybuje mezi 0,2 a 1,0.

## 24.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

### 24.5.1 Všeobecně

Zhotovitel provádí zkoušky pro ověření jakosti vstupních materiálů a polotovárů a kontrolní výrobní zkoušky během prací prováděných na stavbě. O prováděných kontrolách a zkouškách a jejich výsledcích musí vést řádnou evidenci s údaji o odběru vzorků a druhu a rozsahu zkoušek. Nedílnou součástí této evidence jsou osvědčení o jakosti a atesty od dodavatelů. Odběry vzorků a zkoušky provádí zhotovitel podle příslušných norem. Vzorky se odebírají a ošetřují na stavbě, zkoušejí se ve schválené zkušebně.

### 24.5.2 Kontrolní zkoušky

#### 24.5.2.1 Složky betonové směsi, betonová směs a beton

Pro provádění zkoušek platí ustanovení kapitoly 17 a 18 TKP. Při betonáži pilot a podzemních stěn na místě zhotovitel odebírá vzorky a provádí minimálně následující kontrolní zkoušky:

- Krychelná pevnost v tlaku:
  - Podle TKP 17,
  - 1x pro každou pilotu dia. 1800 mm a větší,
  - vždy při pochybnostech o kvalitě,
    - vodotěsnost: 1x na 600 m<sup>3</sup> hotového betonu,
    - zpracovatelnost: 2x za směsmi, kdy se betonuje,
    - vždy při pochybnostech po vizuální kontrole.

#### 24.5.2.2 Betonové prefabrikáty

Pro provádění zkoušek platí ustanovení kapitoly 18 TKP. Kvalita a kompletnost dodávky betonových prefabrikátů se prokazuje Osvědčením o jakosti a kompletnosti dodávky s uvedením třídy betonu a třídy přesnosti dílce, doložené protokolem o zkouškách betonu, doklady o použité výztuži, popřípadě doklady o předpínání. Betonové prefabrikáty musí být přejímány objednatelem/stavebním dozorem.

#### 24.5.2.3 Betonářská ocel

Pro provádění zkoušek platí ustanovení kapitoly 18 TKP. Kontroluje se, zda ocel byla dodána s předepsaným dokumentem kontroly a zda výsledky zkoušek vyhovují ustanovením příslušných norem a předpisů jakosti. Pokud výsledky nevyhovují, vykazuje-li ocel povrchové vady a poškození nebo jsou-li pochybnosti o její jakosti, musí být provedeny zkoušky mechanických vlastností. Betonářská ocel nesmí být znečištěna.

#### 24.5.2.4 Ocelové profily, trouby, štetovnice, kotvy

Pro provádění zkoušek platí ustanovení kapitoly 19 TKP. Ocelové prvky se dodávají s prohlášením o shodě. Na stavbě se kontrolují pouze rovině, vzhled a tvarová přesnost. Pouze v případě, že ocelové prvky a profily vykazují zjevné vady nebo poškození, požadují se zkoušky mechanických vlastností ocelových výrobků podle předepsaných norem. Ocelové prvky kotev nesmějí být znečištěny. Rozsah zkoušek stanovují kapitoly 19 TKP.

#### 24.5.2.5 Dřevo pro piloty

Provede se vizuální kontrola vlastností podle ČSN 48 0055.

#### 24.5.2.6 Pažící suspenze a výplň podzemních stěn

- Pažící suspenze : Druh a četnost kontrolních zkoušek stanoví projektová dokumentace. Není-li tomu tak, provádějí se zkoušky podle návrhu zhotovitele, který musí být schválen objednatelem/stavebním dozorem. Úplnou zkoušku suspenze dělá laboratoř zhotovitele alespoň 1x za týden, ale vždy při nové dodávce jílů.

- Na stavbě dělá zhotovitel na vzorku z výroby zkoušky objemové hmotnosti, viskozity, obsahu písku, popř. pH aspoň 1x za směnu podle ČSN EN 1538.
- Při každém odsouhlasení vrtu pro pilotu a rýhy podzemní stěny se na vzorcích suspenze provádí zkouška objemové hmotnosti, viskozity, obsah písku, popřípadě pH. Vzorek se odebírá z hloubky nejméně 2 m pod hladinou suspenze. Posuzuje se, zda splňuje příslušná kritéria podle ČSN EN 1538.
- Výplň podzemních stěn : Druh a četnost kontrolních zkoušek stanoví dokumentace a odsouhlasený technologický předpis zhotovitele. Pro monolitické a prefabrikované podzemní stěny platí ustanovení o zkouškách betonu a betonové směsi podle kapitoly 17 TKP. Pro jílové, jílocementové, jílobetonové výplně se provádějí zkoušky podle dokumentace a odsouhlaseného technologického předpisu.

#### 24.5.2.7 Příměsi a plastifikační materiály

Kontrolují se a zkoušejí podle kapitoly 17 TKP, ČSN 72 2320 a ČSN 72 2321, předpisů výrobce příměsi nebo přísady a odsouhlasených technologických předpisů zhotovitele na základě údajů výrobce.

#### 24.5.2.8 Kontrolní zkoušky pilot a elementů podzemních stěn

Kontrolní zkoušky zajišťuje zhotovitel v rozsahu požadovaném dokumentací. Zkoušky smí provádět zkušebna se způsobilostí v oblasti zkušebnictví. Tato zkušebna musí být odsouhlasena objednatelem/stavebním dozorem.

Provádějí se následující zkoušky :

- a) zkouška statické únosnosti,
- b) zkouška integrity,
- c) zkouška dynamické únosnosti.

Pro kontrolní zatěžovací zkoušky vrtaných pilot a elementů podzemních stěn, které mají funkci pilot, platí kapitola 9.3 ČSN EN 1536, pro zatěžovací zkoušky ražených pilot platí kapitola 9.3 ČSN EN 12699. Zkoušky pilot musí být v souladu s ČSN ENV 1997-1. Zkoušky se provádějí během nebo po provedení prací. Pro stanovení únosnosti pilot jsou rozhodující statické zatěžovací zkoušky. Dokumentaci mohou být místo statických zkoušek předepsány zkoušky dynamické, které jsou vhodné zejména u beraněných pilot. Metodiku jejich provedení a vyhodnocení musí stanovit technologický předpis. Pokud byly na staveništi realizovány průkazní dynamické zatěžovací zkoušky pilot nebo elementů podzemních stěn, lze jejich výsledky považovat též za zkoušky kontrolní, jestliže byly provedeny na systémových pilotách, tj. pilotách, které jsou součástí budované základové konstrukce.

