



MINISTERSTVO DOPRAVY  
Odbor pozemních komunikací

# TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

## **Kapitola 24** **TUNELY**

Schváleno Ministerstvem dopravy, Odborem pozemních komunikací  
pod č. j. MD-42972/2023-930/2 ze dne 2.1.2024 s účinností od 15.1.2024 a se současným  
zrušením třetího znění této kapitoly TKP schváleného Ministerstvem dopravy, Odborem  
silniční infrastruktury pod č. j. 341/07-910-IPK/1 ze dne 20. dubna 2007

prosinec 2023

## OBSAH

<b>24 TUNELY .....</b>	<b>5</b>
24.1 Všeobecně .....	5
24.2 Výklad kapitoly .....	5
24.3 Výchozí technické předpisy, normy a dokumenty .....	5
24.4 Kombinace požadavků .....	5
24.5 Názvosloví a značky .....	5
<b>24.A STAVEBNÍ ČÁST .....</b>	<b>5</b>
<b>24.A.1 ÚVOD .....</b>	<b>5</b>
24.A.1.1 Všeobecně .....	5
24.A.1.2 Rozsah kapitoly .....	6
24.A.1.3 Odborná způsobilost a požadavky na kvalifikaci .....	6
24.A.1.4 Zajištění bezpečnosti, základní ustanovení .....	7
24.A.1.5 Geodetická činnost .....	7
24.A.1.6 Bludné proudy .....	7
24.A.1.7 Názvosloví a značky .....	7
<b>24.A.2 POPIS A KVALITA VÝROBKŮ A MATERIÁLŮ .....</b>	<b>7</b>
24.A.2.1 Všeobecně .....	7
24.A.2.2 Kvalita stavebních výrobků, materiálů, stavebních směsí a prvků .....	8
24.A.2.3 Změna materiálu .....	8
24.A.2.4 Požadavek nehořlavosti, požární odolnosti .....	8
24.A.2.5 Monolitický beton .....	8
24.A.2.6 Injektážní směs .....	9
24.A.2.7 Mezerovitý beton s drenážní funkcí (beton s otevřenou strukturou) .....	9
24.A.2.8 Samozhutnitelný beton .....	9
24.A.2.9 Stříkaný beton .....	9
24.A.2.10 Výztuž betonu .....	11
24.A.2.11 Izolační souvrství .....	11
24.A.2.12 Ostění z monolitického betonu .....	12
24.A.2.13 Prefabrikované (segmentové) ostění .....	14
24.A.2.14 Doplnková opatření .....	15
24.A.2.15 Prvky stavebního vybavení tunelové stavby .....	16
<b>24.A.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ .....</b>	<b>20</b>
24.A.3.1 Všeobecně .....	20
24.A.3.2 Hloubené objekty .....	21
24.A.3.3 Tunely ražené cyklickou ražbou (konvenční ražení) .....	21
24.A.3.4 Tunely ražené kontinuálně .....	22
24.A.3.5 Ražba .....	22
24.A.3.6 Primární ostění .....	25
24.A.3.7 Sekundární ostění .....	27
24.A.3.8 Sekundární ostění z monolitického betonu .....	27
24.A.3.9 Ostění tunelu ze stříkaného betonu .....	30
24.A.3.10 Zvláštní druhy betonáže .....	32
24.A.3.11 Provádění izolačního souvrství .....	32
24.A.3.12 Provádění ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů .....	32
24.A.3.13 Odvodnění .....	33
24.A.3.14 Vozovky a chodníky .....	33
24.A.3.15 Větrání při výstavbě .....	33
24.A.3.16 Osvětlení tunelu při výstavbě .....	33
24.A.3.17 Injektování horninového prostředí .....	34
24.A.3.18 Trhací práce .....	34
24.A.3.19 Likvidace mimořádných událostí .....	35
24.A.3.20 Škody .....	36
<b>24.A.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>36</b>
24.A.4.1 Dodávka a odběr zásilky .....	36
24.A.4.2 Skladování .....	36
24.A.4.3 Průkazní zkoušky .....	36
<b>24.A.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>39</b>
24.A.5.1 Všeobecně .....	39
24.A.5.2 Kontrolní zkoušky .....	39

24.A.5.3 Kontrola tvarů a rozměrů konstrukce .....	41
<b>24.A.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY .....</b>	<b>41</b>
24.A.6.1 Obecně .....	41
24.A.6.2 Primární ostění .....	41
24.A.6.3 Sekundární ostění .....	42
24.A.6.4 Izolační systém .....	42
24.A.6.5 Chyba v přípustných odchylkách .....	42
<b>24.A.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ.....</b>	<b>42</b>
24.A.7.1 Betonáž za zvláštních klimatických podmínek.....	42
24.A.7.2 Betonáž.....	42
24.A.7.3 Realizace zpětných zásypů a speciálních zemních konstrukcí .....	42
<b>24.A.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ.....</b>	<b>43</b>
24.A.8.1 Odsouhlasení prací .....	43
24.A.8.2 Zakryté konstrukce .....	43
24.A.8.3 Převzetí prací.....	43
24.A.8.4 Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS).....	43
24.A.8.5 Úhrada prací .....	43
<b>24.A.9 GEOTECHNICKÁ BEZPEČNOST.....</b>	<b>44</b>
24.A.9.1 Všeobecně .....	44
24.A.9.2 Řízení geomechanické bezpečnosti .....	44
24.A.9.3 Geotechnický monitoring (GTM).....	44
24.A.9.4 Varovné stavy .....	45
24.A.9.5 Supervize geotechnického monitoringu .....	46
24.A.9.6 Podrobná pasportizace.....	46
<b>24.A.10 EKOLOGIE .....</b>	<b>46</b>
24.A.10.1 Obecně.....	46
24.A.10.2 Hluk.....	46
24.A.10.3 Likvidace důlních vod .....	46
24.A.10.4 Práce v podzemním díle ohroženém přívaly vod a zvodnělého materiálu.....	46
24.A.10.5 Vyvolaná opatření .....	47
<b>24.B TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ TUNELŮ (TVT).....</b>	<b>48</b>
<b>24.B.1 ÚVOD .....</b>	<b>48</b>
24.B.1.1 Všeobecně.....	48
24.B.1.2 Rozsah části kapitoly 24.B.....	49
24.B.1.3 Odborná způsobilost .....	49
<b>24.B.2 POPIS A KVALITA JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ TVT.....</b>	<b>49</b>
24.B.2.1 Všeobecně.....	49
24.B.2.2 Požadavky na jednotlivé části TVT .....	51
24.B.2.3 Další doporučení pro projektování, dodávky a montáž TVT.....	51
<b>24.B.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ.....</b>	<b>52</b>
24.B.3.1 Všeobecně.....	52
24.B.3.2 Elektrotechnická zařízení.....	52
24.B.3.3 Osvětlení.....	52
24.B.3.4 Větrací systémy .....	53
24.B.3.5 Dopravní značky a zařízení.....	53
<b>24.B.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY.....</b>	<b>53</b>
24.B.4.1 Dodávka a odběr zásilky.....	53
24.B.4.2 Skladování .....	53
24.B.4.3 Průkazní zkoušky.....	53
<b>24.B.5 KONTROLNÍ ZKOUŠKY PRO TVT.....</b>	<b>53</b>
24.B.5.1 Kontrolní zkoušky výrobce TVT .....	53
24.B.5.2 Kontrolní zkoušky zabudovaných výrobků TVT v průběhu montáže .....	53
<b>24.B.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY .....</b>	<b>54</b>
24.B.6.1 Všeobecně.....	54
<b>24.B.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ PRO MONTÁŽ TVT .....</b>	<b>54</b>
24.B.7.1 Všeobecně.....	54
<b>24.B.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ .....</b>	<b>54</b>
24.B.8.1 Všeobecně.....	54
24.B.8.2 Odsouhlasení prací.....	54
24.B.8.3 Individuální funkční zkoušky (IFZ).....	54

24.B.8.4 Komplexní funkční zkoušky (KFZ).....	54
24.B.8.5 Komplexní zkouška technologického systému tunelu (KZ).....	54
24.B.8.6 Zkouška PBZ .....	55
24.B.8.7 Měření vlivu bludných proudů .....	55
24.B.8.8 Převzetí prací.....	55
<b>24.B.9 SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ A MIMOŘÁDNÝCH STAVŮ.....</b>	<b>55</b>
24.B.9.1 Všeobecně.....	55
<b>24.B.10 EKOLOGIE .....</b>	<b>56</b>
24.B.10.1 Všeobecně.....	56
<b>24.C SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY .....</b>	<b>57</b>
24.C.1 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ NORMY – ČÁST 24.A.....	57
24.C.2 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ NORMY – ČÁST 24.B.....	59
24.C.3 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY .....	60
24.C.4 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ TECHNICKÉ PŘEDPISY MD.....	62
<b>PŘÍLOHA 24.P1 POUŽITÉ ZKRATKY A JEJICH VÝKLAD .....</b>	<b>63</b>
<b>PŘÍLOHA 24.P2 VÝKLAD POJMŮ .....</b>	<b>64</b>
<b>PŘÍLOHA 24.P3 STATUT RADY MONITORINGU STAVBY (RAMO).....</b>	<b>67</b>
<b>PŘÍLOHA 24.P4 GEOTECHNICKÝ MONITORING (GTM).....</b>	<b>70</b>
<b>PŘÍLOHA 24.P5 INDUKOVANÉ ÚČINKY SOUVISEJÍCÍ SE STAVBOU .....</b>	<b>72</b>
<b>PŘÍLOHA 24.P6 POŽADAVKY K OBSAHŮM TECHNOLOGICKÝCH PŘEDPISŮ PRACÍ (TePř) PROVÁDĚNÝCH HORNICKÝM ZPŮSOBEM.....</b>	<b>73</b>
<b>PŘÍLOHA 24.P7 VLASTNOSTI ODRAZNÉ (SJEDNOCUJÍCÍ) VRSTVY .....</b>	<b>74</b>

## 24 TUNELY

### 24.1 Všeobecně

TKP kapitola 24 Tunely jsou rozděleny na dvě části:

Část A – stavební část;

Část B – technologické vybavení tunelů.