Počet zkoušených systémových pilot nebo elementů určuje dokumentace v závislosti na množství zhotovovaných pilot, složitosti geotechnických poměrů a náročnosti horní konstrukce.

U pilot ražených beraněním lze provádět kontrolní zkoušky sledováním vniku piloty do základové půdy, nebo sledováním energetického kritéria postupu. Tento záznam je součástí protokolu o výrobě pilot. Metodiku, počet a způsob vyhodnocení zkoušek pilot beraněním stanoví technologický předpis.

Provedení kontrolní zkoušky integrity pilot a elementů podzemních stěn předepisuje dokumentace. Integritu pilot lze zkoušet metodou dynamických impulsů (PIT, SIT, low strain), ultrazvukem nebo dynamickou zkouškou (high strain). Integritu elementů podzemních stěn lze zkoušet ultrazvukem nebo dynamickou zkouškou (high strain). Počet zkoušených pilot stanoví dokumentace. Metodiku a způsob vyhodnocení zkoušky integrity stanoví technologický předpis. Pro mostní stavby je provedení kontrolní zkoušky integrity povinné u každé piloty nebo elementu podzemní stěny.

Při pochybnostech o jakosti piloty/podzemní stěny může objednatel/stavební dozor požadovat provedení jádrového vrtu v celé délce piloty/podzemní stěny nebo její části, případně vyžádat jiný způsob ověření kvality. Pro hrazení nákladů na tyto zkoušky platí příslušné články uvedené v TKP kapitola 1 – Všeobecně.

#### 24.5.2.9 Injekční směs

Při kontrole injekční směsi postupuje zhotovitel v souladu s ČSN EN 12715. Zhotovitel kontroluje:

- hustotu směsi, která se měří hustoměrem z každé záměsi. Požadované hodnoty jsou dány technologickým předpisem,
- odstoje vody, který zhotovitel měří jednou za směnu ve výrobně směsi v kalibrovaném válci o obsahu 1000 cm<sup>3</sup>. Odstoje za 1 hodinu nesmí být větší než 1 %,

- viskozitu podle Marshc,
- dobu tuhnutí,
- pevnost v prostém tlaku, kterou zhotovitel zjišťuje jednou týdně na sadě tří vzorků ve válcových formách o průměru 50 mm a výšce 100 mm. Skladování vzorků musí být 28 dní (pokud dokumentace nestanoví jinak) ve vlhkém prostředí při teplotě +10° až +25°C.

#### 24.5.2.10 Kontrola vrtných prací (vrtané piloty, mikropiloty, kotvy, hřebíky, injektáže)

Kontrola vrtných prací spočívá

- v kontrole, zda vrtná věž je nastavena ve siněru a sklonu vrtu podle dokumentace,
- v kontrole, zda se vrt hloubí předepsaným nástrojem,
- v měření hloubky a průměru vrtu,
- v odběru vzorků horniny z vrtu,
- v kontrole úklonu vrtu během hloubení.

Kontroly provádí zhotovitel na každém vrtu a písemně o nich informuje objednatele/stavební dozor. V případě nedodržení předepsaných kritérií, navrhne zhotovitel nápravu a nechá odsouhlasit objednatelem/stavebním dozorem.

#### 24.5.2.11 Kontrola vrtů před betonováním a injektáží (vrtané piloty, mikropiloty, kotvy, hřebíky, injektáže)

Před betonáží pilot a před injektáží zhotovitel ověřuje předpokládané inženýrsko-geologické poměry. Zhotovitel oznámí objednateli/stavebnímu dozoru všechny zjištěné odchylky naznačující, že se skutečné geologické poměry liší od předpokládaných, čímž může dojít k ovlivnění kvality prací. V takovém případě navrhne zhotovitel opatření, která předloží objednateli/stavebnímu dozoru ke schválení.

#### 24.5.2.12 Kontrola prací v průběhu injektáže

Kontrola prací v průběhu injektáže spočívá v kontrole dodržování předepsané technologie a zkoušek injekční směsi.

Ve skalních horninách se používá ke kontrole účinnosti injektáže vodní tlaková zkouška. Délka kontrolních vrtů pro VTZ musí činit minimálně 7 % z celkové metráže injekčních vrtů. Zkoušené úseky nesmí přesáhnout délku 5 m.

V zeminách na kvalitu zainjektování se usuzuje:

- z rychlosti hloubení vrtů před a po injektáží při použití stejného nářadí a stejné velikosti přitlaku. V zainjektovaných materiálech je rychlost postupu vrtnání několikanásobně pomalejší,
- z měření přítoku vody do kontrolních vrtů hloubených do zainjektovaného prostoru. Vrt až po začátek zainjektovaného prostoru plus 1 až 1,5 m musíme zapažit a mezikruží stěny vrtu a výpažnice zalít cementovou zálivkou o vodním součiniteli 0,4. Při kontrole se sleduje nástup hladiny vody a vypočte se koeficient filtrace,
- z vyhloubené šachtice, kde se sleduje nejen přítok vody, ale i velikost inzulů pružnosti na do stěny vysekaných kostkách 20 x 20 x 20 cm nebo 40 x 40 x 40 cm. Při zatížení kostky měříme trvalou a pružnou deformaci.

Kontrolu geotechnických vlastností hornin provede zhotovitel v souladu s dokumentací. Minimální množství celkové délky kontrolních vrtů musí činit minimálně 7 % z celkového objemu prací. Běžně se provádějí kontrolní zkušební vrty v délce do 5 m, pokud dokumentace nestanoví jinak.