TKP jsou vydány pouze v elektronické podobě ve formátu .pdf (Portable Document Format) a jsou dostupné na [pjk.rsd.cz](http://pjk.rsd.cz). V tištěné podobě jsou vydány pouze pro schvalovací řízení Ministerstva dopravy a pro řešení případných sporů, přičemž jeden zapečetěný výtisk je uložen na Ministerstvu dopravy a dva na Ředitelství silnic a dálnic ČR. V případě náhodných odlišností platí ustanovení tištěného vydání.

### 24.2 Výklad kapitoly

Tato kapitola se musí vykládat a chápat ve smyslu ustanovení, pokynů a doporučení uvedených v TKP 1 – Všeobecně. Použití kapitoly 24 je možné pouze společně s TKP 1. Přílohy TKP 24 mají stejnou závaznost jako text vlastní kapitoly.

### 24.3 Výchozí technické předpisy, normy a dokumenty

Tyto TKP navazují na ČSN EN 206+A2, ČSN EN/ENV, ČSN a TP MD případně, na jiné technické předpisy, normy a dokumenty, na které jsou v jednotlivých ustanoveních TKP příslušné odkazy a je stanovena jejich úplná nebo omezená závaznost pro definování požadavků na hmoty, materiály, výrobky, provádění prací, zkoušení a další činnosti související s tunely. Veškeré uvedené zákony, vyhlášky a nařízení vlády jsou platné ve znění pozdějších předpisů.

### 24.4 Kombinace požadavků

TKP jsou zpracovány s ohledem na požadavky příslušných zákonů, vyhlášek a nařízení vlády, ČSN a jiných technických předpisů a dokumentů s tím, že některé jejich požadavky upřesňují a doplňují. V případech, kdy jsou požadovány jiné práce než práce obsažené v této kapitole TKP nebo je potřeba změnit nebo doplnit ustanovení této kapitoly nebo se jedná o ojedinělé technické řešení, stanoví Objednatel podmínky ve zvláštních technických kvalitativních podmínkách stavby (dále jen ZTKP).

### 24.5 Názvosloví a značky

Názvosloví, většina zkratk a definice pojmů jsou uvedeny zejména v ČSN 73 7501, TP 98 a TP 154.

## 24.A STAVEBNÍ ČÁST

### 24.A.1 ÚVOD

Požadavky definované a uvedené v této kapitole TKP jsou závazné rovněž pro Zhotovitele realizační

dokumentace stavby a dokumentace skutečného provedení stavby. Dále platí přiměřeně pro provádění tunelových portálů, galerií, pomocných podzemních objektů včetně štol a šachet.

Druh konstrukce tunelu, jeho prostorovou polohu, členění, rozměry a technologii výstavby určuje dokumentace pro stavební povolení (DSP), která musí být vypracována v souladu se Směrnicí pro dokumentaci staveb pozemních komunikací (dále jen SDS-PK), s touto kapitolou TKP a v nich citovanými předpisy.

### 24.A.1.1 Všeobecně

**24.A.1.1.1** Tato kapitola TKP platí pro tunely PK:

- Ražené, které se dělí podle tunelovací metody na:
  - Tunely ražené klasickou cyklickou ražbou. Pracovní operace se cyklicky opakují v pevném časovém sledu za sebou.
  - Tunely ražené kontinuálně, zpravidla tunelovacími stroji (např. TBM). Jednotlivé pracovní operace se provádí prakticky souběžně. V TKP uvedeno pouze informativně.
- Prováděné z povrchu:
  - Hloubené tunely budované v otevřené stavební jámě, kde zajištění stavební jámy není součástí konstrukce budoucího tunelu (uvedeno pouze informativně).
  - Hloubené tunely budované ve stavební jámě, kde zajištění stavební jámy tvoří zároveň budoucí konstrukci vlastního tunelu (např. pomocí podzemních stěn).
  - Tenkostěnné přesypávané tunely (např. Tubosider, BEBO, Matiere).
- Plavené
- Budované kombinací technologií:
  - Tunely ražené pod ochranou stropní klenby, která je vybudována předem v mělkém výkopu (např. želva).
  - Tunely ražené se zajištěním okolního horninového prostředí provedené v předstihu pomocí různých stavebních konstrukcí - např. kombinace stropní desky s podepřením provedené z pilot, podzemních stěn, sloupů TI apod.

**24.A.1.1.2** Charakter ražených tunelových staveb se zásadně odlišuje od charakteru ostatních stavebních konstrukcí staveb PK, neboť podstatou výstavby tunelových staveb je vyřešit vzájemné spolupůsobení tunelového ostění s horninovým prostředím, přičemž horninový masiv může být považován spolu s ostěním za součást nosné konstrukce tunelu.

**24.A.1.1.3** Krátké a střední tunely PK jsou zpravidla raženy podle zásad Nové rakouské tunelovací metody (NRTM). NRTM je observační metodou ve smyslu ČSN EN 1997-1. Zásady NRTM představují základní pravidla a požadavky pro geologický

a geotechnický průzkum s prognózou chování horninového prostředí, pro dokumentaci i pro bezpečný postup výstavby tunelu.

**24.A.1.1.4** Při výstavbě dlouhých tunelů PK jsou většinou používány plnoprofilové tunelovací stroje. Výstavba je prováděna kontinuálně, rozpojování horniny je v celé čelbě tunelu bez použití trhacích prací a současně je budováno tunelové ostění. Výrub je obvykle zajišťován ostěním ze segmentů skládaných do jednotlivých prstenců ostění.

**24.A.1.1.5** Hlavním úkolem geotechnického návrhu tunelových staveb je ekonomická optimalizace stavby zohledňující horninové poměry, bezpečnost, dlouhodobou stabilitu, environmentální požadavky, a především budoucí provozní náklady a provozní rizika.

**24.A.1.1.6** Bezpečná a ekonomická výstavba tunelu vyžaduje co nej přesnější znalost horninového prostředí. Skutečně zastížené geotechnické podmínky sleduje a dokumentuje **geotechnický monitoring (GTM)**, viz TP 237.

**24.A.1.1.7** Pro zajištění bezpečné ražby je nutno zajistit těsnou vazbu mezi hodnocením výsledků monitoringu a systémem řízení stavby Zhotovitelem. Na základě skutečně zjištěných poměrů horninového prostředí se potvrdí (případně upraví) také návrh primárního a sekundárního ostění, resp. jeho vyztužení.

#### **24.A.1.2 Rozsah kapitoly**

**24.A.1.2.1** Skladba a rozsah TKP jsou stanoveny tak, aby zde uvedené požadavky postihovaly rozhodující většinu prací při výstavbě vlastních tunelů a souvisejících konstrukcí.

**24.A.1.2.2** Každý tunel je svým způsobem neopakovatelným unikátním dílem. Proto nelze pro tunelové stavby stanovit TKP do těch podrobností, jako je tomu u ostatních staveb. U tunelových staveb se proto tyto TKP doplňují ve „Zvláštních technických kvalitativních podmínkách stavby“ (ZTKP). Jedná se o podrobnější požadavky Objednatele, jejichž ustanovení pak jsou na dané stavbě TKP nadřazena. Odchylná ustanovení však nesmějí být v rozporu s těmi ustanoveními TKP, kterými byla odchylná úprava zakázána nebo z nichž vyplývá, že odchylku nelze z technických nebo jiných důvodů provést.

**24.A.1.2.3** Pořadí závaznosti jednotlivých dokumentů určuje TKP 1.

#### **24.A.1.3 Odborná způsobilost a požadavky na kvalifikaci**

**24.A.1.3.1** Zhotovitel a jeho podzhotovitelé (subdodavatelé) musí prokázat odbornou způsobilost při ražení a budování tunelů. Požadavky na způsobilost Zhotovitele a způsoby prokazování a dokladování jsou stanoveny v TKP 1.

**24.A.1.3.2** Zhotovitel musí před zahájením prací (a/nebo v termínu určeném Objednatelem / Správcem stavby) prokázat způsobilost pracovníků, strojního zařízení, skladování, prostoru pro dočasné uložení rubaniny z důvodu bezpečnosti práce během ražby, zkušeben, kontrolního systému, systému řízení výroby a dalších činností které mohou ovlivnit bezpečnost a výslednou kvalitu díla.