#### 24.5.2.13 Kontrola vytyčovacích bodů

Kontrolu vytyčovacích bodů pro injekční práce provádí zhotovitel nejméně jednou měsíčně v souladu s kapitolou 1 TKP. Poškozené vytyčovací body musí zhotovitel opravit.

#### 24.5.2.14 Měření deformací

Měření deformací terénu a okolních objektů provádí zhotovitel v průběhu realizace prací zvláštního zakládání v souladu s projektem monitoringu a vlastními technologickými předpisy. Monitorování staveb a terénu je nutné zahájit v předstihu před vlastními pracemi zvláštního zakládání a provádět v předepsaných intervalech stanovených projektem monitoringu až do ukončení prací. V případě že se očekává doznívání deformací i po ukončení prací provádí se sledování i nadále až do doby stanovené projektem monitoringu. Pokud měřené deformace neodpovídají předpokladům či mezním přípustným hodnotám, informuje o tom zhotovitel neprodleně objednatele/stavební dozor a předloží mu k odsouhlasení návrh opatření.

#### 24.5.2.15 Kontrolní zkoušky zlepšené zeminy (deep mixing)

Kontrolní zkoušky masivu zlepšené zeminy se provádějí:

- penetrační zkouškou (zatlačovaný kužel nebo vytahovaná penetrační vrtulka),
  - presiomrickou zkouškou ve vrtu zlepšené zeminy,
  - odběry vzorků z vrtů zlepšené zeminy (na vzorcích se dělají zkoušky pevnosti, stlačitelnosti, propustnosti).
- Kontroly provádí zhotovitel na každém vrtu a písemně o nich informuje objednatele/stavební dozor. V případě nedodržení předepsaných kritérií, navrhne zhotovitel nápravu a nechá odsouhlasit objednatelem/stavebním dozorem.

### 24.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY

#### 24.6.1 Přípustné odchylky

Výrobní tolerance pro výrobu prvků zvláštního zakládání udávají tyto TKP a projektová dokumentace. Zhotovitel musí požadavky na přípustné odchylky z projektové dokumentace respektovat při zpracování dokumentace zhotovitele. Pokud z vážných důvodů dojde k překročení předepsaných mezních odchylek, navrhne zhotovitel řešení a předloží jej objednateli/stavebnímu dozoru k odsouhlasení.

Mezní odchylky **vrtaných pilot** jsou v ČSN EN 1536. Kromě tolerancí uvedených v normě musí zhotovitel dodržet ještě následující mezní odchylky:

- a) mezní odchylka v hloubce (úrovni dna) vrtu pro pilotu je +100 mm,
- b) mezní odchylky v umístění výztuže:
  - rozmístění nosných prutů  $\pm 30$  mm při dodržení předepsaného krytí výztuže,
  - délka nosné výztuže:  $\pm D$  (průměr) výztuže,
  - povrch vyčnívající výztuže po betonáži piloty + 0,15 m vzhledem k projektované výšce hlavy piloty,
- c) mezní odchylky úrovně betonu při betonáži:
  - betonáž v úrovni terénu +20 mm vzhledem k projektované výšce hlavy piloty,
  - betonáž do 1 m pod terénem +50 mm, za každý další metr hloubky nevyplněného vrtu +20 mm.

Pro mezní odchylky **ražených pilot** platí tolerance uvedené v ČSN EN 12699.

Mezní odchylky **podzemních stěn** jsou uvedeny v ČSN EN 1538. Kromě v normě uvedených tolerancí musí zhotovitel dodržet následující odchylky:

- a) mezní odchylka půdorysného umístění paží podzemní stěny je <20 mm směrem do výkopu a <50 mm na rubu u lamely stěny monolitické, u lamel prefabrikovaných podzemních stěn <10 mm v obou směrech,
- b) odchylka od rovinnosti líc podzemní stěny je dána dokumentací,
- c) mezní odchylka v hloubce lamely podzemní stěny je +100 mm,
- d) mezní odchylky v umístění výztuže podzemních stěn betonovaných na místě:
  - rozmístění nosných prutů:  $\pm 30$  mm při dodržení předepsaného krytí výztuže,
  - délka nosné výztuže:  $\pm D$  (průměr) výztuže,
- e) úroveň betonu při betonáži:
  - betonáž v úrovni terénu +20 mm,

- betonáž do 1 m pod terénem +50 mm, za každý další metr hloubky nevyplněné rýhy + 20 mm.

f) maximální odchylka svislosti lamel u pažicích stěn v podélném i příčném směru  $\pm 1,0$  % jejich délky.

Výrobní tolerance ocelových i dřevěných **štětovnic** udává ČSN EN 12063. Mezní odchylky při provádění udává projektová dokumentace.

Výrobní tolerance pro **kotvy** jsou uvedeny v ČSN EN 1537. Výrobní odchylky pro **mikropiloty** a **hřebíky** jakož i odchylky od umístění a sklonu udává projektová dokumentace.

Při provádění **injektažních prací** platí následující tolerance:

- Odchylky umístění injekčního vrtu, jeho hloubky a sklonu, v hustotě injekční směsi a injekčního tlaku musí být v přípustné toleranci a nesmí být překročeny.
- Odchylka od teoretického místa zavrtání smí být  $\pm 20$  mm,
- hloubka vrtu smí být odchýlena + 100 mm,
- sklon vrtu smí být odchýlen  $\pm 1^\circ$ ,
- odchylka v hustotě injekční směsi smí být - 2 %,
- povolená odchylka u injekčního tlaku je  $\pm 2,5$  %.

Pro **tryskovou injektaž** platí následující tolerance:

- Hloubení vrtů: přesnost vrtání od teoretické osy vrtu  $1,5^\circ$  do hl. 15 m, přesnost vrtání od teoretické osy vrtu  $2,0^\circ$  do hl. 25 m,
- hloubka vrtu: + 100 mm,
- injekční směs: objemová hmotnost injekční směsi -2 %,
- odchylka osy armokoše v úrovni hlavy:  $\pm 30$  mm.

Pro technologii **deep mixing** se musí dodržet následující tolerance:

- Odchylky umístění vrtu, jeho hloubky a sklonu, ve složení suché nebo mokré injekční směsi a injekčního tlaku musí být v přípustné toleranci a nesmí být překročeny.
- odchylka od teoretického místa zavrtání smí být  $\pm 20$  mm,
- hloubka vrtu smí být odchýlena + 100 mm,
- sklon vrtu smí být odchýlen  $\pm 1^\circ$ .

Poloha prvků zvláštního zakládání včetně výztuže se nesmí opravovat násilným způsobem.

Požadavky na mezní odchylky odlišné od ustanovení těchto TKP musí být stanoveny v dokumentaci nebo ZTKP.

### 24.6.2 Míra opotřebení

Míra opotřebení se pro prvky zvláštního zakládání nestanovuje.

### 26.6.3 Záruky

Záruční doby stanoví kapitola 1 TKP.

## 24.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

Piloty a podzemní stěny lze provádět i za nízkých teplot, pokud není omezena spolehlivost a funkce těžebního zařízení nebo beranidla a funkce pažicí suspenze. Technologická zařízení a místa betonáže musí být dostatečně zateplena.

Pro přípravu betonové směsi prováděnou za nízkých teplot a pro betonování za zvláštních klimatických podmínek platí ustanovení kapitoly 17 TKP.

Hlava piloty a podzemní stěny zhotovené na místě musí být při teplotě pod  $+3^\circ\text{C}$  chráněny proti promrznutí vhodným způsobem podle ustanovení kapitoly 17 TKP.

Používají-li se fólie nebo ochranné nátěry jako sekundární ochrana proti agresivnímu prostředí, je práce s nimi omezena teplotou doporučenou výrobcem. Ochranné nátěry se za nízkých teplot musí provádět v temperovaných halách. Natíraná konstrukce musí být před natíráním prohřátá na minimální teplotu udanou výrobcem nátěru.

Štětové stěny lze provádět i za nízkých teplot, pokud není omezena spolehlivost a funkce strojního zařízení nebo beranidla.

Pro zhotovení kotev, mikropilot a hřebíků platí stejná klimatická omezení jako pro piloty. U nastřelovaných hřebíků lze provádět práce bez klimatických omezení.

Injekční práce lze provádět bez zvláštních opatření do teploty vzduchu +5°C. Při nižších teplotách musí být injekční stanice zatepleny, aby nedošlo ke zmrznutí injekční směsi. Při pracích v uzavřeném prostoru z obou stran není nebezpečí ze zmrznutí směsi. Teplota v injekční stanici musí být vždy taková, aby mohly být provedeny spolehlivě kontrolní zkoušky.

Tryskovou injektáž lze provádět i při nízkých teplotách s tím, že výrobní výplachu a injekční směsi se musí zateplit. Zateplena musí být i zásobní nádrž injekční směsi.

Zlepšení zemín mísením s pojivem-deep mixing- (suchá metoda) lze provádět bez zvláštních opatření i při teplotách pod bodem mrazu, pokud nepromrzne povrchová vrstva terénu do takové hloubky, která by ztěžovala penetraci nástroje. U mokré metody platí obdobné předpisy jako u injektážních prací, tj. bez omezení lze práce provádět do teploty vzduchu +5°C. Při nižších teplotách musí být injekční stanice zatepleny, aby nedošlo ke zmrznutí injekční směsi při mokré mísení.

## **24.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **24.8.1 Odsouhlasení prací**

Odsouhlasení prací znamená, že předmětné práce byly provedeny v souladu se závazky zhotovitele ve smlouvě o dílo, tj., že jejich poloha, tvar, rozměry, jakost a ostatní charakteristiky odpovídají požadavkům dokumentace, TKP, ZTKP a případně dalším dokumentům smlouvy. Toto odsouhlasení je nutné pro:

- zahájení následujících prací, které na posuzované práce navazují nebo je zakryjí,
- potvrzení plateb za provedené práce.

Zhotovitel musí i nadále o odsouhlasené práce řádně pečovat, udržovat je a zodpovídá za vzniklé škody až do doby převzetí prací objednatelem, pokud je ve smlouvě o dílo dohodnuto nositelství nebezpečí škod na zhotoviteli.

Požadavek na odsouhlasení prací předkládá zhotovitel objednateli/stavebnímu dozoru písemnou formou. K žádosti se přikládají doklady prokazující řádné provedení prací, pokud jsou pro konkrétní práce předepsány nebo připadají v úvahu, tj.:

- výsledky kontrolních zkoušek a jejich porovnání s průkazními zkouškami a ustanoveními smlouvy o dílo,
- doklady o kvalitě stanovených výrobků podle zákona č. 22/1997 ve znění nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ujištěním o vydání prohlášení o shodě,
- doklady o kvalitě ostatních výrobků podle zákona č. 22/1997 ve znění nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ujištěním o vydání prohlášení o shodě,
- výsledky kontrolních měření,
- změřené výměry,
- geodetické zaměření,
- všechny ostatní doklady požadované smlouvou o dílo a obecně závaznými předpisy nebo objednatelem/stavebním dozorem.

Odsouhlasení provede objednatel/stavební dozor jen pokud bylo dodrženo provedení podle dokumentace a kvalita odpovídá požadavkům TKP a ZTKP.

Odsouhlasením prací se neruší závazky zhotovitele vyplývající ze smlouvy o dílo.



### 24.8.2 Převzetí prací

Převzetí prací se provádí pro celé dílo nebo pro jeho jednotlivé části (objekt, provozní soubor, jejich části, úsek) ve shodě s požadavkem objednatele, který je uveden ve smlouvě o dílo.

Převzetí prací se uskutečňuje přejímacím řízením, které svolává objednatel/stavební dozor po oznámení zhotovitele, že dokončil příslušný objekt, úsek nebo celou stavbu. Podmínkou uskutečnění přejímacího řízení je provedení přejímacích zkoušek s kladným výsledkem, pokud jsou zkoušky v obsahu smlouvy o dílo požadovány.