**24.A.1.3.3** K činnostem prováděným hornickým způsobem (např. vrty delší než 30 m nebo zemní práce prováděné za použití výbušnin), jejichž provádění spadá pod působnost zákona č. 61/1988 Sb. a vyhlášek ČBÚ č. 15/1995 Sb., musí mít Zhotovitel oprávnění, vydané příslušným obvodním báňským úřadem, v jehož obvodu má právnická nebo fyzická osoba sídlo. Požadavky na kvalifikaci a odbornou způsobilost při činnosti prováděné hornickým způsobem stanovuje vyhláška ČBÚ č. 298/2005 Sb.

**24.A.1.3.4** Vzhledem k bezpečnosti práce je nutné, aby vedoucí pracovníci stavby byli schopni komunikovat v českém jazyce (závodní, vedoucí projektu, stavbyvedoucí, zástupce vedoucího likvidace havárie). Při provádění ražeb musí na čelbě pracovat vždy min. jeden pracovník, který plynule komunikuje v českém jazyce.

**24.A.1.3.5** Zkušenost s prováděním prací podle této kapitoly TKP prokazuje Zhotovitel také referenčním listem provedených prací stejného nebo podobného zaměření. Realizační tým Zhotovitele je povinen prokázat způsobilost v oblasti zkušebnictví a laboratorní činnosti podle MP SJ-PK části II/3, kontrolního systému a dalších činností, které mohou ovlivnit kvalitu prací.

**24.A.1.3.6** Pro stavbu zpracuje Zhotovitel plán kvality (včetně kontrolního a zkušebního plánu), obsahující zejména technologické postupy, postupy výroby, dopravy a ukládání materiálů a směsí, provádění izolačních prací, ošetření betonových ostění a všech druhů spár, konkretizovaný na podmínky stavby.

**24.A.1.3.7** Izolační práce může provádět pouze Zhotovitel, který má mimo jiné certifikát systému kvality pro provádění izolačních prací (viz TKP 1) a má zkušenosti z provádění izolačních prací na tunelových stavbách. Požadavky na kvalifikaci Zhotovitele jsou uvedeny v TP 263.

**24.A.1.3.8** Obsluha stříkacího komplexu SB, zejména operátor trysky (nástřikovač), se musí prokázat dokladem o školení (ne starším 12 měsíců) a úspěšným vykonáním praktické zkoušky nástřiku vrstvy SB.

#### **24.A.1.4 Zajištění bezpečnosti, základní ustanovení**

**24.A.1.4.1** Při provádění tunelové stavby je nutno dodržovat, mimo jiné, zejména ustanovení (ve znění pozdějších předpisů):

- zákona č. 44/1988 Sb.,
- zákona č. 61/1988 Sb.,
- zákona č. 309/2006 Sb.,
- vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb.,
- vyhlášky ČBÚ č. 26/1989 Sb.,
- vyhlášky ČBÚ č. 15/1995 Sb.,
- vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb.,
- vyhlášky ČBÚ č. 447/2002 Sb.,
- nařízení vlády č. 362/2005 Sb.,
- nařízení vlády č. 591/2006 Sb.,
- nařízení vlády č. 201/2016 Sb.

**24.A.1.4.2** Zhotovitel plně ručí za zajištění bezpečnosti při provádění tunelové stavby (především při ražbě) v souladu s ustanovením všeobecných obchodních podmínek staveb PK.

#### **24.A.1.5 Geodetická činnost**

**24.A.1.5.1** Geodetická činnost při výstavbě tunelů se obecně řídí pokyny, které jsou uvedeny v TKP 1 a doplněny v textu této kapitoly TKP. Pro ražené tunely platí ustanovení vyhlášky ČBU č. 435/1992 Sb., o důlně měřičské dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem.

**24.A.1.5.2** Přesnost vytyčování a geometrická přesnost staveb PK je uvedena v příloze 9 TKP 1.

**24.A.1.5.3** Pro dokumentaci RDS platí, že geodetická dokumentace a všechny výkresy spadající pod ověření ÚOZI (Úředně oprávněný zeměměřičský inženýr) budou ověřeny odpovědným geodetem projektanta (ÚOZI-P) viz SDS-PK a zákon č. 200/1994 Sb.

#### **24.A.1.6 Bludné proudy**

**24.A.1.6.1** Tunelové stavby je nutné chránit před škodlivými účinky bludných proudů.

**24.A.1.6.2** Ochrana tunelu proti účinkům bludných proudů se provádí zpravidla v koordinaci se zemnicí soustavou a v souladu se ZDS.

**24.A.1.6.3** Pro uzemnění se přednostně využívá spodní stavba tunelu (základové zemniče dle ČSN 33 2000-5-54 a norem navazujících). Požadavky na návrh uzemňovacích soustav stanovuje TP 124.

**24.A.1.6.4** V konstrukci tunelu je třeba vždy realizovat systémy diagnostiky vlivu bludných proudů a přítomnosti koroze ve výztuži – viz TP 124.

**24.A.1.6.5** Měření a vyhodnocování se pak provádí v souladu s MP "Dokumentace elektrických a geofyzikálních měření betonových mostních objektů a ostatních betonových konstrukcí pozemních komunikací".

**24.A.1.6.6** Pokyny pro údržbu zařízení pro ochranu díla proti bludným proudům musí být uvedeny v provozní dokumentaci tunelu dle zásad zpracovaných v TP 124 (pro tunelové stavby platí v přiměřeném rozsahu).

**24.A.1.6.7** V TP 124 jsou uvedeny požadavky na primární ochranu (např. krytí výztuže), sekundární ochranu proti bludným proudům (např. systém vodotěsných izolací) a zásady pro konstrukční opatření. Pro distanční podložky pod výztuž platí TKP 18 a TP 124.

#### **24.A.1.7 Názvosloví a značky**

**24.A.1.7.1** Názvosloví a definice použité v této kapitole TKP jsou uvedeny v příloze 24P.2, v ČSN 73 6100, ČSN 73 7507 a dalších citovaných ČSN; použité zkratky jsou uvedeny v příloze 24P.1.

### **24.A.2 POPIS A KVALITA VÝROBKŮ A MATERIÁLŮ**

#### **24.A.2.1 Všeobecně**

**24.A.2.1.1** Souhlas se zdroji dodávek cementu, kameniva, přísad do betonu, výrobků pro ošetření betonu, výrobků pro utěsnění spár, materiálu ocelových konstrukcí a ostatních výrobků uděluje Objednatel / Správce stavby dle ustanovení TKP 1. Změna podléhá souhlasu – žádné neodsouhlasené materiály nesmí být použity bez písemného schválení Objednatele / Správce stavby.

**24.A.2.1.2** Neschválené výrobky, materiály a směsi nesmí být skladovány ani dočasně složeny na staveništi.

**24.A.2.1.3** Prověřování vlastností výrobků pro stavby stanoví zákon č. 183/2006 Sb.

**24.A.2.1.4** Zhotovitel stavby musí pro stavbu použít stavební výrobky, které mají takové vlastnosti, aby po dobu předpokládané životnosti tunelu byla zaručena požadovaná mechanická pevnost a stabilita, požární bezpečnost, bezpečnost užívání atd., viz TKP 1.

**24.A.2.1.5** Nevyměnitelné části konstrukce tunelů, galerií a podzemních objektů se v projektové dokumentaci navrhuje a při stavbě provádějí na předpokládanou minimální životnost 100 let. Takto se realizuje nejen vlastní nosná konstrukce raženého nebo hloubeného tunelu, ale také hydroizolační a drenážní systém.

**24.A.2.1.6** Primární ostění ze stříkaného betonu případně s výztuží a kotevním systémem je u dvouplošných ostění staticky dimenzováno minimálně na dobu do dosažení nosné funkce sekundárního ostění. V případě, kdy je výpočtem prokázána jeho úplná nebo částečná únosnost po dobu životnosti tunelu, je možné jeho nosnou funkci

započítat do celkové únosnosti nosného systému tunelu.

**24.A.2.1.7** V RDS se požaduje jmenovitě uvádět odlišné životnosti těch částí stavby, kde je v souladu s DSP/ZDS navrhována životnost kratší než 100 let.

**24.A.2.1.8** Požadavky na dílo zpřesňuje RDS v souladu s DSP/ZDS, která musí navrhnout konstrukci staticky a mechanicky odolnou. RDS musí být zpracována tak, aby podle ní bylo možno provést zhotovovací práce podle požadavků DSP/ZDS. V případě, že je při výstavbě tunelu v DSP/ZDS navržena observační metoda, musí RDS respektovat principy observační metody a návrh konstrukcí musí být proveden podle skutečně zastižených geotechnických podmínek, zjištěných na základě výsledků geotechnického monitoringu.

#### **24.A.2.2 Kvalita stavebních výrobků, materiálů, stavebních směsí a prvků**

**24.A.2.2.1** Popis a kvalita veškerého materiálu, který se stane trvalou součástí předmětu díla, jsou stanoveny:

- v těchto TKP a v ZTKP,
- v citovaných normách ČSN,
- v citovaných TP,
- v RDS, resp. ve výrobně-technické dokumentaci výrobce,
- v technologickém předpisu (technologickém postupu) Zhotovitele,
- v TEP výrobce/dovozce jednotlivých výrobků.

**24.A.2.2.2** Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity ke/na stavbě, předloží Zhotovitel Objednateli / Správci stavby ke schválení – vydání souhlasu s použitím (podčlánek 7.2 OP) a zároveň doloží doklady o posouzení shody ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. nebo ověření vhodnosti ve smyslu MP SJ – PK část II/5 a to:

- a) **Prohlášení o shodě** vydané výrobcem / dovozcem / zplnomocněným zástupcem, v případě stavebních výrobků, na které se vztahuje nařízení vlády č. 163/2002 Sb. a v případě jiných než stavebních stanovených výrobků podle příslušného nařízení vlády;
- b) **ES prohlášení o shodě** vydané výrobcem / dovozcem / zplnomocněným zástupcem v případě jiných než stavebních výrobků označených CE, na které je vydána harmonizovaná norma nebo evropské technické schválení (ETA);
- c) **Prohlášení o vlastnostech** vydané výrobcem v případě stavebních výrobků označovaných CE, na které se vztahuje přímo použitelný předpis ES (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 305/2011);
- d) **Prohlášení shody** vydané výrobcem/dovozcem nebo **Certifikát** vydaný certifikačním orgánem. Oba tyto dokumenty

vydané v souladu s platným MP SJ-PK část II/5 v případě Ostatních výrobků.

**24.A.2.2.3** Pokud je to v ZOP nebo ZTKP požadováno, pak k prohlášením/certifikátům musí být přiloženy příslušné protokoly o zkouškách s jejich výsledky a dále posouzení splnění požadovaných parametrů dle těchto TKP a případně dalších a/nebo změněných (zejména zvýšených) požadavků dle ZTKP. U výrobků dočasných konstrukcí viz čl. 24.A.2.9.1.

**24.A.2.2.4** Průkazní zkoušky materiálů, které nejsou Výrobkem ve smyslu zákona 102/2001 Sb., a Výrobků, které nejsou Stanoveným výrobkem ve smyslu § 12 zákona č. 22/1997 Sb., musí být provedeny laboratorii se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3.

**24.A.2.2.5** Výrobky musí být doloženy také z hlediska požadavků ekologické nezávadnosti a musí splňovat požadavky na min. dobu životnosti uvedenou v SDS-PK.

#### **24.A.2.3 Změna materiálu**

Souhlas se změnou parametrů použitých stavebních výrobků, materiálů a směsí oproti parametrům daných ZDS dává Objednatel / Správce stavby po předložení příslušných dokladů (požadovaných ve výše uvedených odstavcích) Zhotovitelem stavby. Veškeré změny proti ZDS se řeší dle Obchodních podmínek. Změna musí být předem schválena před zabudováním výrobku do díla.

O změnách musí být také učiněn zápis do stavebního deníku.

#### **24.A.2.4 Požadavek nehořlavosti, požární odolnosti**

**24.A.2.4.1** Trvalé konstrukce staveb musí odolávat účinkům požáru, aniž by došlo k porušení její funkce z hlediska požadovaných mezních stavů požární odolnosti dle ČSN 73 0810. Budují se z nehořlavých materiálů a výrobků, zařazených do třídy A1 podle ČSN EN 13501-1 (výrobky, které nepřispívají k intenzitě požáru, nehořlavé hmoty).

**24.A.2.4.2** V tunelovém ostění zabudované hydroizolační materiály, tj. plášť mezilehlé izolace z umělohmotných folií, stříkané izolace, výplň do pracovních a dilatačních spár betonového ostění (např. zabudované profilové spárové pásy z plastů), musí vykazovat požární odolnost B2 a/nebo samozhášivost (ČSN EN 13501-1).

#### **24.A.2.5 Monolitický beton**

##### **24.A.2.5.1 Všeobecně**

Pro výrobu betonu se používají takové výrobky a materiály, které optimálním způsobem spolehlivě zabezpečují jeho požadované vlastnosti, především pevnost, trvanlivost, vodotěsnost, modul pružnosti apod., a zároveň vyhovují ČSN EN 206+A2.

#### **24.A.2.5.2 Požadavky na čerstvý beton**

Základní požadavky jsou obecně stanoveny v ČSN EN 206+A2:

- Vodní součinitel,
- Obsah vzduchu,
- Konzistence čerstvého betonu,
- Teplota betonu,
- Maximální frakce kameniva,
- Požadavky na čerpaný beton,
- Obsah a druh cementu,
- Objemová hmotnost čerstvého betonu.

#### **24.A.2.5.3 Požadavky na ztvrdlý beton (specifikace)**

Všeobecné požadavky na vlastnosti betonu jsou stanoveny v ČSN EN 206+A2. Pro stavby PK jsou požadavky dále specifikovány v TKP 18.

#### **24.A.2.5.4 Základní požadavky na složení betonu**

Základní požadavky na složení betonu definuje ČSN EN 206+A2. Pro výrobu a zpracování provzdušněného betonu platí také zásady uvedené v příloze P2 TKP 18, pro stříkaný beton platí Příloha P6 TKP 18, ČSN EN 14487-1 a ČSN EN 14487-2. Další podrobnější požadavky jsou uvedeny v TKP 18.

#### **24.A.2.5.5 Složky betonu**

24.A.2.5.5.1 Základní požadavky na složky betonu jsou specifikovány v ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a TKP 18.

24.A.2.5.5.2 Vhodnost všech složek betonu je ověřována v rámci průkazných zkoušek betonu a jejich použití musí být odsouhlaseno Objednatel / Správcem stavby dle ustanovení uvedených v TKP 1.

#### **24.A.2.6 Injektážní směs**

Slouží pro dodatečnou výplň volného prostoru za definitivním/sekundárním ostěním, zpravidla v horní části příčného profilu tunelu. Pro injektáž se použije malta tvořená směsí cementu, vody a event. kameniva, příměsí a přísad. Pro výrobu, užití, zkoušení platí v přiměřené míře čl. 18.2.6 TKP 18 a Příloha P9 TKP 18.

#### **24.A.2.7 Mezerovitý beton s drenážní funkcí (beton s otevřenou strukturou)**

Pro mezerovitý betony obecně platí ČSN 73 6124-2, TKP 1, TP 170 a TKP 5. Pro složky betonu platí ustanovení dle ČSN EN 206+A2. Pro doplňkové konstrukce nebo jejich části platí v přiměřené míře ustanovení uvedené v čl. 18.2.9 TKP 18.

#### **24.A.2.8 Samozhutnitelný beton**

Pro kvalitativní požadavky a vlastnosti ztvrdlého samozhutnitelného betonu (SCC) platí stejná ustanovení a hodnoty vlastností jako pro betony

s jinou zpracovatelností. Zásady pro návrh, zkoušení a ukládání SCC jsou uvedeny v TP 187.

#### **24.A.2.9 Stříkaný beton**

##### **24.A.2.9.1 Všeobecně**

24.A.2.9.1.1 Stříkaný beton je hlavním materiálem primárního ostění při ražbách metodou NRTM. V některých případech je využíván i jako konstrukční materiál sekundárního ostění. Provedení musí splňovat bez výjimky definované nároky na kvalitu a trvanlivost těchto konstrukcí.

24.A.2.9.1.2 Tento materiál je možno využít i pro další účely, např. zajištění stability příportálových zářezů, odvodňovacích štol, propojek, větracích šachet a chodeb, průzkumných štol. Dále platí Příloha P6 TKP 18.

24.A.2.9.1.3 Základní mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti stříkaného betonu stanovuje ZDS. Všeobecné požadavky na vlastnosti betonu stanovuje ČSN EN 206+A2. Složení betonové směsi musí zaručit řadu vlastností, ze kterých je nejdůležitější dosažení předepsaného průběhu nárůstu pevnosti v tlaku bezprostředně po nástřiku (dle oboru) a po 28 dnech.

Pro trvalé konstrukce je nutné v RDS specifikovat:

- životnost,
- propustnost,
- zpracovatelnost a čerpatelnost,
- odolnost vůči účinkům agresivních podzemních vod,
- schopnost přenášet zatížení po vzniku trhliny,
- dlouhodobou chemickou stabilitu,
- odolnost vůči chloridům.

Pokud se únosnost primárního ostění započítává do celkové únosnosti nosného systému tunelu, je nutno jeho životnost ověřit a nosnou funkci prokázat výpočtem.

24.A.2.9.1.4 Předepsanou směs navrhne Zhotovitel se souhlasem projektanta a předloží ji formou TePř ke schválení zadavateli. Musí obsahovat následující údaje:

- druh, třída a množství cementu,
- druh a množství kameniva s dokladovanou čarou zrnitosti, vlhkostí a množstvím odplavitelných částic,
- druh a množství příměsí,
- množství vody – vodní součinitel (pouze u mokré směsi),
- určení konzistence před aplikací (pouze u mokré směsi),
- druh a množství přísad,
- druh a obsah vláken,
- personální a strojní zajištění.