K převzetí prací je ze strany zhotovitele vždy třeba předložit zejména tyto základní doklady:

- kompletní projektová dokumentace a dokumentace zhotovitele (obě dokumentace s vyznačením všech provedených změn),
- speciální doklady uvedené ve smlouvě o dílo a doklady podle specifikace jednotlivých prací, které jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách TKP,
- zápisy o odsouhlasení následně zakrytých nebo nepřístupných prací, konstrukcí nebo zařízení objednatelem/stavebním dozorem,
- zápisy a protokoly o zkouškách, měřeních, odzkoušení smontovaných zařízení,
- revizní zprávy,
- výsledky zatěžovacích zkoušek,
- dokumentaci prokazující kvalitu použitých výrobků (materiálů, dílců a konstrukcí), tj. kopie prohlášení o shodě, certifikátů atd. včetně výsledků a hodnocení zkoušek,
- výsledky kontrolních měření, měření posunů a přetvoření,
- dokumentaci skutečného provedení stavby,
- stavební deníky,
- všechny další doklady, které objednatel/stavební dozor požadoval v průběhu stavby.

Se žádostí o zahájení přejímacího řízení zhotovitel předloží na základě všech výše uvedených dokumentů zprávu o hodnocení jakosti díla.

Pokud objednatel připraví k přejímacímu řízení vlastní celkové hodnocení jakosti provedených prací, předá kopii zhotoviteli a následnému správci. Podkladem je zpráva o hodnocení jakosti zpracovaná zhotovitelem, závěry objednatele/stavebního dozoru k činnosti zhotovitele a výsledky zkoušek a měření objednatele.

Převzetí prací uskuteční objednatel/stavební dozor pouze tehdy, když všechny přebírané práce jsou provedeny ve shodě s dokumentací stavby, s požadavky TKP, ZTKP a případnými odsouhlaseními změnami.

Přejímací řízení se uzavře „Protokolem o převzetí prací“, který vystaví objednatel/stavební dozor. Od okamžiku převzetí prací přechází povinnost pečovat o dílo nebo jeho část na objednatele, který se stává odpovědným za škody vzniklé na díle, pokud nevyplynou z vadného plnění zhotovitele.

Převzetím prací se neruší zbývající závazky zhotovitele určené smlouvou o dílo a obecně závaznými právními předpisy, tj. zejména odpovědnost za vady díla.

Převzetí prací se řídí ustanoveními smlouvy o dílo.

## 24.9 KONTROLNÍ MĚŘENÍ, MĚŘENÍ POSUVŮ A PŘETVOŘENÍ

Měření deformací jednotlivých základových prvků se běžně neprovádí, kromě zatěžovacích zkoušek popsáných v článcích 24.4 této části a kapitoly TKP. Měření posunů se provádí u pažicích konstrukcí (jednostranně trvale obnažených pilotových stěn a podzemních stěn). Měření sedání nebo pootočení celých základů po zatížení stavbou může být předepsáno dokumentací u konstrukcí citlivých na nerovnoměrné sedání. V takovém případě se měření provádí podle dokumentace kontrolního sledování, která předepisuje instrumentaci a monitoring díla. Měření lze provádět pomocí elektrických nebo mechanických snímačů, přesné nivelace, elektrických vodováh, vertikálních a horizontálních inklinometrů, extenzometrů, holografických hranolů, piezometrů atp..

Zvláštním případem jsou tzv. předtížené piloty, tj. takové, u nichž se požaduje, aby nepřízná deformace podloží proběhla ještě před zatížením piloty nebo základu stavbou. Předtížení a měření sedání jednotlivých pilot probíhá podle schváleného technologického předpisu.

Trysková injektáž a technologie deep mixing, řízené správným způsobem, vyvolávají deformace pomalé nebo minimální. Při provádění těchto prací se musí měřit deformace okolního terénu a staveb. Deformace se kontrolují nivelačním přístrojem nebo hydrostatickou nivelací. Rozsah měření deformací stanoví projektová dokumentace.

O každém měření zhotovitel vypracuje zprávu, podle požadavků projektové dokumentace.

Všechna výše uvedená měření smí provádět fyzická nebo právnická osoba splňující požadavky kapitoly 1 TKP která byla odsouhlasena objednatel.

## **24.10 EKOLOGIE**

### **24.10.1 Všeobecně**

Zásady ochrany životního prostředí se řídí obecnými právními předpisy (zákony č. 17/1992 Sb., č. 114/1992 Sb., ve znění zákona č. 347/92 Sb., zákona č. 289/95 Sb., prováděcí vyhlášky č. 395/1992 Sb., a č. 244/1992 Sb., ve znění zákona č. 100/01 Sb.) a obecnými ustanoveními kapitoly 1 TKP ustanoveními stavebního povolení a rozhodnutími ostatních orgánů státní správy. Při pracích prováděných podle této kapitoly TKP je třeba brát vřetel na charakter prací spojený s významnými zásahy do horninového prostředí. Práce prováděné v oblastech se zvláštním režimem (národní parky, CHKO, pásma hygienické ochrany vodních zdrojů, lázní a zřidel atp.) se kromě obecných předpisů řídí ustanoveními příslušných státních orgánů vydávajících pro dané práce povolení. Omezení ve stavební činnosti nebo způsobu provádění prací jsou součástí dokumentace. Zhotovitel je povinen se těmito omezeními řídit. Objednatel/stavební dozor kontroluje dodržování předepsaných omezení.

Výběr technologie provádí zhotovitel s ohledem na požadavky na ochranu životního prostředí a zejména v exponovaných lokalitách zhotovitel volí technologie méně zatěžující okolí hlukem, prachem, emisemi spalovacích motorů a vibracemi. Materiály a hmoty, které budou trvale nebo dočasně ve styku s horninovým prostředím a podzemní a povrchovou vodou, musí splňovat požadavky uvedené v oddíle 24.A.2 této části a kapitoly TKP. Jejich součástí jsou též průkazní zkoušky hygienické nezávadnosti materiálu. Atest je součástí dodávky prací.

## **24.11 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA**

### **24.11.1 Všeobecně**

Obecné zásady bezpečnosti práce a technických zařízení a požární ochrany stanoví obecně platné předpisy (Vyhláška č. 324/90 Sb., Vyhláška č. 26/89 Sb., Zákon č. 203/94 Sb.) a ustanovení kapitoly 1 TKP.

### **24.11.2 Práce s mechanizmy**

Při pracích zvláštního zakládání je třeba provádět ustavení těžební, vrtné nebo beraníci soupravy a jejího příslušenství tak, aby zajišťovalo bezpečný provoz stroje i bezpečnost v prostoru nebezpečného dosahu stroje (§ 2, písm. e Vyhl. č. 324/90 Sb.).

Stroje může samostatně obsluhovat pouze pracovník, který má na tuto činnost příslušnou odbornou způsobilost.

Při činnosti mechanismu je odpovědný pracovník povinen vytyčit bezpečnostní prostor z hlediska možného ohrožení pádem stroje, náradí nebo materiálu. Do tohoto prostoru mají vstup povolen pouze určení pracovníci. Při provozu strojů musí být vyloučen kontakt pracovníků s jeho pohyblivými nebezpečnými částmi.

Dojde-li ke vzniku havarijní situace při těžbě vrtu velkoprofilové piloty nebo rýhy podzemní stěny, která je charakterizována náhlým poklesem pažící suspenze (při poklesu o 1 m v době kratší než 5 min.), nebo vytvořením kaverny ve svrchní části vrtu nebo rýhy vypadnutím materiálu do vrtu nebo rýhy, je nutno okamžitě provést následující bezpečnostní opatření:

- odsunout stroj a zařízení z ohroženého prostoru - zastavit dopravu kolem ohroženého prostoru,
- zahustit suspenzi a vyplnit místa pravděpodobného úniku suspenze těsnícím materiálem nebo sanovat vrt nebo rýhu stabilizací, nebo samotvrdnoucí suspenzí.

### 24.11.3 Ochranná pásma

Práci v ochranných pásmech upravují příslušné články kapitoly 1 TKP.

### 24.11.4 Ohrazení pracoviště

Obecné předpisy pro ohrazení pracoviště upravuje kapitola 1 TKP. Možné zdroje ohrožení života a zdraví osob vznikající při pracích podle kapitoly 24 TKP (otvory, jámy, rýhy, nestabilní konstrukce a stavební díly, stroje) je povinen zhotovitel zajistit tak, aby ohrožení bylo vyloučeno.

## 24.12 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY

Uvedené související normy a předpisy vycházejí z aktuálního stavu v době zpracování TKP, resp. jejich aktualizace. Uživatel TKP odpovídá za použití aktuální verze výchozích podkladů ve smyslu kap. 1.3 TKP, tj. právních předpisů, technických norem a předpisů a předpisů ČD.

### 24.12.1 Technické normy

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN EN 1536        | Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty                                                                                                                                                                                                         |
| ČSN EN 12699       | Provádění speciálních geotechnických prací – Ražené piloty                                                                                                                                                                                                         |
| ČSN EN 1538        | Provádění speciálních geotechnických prací – Podzemní stěny                                                                                                                                                                                                        |
| ČSN EN 12063       | Provádění speciálních geotechnických prací – Štětové stěny                                                                                                                                                                                                         |
| ČSN EN 1537        | Provádění speciálních geotechnických prací – Injektované horninové kotvy                                                                                                                                                                                           |
| ČSN EN 12715       | Provádění speciálních geotechnických prací – Injektáže                                                                                                                                                                                                             |
| ČSN EN 12716       | Provádění speciálních geotechnických prací – Trysková injektáž                                                                                                                                                                                                     |
| ČSN P ENV 1992-1-1 | Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby                                                                                                                                                                          |
| ČSN P ENV 1992-1-5 | Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-5: Obecná pravidla. Konstrukce s nesoudržnou a vnější předpínací výztuží                                                                                                                                                  |
| ČSN P ENV 1993-1-1 | Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla                                                                                                                                                                                                         |
| ČSN P ENV 1997-1   | Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1 : Obecná pravidla                                                                                                                                                                                                     |
| *EN 14199          | Execution of special geotechnical works – Micropiles                                                                                                                                                                                                               |
| *EN 14490          | Execution of special geotechnical works – Soil nailing                                                                                                                                                                                                             |
| *EN 14679          | Execution of special geotechnical works – Deep mixing                                                                                                                                                                                                              |
| *EN 14731          | Execution of special geotechnical works - Ground treatment by deep vibration                                                                                                                                                                                       |
| ČSN EN 459-1       | Stavební vápno - Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody                                                                                                                                                                                                    |
| ČSN EN 459-2       | Stavební vápno - Část 2: Zkušební metody                                                                                                                                                                                                                           |
| ČSN EN 459-3       | Stavební vápno - Část 3: Hodnocení shody                                                                                                                                                                                                                           |
| ČSN EN 791         | Vrtné soupravy - Bezpečnost                                                                                                                                                                                                                                        |
| ČSN EN 996         | Souprava pro pilotovací práce – Bezpečnostní požadavky                                                                                                                                                                                                             |
| ČSN ISO 8501-1     | Příprava ocelových konstrukcí před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků |
| ČSN ISO 8501-2     | Příprava ocelových konstrukcí před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 2: Stupně přípravy dříve natřeného ocelového podkladu po místním odstranění předchozích povlaků                                     |
| ČSN 03 8374        | Zásady protikorozi ochrany podzemních kovových zařízení.                                                                                                                                                                                                           |
| ČSN EN 10025 + A1  | Výrobky válcované za tepla z nelegovaných konstrukčních ocelí. Technické dodací podmínky (obsahuje změnu A1:1993)                                                                                                                                                  |
| ČSN EN 10079       | Hutnictví železa. Definice ocelových výrobků                                                                                                                                                                                                                       |
| ENV 10080          | Steels for reinforcement of concrete – Weldable ribbed reinforcing steels B500                                                                                                                                                                                     |