24.A.2.9.1.5 Současná technologie realizace stříkaného betonu umožňuje vyrábět stříkané betony, jejichž výsledná pevnost v tlaku může přesahovat 80 MPa. Konstrukce ze stříkaného betonu splňují prakticky veškeré požadavky kladené na monolitický beton. Tento fakt umožňuje využívat stříkaný beton i pro sekundární konstrukce s dlouhodobou životností a navrhovat sekundární konstrukce podzemních děl v kombinaci monolitického ostění a ostění ze stříkaného betonu. V případě použití tohoto konstrukčního systému musí RDS řešit provedení všech spár.

24.A.2.9.1.6 Bezprostřední nástřik stříkaného betonu na plochy se silným přítokem vody nelze provádět. Přitoky vody je nutné nejdříve eliminovat (odvedení vody drenážemi, těsnicím nástřikem nebo folií). Vzhledem k požadované kvalitě betonu je nutné pravidelně ověřovat kvalitu betonu prováděním veškerých předepsaných zkoušek. Druh a četnost zkoušek je uvedena v RDS.

24.A.2.9.1.7 Pevnost spoje (přilnavost) musí být stanovena i pro materiály použité k dodatečné opravě ostění (např. po požáru) podle ČSN EN 1542.

#### **24.A.2.9.2 Typy stříkaného betonu**

24.A.2.9.2.1 Podle požadované křivky nárůstu pevnosti se beton zařazuje do kategorií J1, J2, J3. Nejpoužívanější křivkou v našich podmínkách je křivka J2, při ražbách tunelu v problematické geologii nebo při zastižení zvýšených vodních průsaků do tunelu se pak používá křivka J3. Pevnosti v tlaku mladého stříkaného betonu se zkoušejí podle ČSN EN 14488-2.

24.A.2.9.2.2 Typy stříkaného betonu jsou v tomto TKP popsány z pohledu podzemních staveb podle účelu použití stříkaného betonu:

#### **24.A.2.9.2.3 Stříkaný beton bez konstrukční funkce**

Tento typ stříkaného betonu slouží především jako výplňový materiál. Lze ho použít pro úpravy vnitřního líce primárního ostění (např. jako vyrovnávací vrstvu pod foliovou izolaci), pro výplň dutin v horninovém masivu (puklin, nadvýmůů) nebo pro uzavření povrchu horniny (např. ochránění povrchu horniny proti vzdušné vlhkosti). Zpravidla se udávají pouze minimální požadavky na kvalitativní vlastnosti tohoto betonu.

24.A.2.9.2.4 **Stříkaný beton s konstrukční funkcí** Používá se ve funkci zabezpečovací a podpůrné pro primární ostění staveb ražených pomocí NRTM, pro stabilizaci čelby ražených staveb, také pro zajištění stavebních jam nebo přírodních svahů. U tohoto betonu je nutné stanovit požadavky na nárůst pevnosti mladého a nezralého betonu. Konstrukce a způsob realizace je nutné navrhnout tak, aby byla zajištěna co možná nejhutnější struktura stříkaného

betonu. Dutiny za příhradovou výztuží (zvonkovou výztuží, tuhou výztuží apod.) je nutné eliminovat vhodným nástřikem či provedením výztuže.

#### **24.A.2.9.2.5 Stříkaný beton se zvláštní konstrukční funkcí**

Tento beton má trvalou statickou funkci, např. v případě sekundárního ostění ze stříkaného betonu, nebo v případě jednoplášťového ostění. Kromě třídy stříkaného betonu je třeba specifikovat další požadavky, zejména stupeň přetížení v příslušném stáří stříkaného betonu. Požadavky na pevnost je nutné přizpůsobit časovému průběhu zatěžování. Pro tuto funkci se často využívá stříkaný beton vyztužený ocelovými vlákny.

#### **24.A.2.9.3 Zkoušky**

24.A.2.9.3.1 Průkazní zkoušky dokladující potřebnou odolnost vůči vlivům prostředí na dobu navrhované životnosti se požadují na stavbách PK pro stříkaný beton SB s konstrukční a zvláštní konstrukční funkcí sekundárního ostění tunelů a štol, železobetonových konstrukcí, systémů oprav konstrukcí a jiných trvalých konstrukcí PK.

24.A.2.9.3.2 Stupeň vlivu prostředí předepisuje odsouhlasená DSP/ZDS. Pro průkazní a kontrolní zkoušky platí stejné požadavky jako pro obyčejný hutný beton pro příslušný stupeň vlivu prostředí podle ustanovení TKP 18.

#### **24.A.2.9.4 Složky stříkaného betonu**

24.A.2.9.4.1 Složení směsi stříkaných betonů ve smyslu dokumentací požadovaných parametrů, stanoví Zhotovitel v RDS a upřesní v TePř.

24.A.2.9.4.2 **Cement:** Pro stříkaný beton konstrukcí PK se přednostně použijí portlandské cementy (CEM I) pevnostní třídy 42,5 R. Množství cementu je voleno mezi 370 až 430 kg na m<sup>3</sup> betonu pro suchý proces a mezi 400 až 450 kg na m<sup>3</sup> pro mokrý proces.

24.A.2.9.4.3 **Kamenivo:** Kamenivo do stříkaného betonu slouží jako plnivo. Při použití kameniva s velikostí zrn do 4 mm je produkt označován jako stříkaná cementová malta, při uplatnění frakcí kameniva nad 4 mm se používá název stříkaný beton. Kamenivo do trvalých konstrukcí ze SB nesmí být reaktivní s alkáliemi podle ČSN EN 206+A2 a TP 137. Podíl kameniva s velikostí zrn nad 8 mm by neměl přesahovat 10 %. Větší zrna kameniva odpadávají především při stříkání na tvrdé povrchy. Větší zrna způsobují nežádoucí deformace či vibrace výztuže, ucpávání trysky, a navíc jsou při odrazu nebezpečná pro přítomné pracovníky. Pro konstrukční stříkaný beton s ocelovou armaturou by velikost zrn neměla překračovat velikost 10 až 12 mm.

24.A.2.9.4.4 **Voda:** Poměr vody a cementu je jedním z nejdůležitějších faktorů pro konečnou

kvalitu stříkaného betonu. Celkové množství vody, které je použito při technologii nástřiků suchou cestou, se skládá z vody přivedené k trysce a vlastní vlhkosti obsažené v kamenivu. Zvětšení vodního součinitele nad 0,5 (poměr vody a cementu) je technologicky vyloučeno s ohledem na stékání či opadávání nanesené směsi z ukloněných či převislých ploch. Množství vody je možné korigovat použitím některých přísad upravujících zpracovatelnost čerstvého betonu.

**24.A.2.9.4.5 Přísady** do stříkaného betonu musí splňovat ustanovení ČSN EN 206+A2 a dalších příslušných norem, přičemž musí být sladěny s použitým cementem. Jako přísady jsou používány: plastifikátory, urychlovače tuhnutí a tvrdnutí, ztekucovače, provzdušňující plastifikátory, provzdušňovače, zpožďovače tuhnutí a/nebo přísady pro snížení vývinu prachu. Urychlovače mohou být používány v práškové nebo tekuté formě. Tekuté urychlovače umožňují přesnější dávkování dávkovacím čerpadlem. Pro urychlení tuhnutí a tvrdnutí stříkaného betonu se požaduje používat nealkalické přísady, zpravidla kapalné. Doporučené hodnoty se obvykle pohybují mezi 5,5 až 8 % hmotnosti cementu.

**24.A.2.9.4.6 Příměsi:** Nejznámější příměsí používanou ve světě do stříkaného betonu jsou mikrosilika. Jedná se o jemnou látku s velkou plochou povrchu (20 až 35 m<sup>2</sup>/g) s vysokým podílem SiO<sub>2</sub> (mezi 65 až 97 % hmotnosti – podle kvality výrobku). Použití mikrosiliky vede k výraznému zlepšení vlastností stříkaného betonu, zejména vyšší pevnosti v tlaku a vyšší hutnosti betonu. Další používané příměsi jsou polétavý popílek, mletá vysokopepní struska, mletý vápenc, pigmenty pro volbu barevného odstínu atd.

**24.A.2.9.4.7 Vlákna:** Pro zlepšení vlastností stříkaného betonu mohou být použita ocelová nebo syntetická vlákna. Jejich hlavní přínos spočívá v omezení vzniku mikrotrhlin, snížení negativního efektu smršťování betonu a zvýšení odolnosti betonu, např. vůči účinkům dynamického zatížení. Z nabídky syntetických vláken jsou nejčastěji používána vlákna polypropylenová, která významně zvyšují požární odolnost stříkaného betonu.

**24.A.2.9.4.8 Suchá směs** – Pro tuto směs by mělo být používáno přírodní nedrcené kamenivo. Drcené kamenivo způsobuje značné opotřebení stříkacího zařízení. Přirozená vlhkost směsi vyráběné na stavbě by se měla pohybovat mezi 3 až 3,5 %. U předpřipravené suché směsi dodávané na stavbu (v pytlích či v zásobnících) musí být vlhkost kameniva u ní prakticky nulová. Kamenivo musí být tepelně přesušeno. Tato směs je vhodná pro opakované stříkání malých množství stříkaných betonů a pro realizaci betonů s omezenou hloubkou

průsaku (BOP) nebo ve zvodnělém horninovém prostředí (přísady jsou standardně přidávány ve výrobně směsi).

**24.A.2.9.4.9 Mokrý směs** – Při mokré stříkání betonu je třeba sladit složení zrnitosti kameniva s požadavkem na čerpatelnost betonu. Příliš nízký podíl jemného kameniva vede k segregaci, špatné lubrikaci a k ucpávání zařízení. V případě stříkaného betonu s vlákny je přebytek jemného kameniva důležitý pro čerpatelnost a dostatečné zhutnění betonu

## **24.A.2.10 Výztuž betonu**

### **24.A.2.10.1 Všeobecně**

**24.A.2.10.1.1** Pro klasickou ocelovou výztuž platí Příloha P10, část 6 TKP 18 v přiměřeném rozsahu.

**24.A.2.10.1.2** Požadavky na vlákna do vláknobetonu jsou stanoveny v ČSN EN 14889-1 (ocelová) a v ČSN EN 14889-2 (polymerová).

**24.A.2.10.1.3** Požadavky na jiné výztužné materiály stanoví dokumentace DSP/ZDS nebo ZTKP.

### **24.A.2.10.2 Výztužné ocelové oblouky**

**24.A.2.10.2.1** Výztužné oblouky, které jsou určeny do ostění ze stříkaného betonu, jsou zpravidla obloukové příhradové konstrukce z betonářské oceli. Plnostěnné ramenáty (z důlní výztuže nebo z válcovaných profilů stavební oceli) se užívají výhodně při hnaném pažení.

**24.A.2.10.2.2** Výztužné oblouky/ramenáty musí být na straně do hory i na lici ostění kryty min. 30 mm silnou vrstvou stříkaného betonu. Patky ramenátů (v patě opěr i v patě předráženého přístropí/kaloty) musí být pevně a důkladně opřeny.

**24.A.2.10.2.3** Příhradové výztužné ocelové oblouky jsou svařeny z betonářské žebírkové oceli kvality BST 500S – IVS nebo ST 500/550 GT dle DIN 488. Pro výrobu a zabudování výztužných oblouků platí ustanovení Přílohy P10 TKP 18.

**24.A.2.10.2.4** Plnostěnné výztužné oblouky musí mít kvalitu oceli St Mn4 podle DIN 21544 (520/600).

### **24.A.2.11 Izolační souvrství**

#### **24.A.2.11.1 Všeobecně**

**24.A.2.11.1.1** Izolační souvrství je navrhováno tak, aby zaručilo nulový průnik vody do vnitřního prostoru podzemního díla.

**24.A.2.11.1.2** Izolace tunelů se provádí buď jako tlakový nebo jako deštníkový systém. Izolační funkci může plnit také konstrukce sekundárního ostění.

**24.A.2.11.1.3** Součástí deštníkového systému izolace je také systém drenáží.

24.A.2.11.1.4 Izolační souvrství patří mezi nevyměnitelné části tunelové stavby, a proto musí splňovat požadavek na životnost 100 let stavební části díla.

24.A.2.11.1.5 Podrobné požadavky na izolační souvrství (jednotlivé materiály a výrobky) jsou uvedeny TP 263.

## **24.A.2.12 Ostění z monolitického betonu**

### **24.A.2.12.1 Všeobecně**

24.A.2.12.1.1 Tunelové ostění konvenčně ražených tunelů se navrhuje a provádí monolitické do posuvného bednění jako vyztužené, nebo jako ostění z prostého betonu bez výztuže.

24.A.2.12.1.2 Tunely se z hlediska zatížení hydrostatickým tlakem dělí na tunely, jejichž ostění je zatížené celým hydrostatickým tlakem (tunely jsou tvořené nepropustnou tlakovou rourou) a tunely beztlakové, tj. s deštníkovou izolací a s drenážním systémem.

24.A.2.12.1.3 Detailní dimenzování sekundárního ostění se provádí na základě výsledků geotechnického monitoringu prováděného v průběhu ražby. V kombinaci zatěžovacích stavů je nutné zohlednit i stav nerovnoměrného oteplení, jehož intenzita je závislá na vzdálenosti sledovaného úseku od portálu.

24.A.2.12.1.4 Spáry mezi bloky betonáže horní klenby sekundárního ostění a patek/spodní klenby musí být průběžné.

24.A.2.12.1.5 Sekundární ostění tunelu je prováděno zpravidla proudovou metodou.

24.A.2.12.1.6 Veškeré pracovní a dilatační spáry musí být ošetřeny tak, aby během provozu tunelu nedocházelo k odpadávání (odlamování) betonu ostění (zejména hran) a vlastní výplně spár.

24.A.2.12.1.7 Ošetřování betonu se provádí s využitím ošetřovacích, klimatizačních vozů nebo ošetřovacích nástřiků. Použití klimatizačního vozu je povinné u tunelového ostění bez bariérové izolace proti vodě (BOP) a nevyztuženého ostění – je nutné zajistit dostatečnou vlhkost (přes 90 %) a omezit průvan při betonáži (do 1 m/s).

24.A.2.12.1.8 Aplikace případného sjednocujícího a odrazného nátěru se provádí po vyzrání betonového ostění a odstranění ošetřujícího nátěru (nástřiku) zrajícího betonu.

### **24.A.2.12.2 Základní požadavky na kvalitu betonu v tunelu**

Pro všechny betony uzavřené struktury s hutným kamenivem (včetně stříkaných betonů), použité pro betonové konstrukce nevyztužené, vyztužené

a předpjaté platí ustanovení ČSN EN 206+A2, ČSN EN 13670 a TKP 18.

*Mezi hutné betony patří i betony mírně provzdušněné, u kterých je použitím provzdušňující přísady vytvořen systém mikroskopických vzduchových bublinek za účelem zvýšení odolnosti betonu proti působení vody, mrazu a chemických rozmrazovacích látek.*

### **24.A.2.12.3 Technické požadavky**

24.A.2.12.3.1 Beton sekundárního ostění se požaduje alespoň XF2, XD3 (mrazuvzdorný/provzdušněný, s odolností proti CHRL); beton portálů a jiných konstrukcí přímo vystavených účinkům vody s rozmrazovacími prostředky (CHRL) se požaduje alespoň XF4, XD3, mrazuvzdorný/provzdušněný, s odolností CHRL. Pro jeho výrobu je nutno použít provzdušňující přísady, které vytvářejí v čerstvém betonu uzavřené mikroskopické vzduchové bubliny – mikropóry o velikosti cca 0,01 až 0,23 mm.

24.A.2.12.3.2 Beton ostění bez bariérové izolace, které je na vzdušné straně v kontaktu s provozem v tunelu, musí být odolný proti průsakům – hloubka průsaku nesmí překročit 35 mm (při postupu zkoušky dle ČSN EN 12390-8).

24.A.2.12.3.3 Ve smyslu poznámky v tabulce 18-2 TKP 18 je pro tunely požadováno opatření proti vlivu vysoké teploty při požáru. Vlastnosti betonu ostění tunelů je možné zlepšit syntetickými výztužnými vlákny.

24.A.2.12.3.4 U komplikovaných staveb stanoví projektant pro omezení vzniku smršťovacích trhlin v případě ostění bez bariérové izolace podmínky pro maximální teplotu betonu ostění. Teplota betonu v ostění nesmí překročit 45 °C (u provzdušněného betonu 30 °C), výjimečně je tolerována krátkodobá teplota do 65 °C.

24.A.2.12.3.5 Teplota ukládaného čerstvého betonu nesmí překročit 27 °C a nesmí být nižší než 10 °C. Vyšší teplota betonu je přípustná, pokud byly provedeny průkazní zkoušky zaměřené na tuto teplotu, při kterých byla prokázána dostatečná doba zpracovatelnosti, požadovaný obsah vzduchu, charakteristika vzduchových pórů a reálnost dosažení všech předepsaných vlastností ztvrdlého betonu.

24.A.2.12.3.6 Doporučená časová prodleva mezi betonáží patek/spodní klenby a betonáží vlastních bloků ostění je u nevyztužených bloků betonáže sekundárního ostění max. 7 dní, optimálně 2 až 3 dny, z důvodu eliminace vzniku smršťovacích trhlin na rozhraní patky/spodní klenby a horní klenby.

24.A.2.12.3.7 Maximální délka bloku betonáže je 12,5 m. V případě, že je vodonepropustnost zajištěna samotným ostěním (BOP bez bariérové izolace), je

s ohledem na riziko vzniku trhlin doporučená délka bloku betonáže 10 m.

**24.A.2.12.3.8 Pevnost betonu,** nezbytná ze statického hlediska pro odbednění, je závislá na velikosti výrubu, geometrii sekundárního ostění a na jeho tloušťce a na zatížení působící na ostění v době odbednění. Pro běžné tunelové profily je potřebná minimální pevnost betonu v tlaku dle statického výpočtu při odbednění v hodnotě min. 2 MPa v klenbě tunelu.

#### **24.A.2.12.4 Monolitický beton bez výztuže**

**24.A.2.12.4.1** Při návrhu a posuzování tunelového profilu s využitím nevyztuženého sekundárního ostění je základním předpokladem, že zatížení musí vyvolávat takové namáhání konstrukce, které je konstrukce schopna přenést bez výztuže. Hlavním požadavkem pro funkci nevyztuženého betonového ostění je bezpečný přenos sil v betonovém průřezu, což musí být zajištěno především dostatečnou výškou tlačené oblasti odpovídající konkrétním napjatostním poměrům v průřezu. V modelech výpočtu se uvažuje v oblasti trhliny s omezením tahových napětí.