|                |                                                                                                                                                                |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN EN 10113-1 | Výrobky válcované za tepla ze svařitelných jemnozrnných konstrukčních ocelí. Část 1: Všeobecné dodací podmínky                                                 |
| ČSN EN 10113-2 | Výrobky válcované za tepla ze svařitelných jemnozrnných konstrukčních ocelí. Část 2: Dodací podmínky pro normalizačně žíhané nebo normalizačně válcované oceli |
| *EN 10138-4    | Prestressing steels - Bars                                                                                                                                     |
| ČSN EN 10204   | Kovové výrobky. Druhy dokumentů kontroly                                                                                                                       |
| ČSN EN 10210-1 | Duté profily tvářené za tepla z nelegovaných a jemnozrnných konstrukčních ocelí. Část 1: Technické dodací předpisy                                             |
| ČSN EN 10210-2 | Duté profily tvářené za tepla z nelegovaných a jemnozrnných ocelí - Část 2: Rozměry, úchytky a statické hodnoty                                                |
| ČSN EN 10219-1 | Svařované duté profily z konstrukčních nelegovaných a jemnozrnných ocelí, tvářené za studena - Část 1: Technické dodací podmínky                               |
| ČSN EN 10219-2 | Svařované duté profily z konstrukčních nelegovaných a jemnozrnných ocelí, tvářené za studena - Část 2: Rozměry, úchytky a statické hodnoty                     |
| ČSN EN 10248-1 | Štětovnice válcované za tepla z nelegovaných ocelí - Část 1: Technické dodací podmínky                                                                         |
| ČSN EN 10248-2 | Štětovnice válcované za tepla z nelegovaných ocelí - Část 2: Mezní úchytky rozměrů a tolerance tvaru                                                           |
| ČSN EN 10249-1 | Štětovnice tvářené za studena z nelegovaných ocelí - Část 1: Technické dodací podmínky                                                                         |
| ČSN EN 10249-2 | Štětovnice tvářené za studena z nelegovaných ocelí - Část 2: Mezní úchytky rozměrů a tolerance tvaru                                                           |
| ČSN EN 12350-2 | Zkoušení čerstvého betonu – Část 2: Zkouška sednutí                                                                                                            |
| ČSN 42 0135    | Tyče tvarované z konstrukčních ocelí za tepla. Technické dodací předpisy                                                                                       |
| ČSN 42 0250    | Trubky bezšvové z ocelí tříd 10 až 16 tvářené za tepla. Technické dodací předpisy                                                                              |
| ČSN 48 0055    | Jehličnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky                                                                                                      |
| ČSN 49 0600-1  | Ochrana dřeva – Základní ustanovení – Část 1: Chemická ochrana                                                                                                 |
| ČSN 49 0600-4  | Ochrana dřeva. Základní ustanovení. Ochrana nátěrovými látkami                                                                                                 |
| ČSN 49 0609    | Ochrana dřeva. Skúšanie akostí ochrany dřeva                                                                                                                   |
| ČSN 49 0616-2  | Ochrana dřeva. Impregnácia drevených podvalov. Dvojitý spôsob podľa Rüpinga. Modifikovaný spôsob                                                               |
| ČSN 49 1531-1  | Dřevo na stavební konstrukce. Část 1: Vizuální třídění podle pevnosti                                                                                          |
| ČSN 72 1000    | Keramické suroviny. Společná ustanovení                                                                                                                        |
| ČSN 73 0036    | Seismická zatížení staveb                                                                                                                                      |
| ČSN 73 0040    | Zatížení stavebních objektů technickou seismickou a jejich odezva                                                                                              |
| ČSN 73 0202    | Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení                                                                                                          |
| ČSN 73 0205    | Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesnosti                                                                                             |
| ČSN ISO 7077   | Geometrická přesnost ve výstavbě. Měřické metody ve výstavbě. Všeobecné zásady a postupy pro ověřování správnosti rozměrů                                      |
| ČSN P 73 0600  | Ochrana staveb proti vodě. Hydroizolace. Základní ustanovení.                                                                                                  |
| ČSN 73 1002    | Pilotové základy                                                                                                                                               |
| ČSN 73 1201    | Navrhování betonových konstrukcí                                                                                                                               |
| ČSN 73 2400    | Provádění a kontrola betonových konstrukcí.                                                                                                                    |
| ČSN EN 206-1   | Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda                                                                                                        |
| ČSN 73 2810    | Dřevěné stavební konstrukce. Provádění                                                                                                                         |
| ČSN 73 6133    | Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací                                                                                                     |
| ČSN 73 6205    | Navrhování ocelových mostů                                                                                                                                     |
| ČSN 73 6206    | Navrhování betonových a železobetonových mostních konstrukcí                                                                                                   |
| ČSN 73 6207    | Navrhování mostních konstrukcí z předpjatého betonu                                                                                                            |
| ČSN 73 6320    | Příjezdné přířezy na drahách celostátních, drahách regionálních a vlečkách normálního rozchodu                                                                 |
| ČSN 83 8030    | Skládování odpadů - Základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek                                                                                        |

Normy označené \*EN jsou evropské normy v návrhu. Po svém schválení a nabytí platnosti budou součástí těchto TKP. V současném znění mají informativní charakter.

### 24.12.2 Předpisy

|                                 |                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vyhláška č. 26/1989 Sb.         | o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu     |
| Vyhláška č. 324/1990 Sb.        | o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích                                                                               |
| Vyhláška MŽP<br>č. 337/1997 Sb. | kteou se vydává Katalog odpadů a stanoví další seznamy odpadů (Katalog odpadů)                                                                  |
| Vyhláška MŽP<br>č. 338/1997 Sb. | Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podrobnostech nakládání s odpady                                                                    |
| Zákon č. 17/1992 Sb.            | o životním prostředí                                                                                                                            |
| Zákon č. 22/1997 Sb.            | o technických požadavcích na výrobky ve znění zákona č. 71/2000 Sb. a 102/01 Sb.                                                                |
| Zákon č. 100/2001               | Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)          |
| Zákon č. 114/1992 Sb.           | o ochraně přírody a krajiny, ve znění zákona č. 347/1992 Sb., o provádění vyhlášky č. 395/1992 Sb.                                              |
| Zákon č. 185/2001 Sb.           | o odpadech                                                                                                                                      |
| Zákon č. 203/1994 Sb.           | o požární ochraně (inění a doplňuje zákon č. 133/1985 Sb., ve znění zákona č. 425/1990 Sb. a 40/1994 Sb.)                                       |
| Zákon č. 244/1992 Sb.           | o posuzování vlivů na životní prostředí.                                                                                                        |
| Zákon č. 289/1995               | Zákon o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon)                                                                              |
| Zákon č. 347/1992               | Zákonné opatření předsednictva České národní rady, kterým se mění zákon České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny         |
| Zákon č. 360/1992               | Zákon České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě |
| NV č. 163/2002 Sb.              | Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky                                                               |