**24.A.2.12.4.2** Důležitým aspektem ve fázi posuzování a vyhodnocení úspěšnosti návrhu tohoto ostění je rozsah přípustných trhlin. Samotný vznik trhliny je obvyklým jevem a vyplývá z principu a přijatých předpokladů o statickém působení betonové konstrukce. Omezení pro přípustné šířky trhlin a jejich počet na blok betonáže uvádí TKP 18.

**24.A.2.12.4.3** Možnost použití nevyztuženého ostění závisí na spolehlivém posouzení geologických poměrů, protože jeho využití je pouze v příznivých geologických a geotechnických poměrech. Další z důležitých faktorů úspěšného návrhu je geometrie tunelového profilu a tvar ostění. Nevyztužený beton nelze použít u portálů, atypických profilů výklenků. Další důležitou podmínkou je použití mezilehlé izolace mezi primární a sekundární ostění.

**24.A.2.12.4.4** Betonáž sekundárního ostění lze optimálně provádět až po ustálení deformací primárního ostění nebo se zohledněním rychlosti deformace primárního ostění ve statickém výpočtu.

**24.A.2.12.4.5** Při použití nevyztuženého ostění je třeba se vyhnout příliš rychlým změnám tloušťky a zazubení ostění. Je možné provádět pouze plynulou změnu tloušťky sekundárního ostění, která vyplývá z požadavku na nerovnosti podkladu pro pokládku izolačního souvrství.

**24.A.2.12.4.6** Mladý beton vlastní vahou vyvodí v ostění dostatečně velká tlaková napětí, která přispějí ke včasnému uzavření vzniklých trhlin. Cílem je tedy omezit vznik trhlin, které jsou důsledkem objemových změn betonu, a dále trhliny

způsobené statickým zatížením působícím na konstrukci.

**24.A.2.12.4.7** Z hlediska omezení vzniku trhlin je důležité:

- nízké hydratační teplo použitého beton,
- pomalý nárůst pevnosti v počátečních hodinách po betonáži,
- použití frakce kameniva do  $D = 32$  mm,
- nízká odbedňovací pevnost, která je zpravidla v rozsahu 1,5 až max. 3 MPa,
- zkrácení vzdálenosti mezi betonáží patek/spodní klenby a horní klenby ostění na technologicky možné minimum (ideálně 2 až 3 dny),
- ošetřování betonu po odbednění se zaměřením na omezení vysychání a zmírnění tepelného šoku (použití ošetřovacího vozu).

#### **24.A.2.12.5 Monolitický beton s vázanou výztuží**

**24.A.2.12.5.1** Pro tento beton platí TKP 18 v přiměřeném rozsahu.

#### **24.A.2.12.6 Monolitický beton s rozptýlenou výztuží (vláknobeton)**

**24.A.2.12.6.1** Vázanou výztuž lze nahradit rozptýlenou výztuží za předpokladu předchozího souhlasu Objednatele / Správce stavby.

**24.A.2.12.6.2** Pro vláknobeton platí kritéria a specifikace uvedené v ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2450, ČSN P 73 2451 a ČSN P 73 2452. Požadavky na vlákna do betonu jsou stanoveny v ČSN EN 14889-1 (ocelová) a v ČSN EN 14889-2 (polymerová).

**24.A.2.12.6.3** Příprava betonu s rozptýlenými vlákny, betonáž a ošetření betonu musí být obsažena v TePř, který před realizací betonáže musí být schválen Objednatelem / Správcem stavby.

**24.A.2.12.6.4** Kvalita rozptýlené výztuže musí být jednoznačně definována typem vlákna, délkou a jeho průřezem (průměrem), tvarem, koncovou úpravou, zaručenou pevností v tahu, odolností proti korozi, případně chemickou stabilitou apod.

**24.A.2.12.6.5** Vlákna se do betonu přidávají pro zvýšení houževnatosti, zlepšení statické funkce a omezení vzniku trhlin (ocelová vlákna, polymerová makrovlákna – průměr nad 0,30 mm) a pro zvýšení požární odolnosti (polymerová mikrovlákna – průměr do 0,30 mm).

**24.A.2.12.6.6** Při využití vláken pro zvýšení požární odolnosti se přidává zpravidla 1 až 3 kg vláken na 1 m<sup>3</sup> betonu.

**24.A.2.12.6.7** Jako přísada musí vlákna zlepšovat odolnost vůči napětí v kritickém stádiu tuhnutí čerstvého betonu a nesmí snižovat zpracovatelnost betonové směsi, účinnost provzdušnění betonu

a nepříznivě ovlivňovat charakteristiku vzduchových pórů v betonu (charakteristika je měřena dle ČSN EN 480-11).

24.A.2.12.6.8 Množství vláken na 1 m<sup>3</sup> směsi musí být stanoveno v projektové dokumentaci v závislosti na druhu výztužných vláken a na požadovaných vlastnostech vyztuženého betonu. Je třeba zajistit rovnoměrné rozptýlení vláken ve směsi.

#### **24.A.2.12.7 Požadavky na pohledové plochy ostění**

24.A.2.12.7.1 Požadavky na pohledové plochy ostění souvisí se způsobem zajištění ochrany výztuže v ostění, resp. její životnosti. Pro konečnou úpravu povrchu platí Příloha P10TKP 18.

24.A.2.12.7.2 Při překročení kritérií pro šířku, hloubku a počet trhlin v nevyztuženém ostění (dle TKP 18), je v případě, kdy není prokázána jejich nezávadnost z hlediska únosnosti a použitelnosti konstrukce, nutné trhliny vyplňovat (sanovat), není-li v ZTKP stavby uvedeno jinak.

24.A.2.12.7.3 Trhliny v ostění (žádný typ trhliny) nesmí procházet kotvami do betonu.

### **24.A.2.13 Prefabrikované (segmentové) ostění**

#### **24.A.2.13.1 Všeobecně**

24.A.2.13.1.1 Po celou dobu životnosti musí segmentové ostění splňovat následující funkce:

- slouží jako trvalá výztuž výrubu,
- nesmí dojít ke změně vnitřního průřezu ostění,
- musí být vodotěsné (nepropustné),
- poskytovat oporu pro vnitřní vybavení tunelu,
- oporu proti zapření tunelovacího stroje při ražbě.

24.A.2.13.1.2 Ostění podzemního díla se skládá z jednotlivých prstenců, zpravidla kruhového tvaru. Prstenec se skládá ze segmentů. Z hlediska geometrie vlastních segmentů rozlišujeme 2 typy – obdélníkové segmenty a hexagonální segmenty (honeycomb).

24.A.2.13.1.3 Z hlediska těsnosti ostění není vhodné, aby spáry mezi segmenty byly uspořádány do kříže.

24.A.2.13.1.4 Nepropustnost segmentového ostění se zajišťuje jednak samotnými segmenty a nepropustnou izolací uloženou mezi segmenty (pryžové těsnicí pásky). Izolace mezi segmenty je buď stlačitelná nebo vodoexpanzivní (bobtná v přítomnosti vody). Tato izolace je schopná provádět své zvětšování cyklicky. Stlačitelná izolace i izolace expanzivní se musí vyrovnat s výrobními tolerancemi segmentů.

24.A.2.13.1.5 Výplňová injektáž za rub ostění vyplňuje mezeru (nadvýlom) mezi segmentovým ostěním a masivem. Injektážní materiál musí být dostatečně tekutý, aby dokonale zaplnil prostor vzniklého nadvýlomu. Čas tuhnutí injektážního materiálu musí vyhovovat rychlosti ražby.

24.A.2.13.1.6 Výrobní tolerance segmentů (viz tabulka 1) se volí tak, aby bylo možné napojovat různé segmenty ve všech plánovaných kombinacích a rozestavěních do prstenců a prstence pak spojoval do ostění tak, že nedojde ke vzpříčení a ke vzniku koncentrace napětí a že bude zachována izolační schopnost ostění.

<b>1</b>	<b>Podélné spáry (vztaženo na plochy přenášející zatížení)</b>	
1.1	Pravoúhlé spoje v podélných spárách	0,3 mm
1.2	Konicita podélných spár	0,5 mm
1.3	Pravidlo sčítání zároveň vzniklých nepřesností: V rámci podélné spáry nesmí vzniknout jako kombinace různých tolerancí větší celková odchylka než	0,6 mm
<b>2</b>	<b>Rozměry celého segmentu (vztažené na střední rovinu)</b>	
2.1	Šířka segmentu	0,5 mm
2.2	Tloušťka segmentu	3,0 mm
2.3	Délka obvodu segmentu	0,6 mm
2.4	Vnitřní poloměr (jednotlivé segmenty)	1,5 mm
2.5	Délka diagonály vnitřní plochy segmentu se smí odchylovat maximálně o	1 mm
2.6	Od roviny vytvořené třemi rohy segmentů se vzdálenost čtvrtého rohu může odchylovat maximálně o	5 mm
<b>3</b>	<b>Drážka pro izolaci</b>	
3.1	Šířka drážky	+0,2 mm, -0 mm
3.2	Hloubka drážky	+0,2 mm, -0 mm
3.3	Osa drážky	1 mm
<b>4</b>	<b>Rovinnost</b>	
4.1	Rovinnost podélných spár	0,5 mm
4.2	Rovinnost příčných spár	0,5 mm
4.3	Lokální nerovnosti, které vedou ke vzniku koncentrace napětí bodovým nebo liniovým dotykem nesmí vznikat.	
<b>5</b>	<b>Tolerance na sestaveném prstenci</b>	
5.1	Vnější průměr	10 mm
5.2	Vnitřní průměr	10 mm
5.3	Vnější obvod (měřený ve třech úrovních)	30 mm

Tab. 1: Tabulka tolerancí segmentového ostění

24.A.2.13.1.7 Životnost všech trvalých spojovacích systémů musí být stejná jako životnost ostění. Nejčastěji se používají šroubované spoje a systémy používající kolíky, trny apod.