### 24.12.3 Související kapitoly TKP a jiné předpisy ČD

Kapitola 1 - Všeobecně

Kapitola 17 - Beton pro konstrukce

Kapitola 18 - Betonové mosty a konstrukce

Kapitola 19 - Ocelové mosty a konstrukce

Kapitola 25 - Protikorozi ochrana úložných zařízení a konstrukcí

SR 5/7 – Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů

### 24.12.4 Související předpisy MD odbor PK

TP 93 – Návrh a provádění staveb pozemních komunikací s využitím popílků a popelů

## Příloha 1 Popis metody a technologické zařízení pro „deep mixing“

Hloubkové zlepšování zemín mísením se provádí mechanickým rozrušováním zeminy svislým pohybem rotující jednotky, dávkováním pojiva a jeho homogenizací v zemině během penetrace a/nebo vytahování sutyčů. Hloubkové zlepšení se může provádět jak dávkováním suchého pojiva (suché mísení) tak dávkování tekuté injekční směsi (mokré mísení).

U suchého mísení se pojivo dávákuje stlačeným vzduchem. Jako pojivo se používá pálené (nehašené) vápno a cement. Rovněž se používá směs cementu, vápna, sádry, vysokopecní strusky nebo popílku. Suché mísení se používá ke zlepšení vlastností soudržných zemín. Vlhkost zeminy by měla být >20%.

U mokrého mísení je transportním médiem voda. Jako pojivo se nejčastěji používá cementová injekční směs do které se mohou přidat přísady a plnidlo (písek). Mokré mísení se používá v nesoudržných (písčitých) zeminách.

Obvyklé parametry stroje pro zlepšování zemín (skandinávská metoda) jsou v tabulce 1.

Tab. 1

| Mísicí souprava                        | Suché mísení              | Mokré mísení                    |
|----------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Počet mísících sutyčů u jednoho stroje | 1                         | 1-3                             |
| Průměr mísicího nástroje               | 0,4-1,0 m                 | 0,4-0,9 m                       |
| Maximální dosažitelná hloubka zlepšení | 25 m                      | 25 m                            |
| Dávkování pojiva                       | Dnem sutyčů               | Tyčí                            |
| Injektážní tlak                        | 400-800 kPa               | 500-1000 kPa                    |
| Dávkované množství                     | 50-300 kg/min             | 0,08-0,25 m <sup>3</sup> /min   |
| Rychlost penetrace sutyčů              | 2-6 m/min                 | 0,5-1,5 m/min                   |
| Rychlost vytahování sutyčů             | 1,5-6 m/min               | 3,0-5,0 m/min                   |
| Rychlost rotace mísící vrtulky         | 100-200 ot/min            | 25-50 ot/min                    |
| Číslo rotace vrtulky*                  | 150-500 na m              | Obvykle průběžný šnek           |
| Množství dávkovaného pojiva            | 100-250 kg/m <sup>3</sup> | 80-450 kg/m <sup>3</sup>        |
| Rychlost při vytahování (penetraci)    | 10-30 mm/ot               | 10-100 mm/ot                    |
| Dávkování pojiva                       | Obvykle při vytahování    | Při penetraci a/nebo vytahování |

\* Celkový počet otáček mísících noží během vytvoření 1m sloupu zlepšené zeminy.

Nejvhodnější pojivo nebo kombinace pojiva a plnidla pro běžné typy zemín jsou v tabulce 2.

Tab. 2

| Zemina                      | Pojivo                                                                |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Jíl                         | Vápno nebo vápno+cement                                               |
| Organický jíl nebo hnilokal | Vápno+cement nebo cement+drcená vysokopecní struska nebo vápno+sádra  |
| Rašelina                    | Cement nebo cement+drcená vysokopecní struska nebo vápno+sádra+cement |
| Spraš, sprašová hlína       | Vápno+cement nebo cement                                              |

Pro vysoce organické zeminy nebo zeminy kašovitě konzistence se používají i jiné směsi pojiv (např. směs popílku, sádry a cementu). Do některých směsí se přidává bentonit.

## TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB ČESKÝCH DRAH

Vydavatel: České dráhy, a.s.

**P r v n í v y d á n í / z roku 1996/ bylo vyhotoveno a připomínkováno v tomto složení:**

Zpracovatel: PRAGOPROJEKT, a.s., a SUDOP Praha, a.s.

Zpracovatel kap. 24:

Technická rada:

**T ř e t í - aktualizované v y d á n í vč. změny č. 4 /z roku 2003/ :**

Zpracovatel:

Gestor kapitoly 24:

Zpracovatel připomínek ke kapitole 24:

Distribuce: České dráhy, a.s.  
Technická ústředna dopravní cesty - Sekce technické dokumentace  
772 58 Olomouc, Nerudova 1  
tel.  
fax  
e-mail:

**Ověřovací doložka změny datového formátu dokumentu podle § 69a zákona č. 499/2004 Sb.**

**Doložka číslo:** 4987669

**Původní datový formát:** application/pdf

**UUID původní komponenty:** 25c646b6-a4c6-415d-8230-ce935b05b3ad

**Jméno a příjmení osoby, která změnu formátu dokumentu provedla:**

System ERMS (zpracovatel dokumentu Eva PROCHÁZKOVÁ)

**Subjekt, který změnu formátu provedl:** Správa železnic, státní organizace

**Datum vyhotovení ověřovací doložky:** 08.10.2024 15:51:08



52106f7b-dd67-43c5-af3c-8eba9b062c63