24.A.2.13.1.8 Základním materiálem pro zhotovení ostění je beton. Lze použít klasickou betonářskou výztuž, ocelovou rozptýlenou výztuž, případně kombinaci obou druhů výztužení. Beton musí být třídy C30/37 až C50/60.

24.A.2.13.1.9 Z důvodů zvýšení požární odolnosti lze přidat do betonu plastová vlákna (1 až 3 kg vlákna na 1m<sup>3</sup> betonu).

24.A.2.13.1.10 Vodoneprorustnost celého prstence je zaručena kvalitou betonu tubinku a vkládáním stlačitelné nebo vodoexpanzivní izolace do jednotlivých spár (bobtná v přítomnosti vody, a to i opakovaně).

#### 24.A.2.14 Doplnková opatření

##### 24.A.2.14.1 Všeobecně

24.A.2.14.1.1 Doplnková opatření jsou opatření operativně aplikovaná dle zastižených

geotechnických podmínek s cílem zlepšit vlastnosti horninového masivu.

24.A.2.14.1.2 Typ, druh materiálu, únosnost a délka a orientační počet je stanoven v DSP/ZDS, podrobněji včetně způsobu osazení a definitivního počtu prvků doplňkových opatření v jednotlivých technologických třídách výrubu se zpřesňuje v RDS.

24.A.2.14.1.3 Další úprava rozsahu použití je u observačních tunelovacích metod operativně možná podle vyhodnocení geotechnických poměrů zjištěných v rámci GTM a vlastní výstavby.

24.A.2.14.1.4 U kotev s dočasnou funkcí se podmínky kontroly a případné likvidace stanoví v RDS.

##### 24.A.2.14.2 Kotvení

24.A.2.14.2.1 Kotvy jsou stavebními prvky, kterými se za účelem stability přenáší tahová síla ze stavebního objektu ukotveným kořenem kotvy do horninového masivu předepnutím táhla kotvy.

24.A.2.14.2.2 Kotvy nebo svorníky (horninový svorník delší než 2,5 m podle OTSKP SPK = kotva) jsou ocelové nebo laminátové tyče, které osazením

do horninového prostředí zlepšují jeho geotechnické parametry tím, že jsou schopny přenášet tahové, případně i smykové síly. Požadavky na realizaci kotev, svorníků a mikropilot, na technologické postupy zhotovovacích prací a na odborné způsobilosti jsou uvedeny v TKP 29 a TKP 30.

24.A.2.14.2.3 Pro ocelové tyčové kotvy se požaduje mez pevnosti  $R_m > 550$  MPa, mez kluzu  $R_c > 450$  MPa. Lze použít i kotvy z jiných kompozitních materiálů (např. kontinuální skleněná vlákna prosyčená polyesterovou pryskyřicí).

24.A.2.14.2.4 Kotvy s trvalou funkcí a jejich prvky musí být doloženy prohlášením o vlastnostech včetně protokolů o výsledcích zkoušek a jejich hodnocení.

24.A.2.14.2.5 Kotvy primárního ostění musí snést zatížení min. 100 kN (pokud RDS nestanoví jinak) již po 6 hodinách po zabudování; plnou požadovanou nosnost musí mít nejpozději 24 hodin po zabudování.

24.A.2.14.2.6 Pro zajištění výrubu primární výztuži se používají:

- Svorníky hydraulicky upínané – ve srovnání s ostatními typy mají nižší životnost. Vzhledem k tomu, že působí jako tahový prvek s minimální únosností na střih, mají výrazně nižší funkci jako výztužný prvek nosného prstence horninového masivu. Požaduje se nosnost těchto svorníků min. 100 kN.
- Kotvy/svorníky ocelové tyčové – na jejich výrobu se používá žebírková betonářská ocel o průměru min. 25 mm. Požadovaná únosnost těchto svorníků je min. 150 kN.
- Samozávrtné svorníky (kotvy) se používají v místě, kde dochází k zavalování vrtů a zejména v místě poruch.
- Laminátové kotvy/svorníky – se používají v místech s agresivním prostředím (nebezpečí koroze) a v místech, kde se předpokládá postupné částečné odstraňování zabudovaných prvků. Sklolaminátové svorníky se užívají např. pro zajištění stability čeleb výrubů a při dílčích výrubech vertikálně členěných.

#### 24.A.2.14.3 Mikropiloty a mikrozápory

24.A.2.14.3.1 Mikropiloty jsou piloty o malých průměrech v rozmezí 80–300 mm. Pro mikropiloty platí ustanovení TKP 29B. V případě, že vložíme do vrtů např. I profily, jedná se o mikrozápory.

24.A.2.14.3.2 Pro „ochranný deštník z mikropilot“ při ražení tunelu PK v nestabilním nebo málo stabilním horninovém prostředí se používají mikropiloty vyztužené silnostěnnou trubicí vyplněnou výplňovou injektáží.

24.A.2.14.3.3 Mikropiloty pro zesílení základů tunelů (patek) jsou vybaveny roznášecí nebo tahovou hlavicí.

#### 24.A.2.14.4 Jehly

24.A.2.14.4.1 Jehly jsou pruty betonářské žebírkové oceli nebo trubky, zpravidla osazované do vrtu vyplněného rychle tuhnoucí maltou nebo zahnané (zavibrované) do horniny před provedením záběru ražby.

#### 24.A.2.14.5 Injektáže

24.A.2.14.5.1 Pro materiály injektáží platí ustanovení TKP 29A.

#### 24.A.2.14.6 Pažení čelby

24.A.2.14.6.1 V případě zastížení nestabilní čelby je nutné ve smyslu zadávací dokumentace, dle výsledků GTM a dle skutečně zastížených podmínek, provádět pažení čelby tak, aby byla zajištěna její stabilita po celou dobu pracovního kroku. Používá se nástřik čelby betonem, příložené pažení, zámkové kotvy, piloty nebo sloupy tvořené tryskovou injektáží.

#### 24.A.2.14.7 Hnané pažení

24.A.2.14.7.1 Připouští se použití ocelových a dřevěných pažin, válcovaných profilů.

### 24.A.2.15 Prvky stavebního vybavení tunelové stavby

#### 24.A.2.15.1 Provozně technický objekt (PTO)

24.A.2.15.1.1 V prostoru trafokobek musí být zajištěno větrání.

24.A.2.15.1.2 V případě požadavku stanoveném v PBŘ musí být pro olejové transformátory instalovány havarijní jímky.

24.A.2.15.1.3 Prostor záložního zdroje (UPS) a slaboproudých zařízení musí být klimatizován (chlazen).

24.A.2.15.1.4 Je nutné zajistit odolnost ocelových výrobků vně PTO (oplechování, výplně otvorů – dveře, žaluzie apod.) proti CHRL a korozní agresivitě prostředí (min. C4 se zohledněním individuálního korozního prostředí objektu) použitím odpovídající protikorozi ochrany (např. nerezové oceli).

#### 24.A.2.15.2 Drenážní systém

24.A.2.15.2.1 Pro odvodnění tunelů smí být používány pouze výrobky k tomu účelu určené, které odpovídají příslušným normám, předpisům i konkrétním podmínkám stavby. Platí pro ně TKP 3.

24.A.2.15.2.2 Průřez podélných drenáží je 200 mm, příčných svodů min 150 mm. Minimální průřez navazujícího kanalizačního potrubí tunelové stoky je 300 mm.

24.A.2.15.2.3 Veškeré drenáže musí být čistitelné v celé své délce.

24.A.2.15.2.4 Musí být použito potrubí se zvýšenou odolností oproti obrusu. Potrubí musí bez poškození snášet vliv zařízení na čištění tlakovou vodou během provozu tunelu, kdy je pro čištění používána tryska s pracovním přetlakem vody 12 MPa. Maximální lokální čistící tlak může být až 18 MPa (180 barů).

24.A.2.15.2.5 Z důvodu snadného čištění musí být potrubí kruhového profilu s vnitřním hladkým povrchem.

24.A.2.15.2.6 Při použití částečně perforované drenážní trubky musí být zajištěno uložení ve správné poloze. Před zakrytím musí být provedena kontrola uložení stavebním dozorem a proveden zápis do stavebního deníku.

24.A.2.15.2.7 Pokud je to možné, je pro obsyp drenážního potrubí použit štěrk (minimalizace výluhů sintru do potrubí). Pokud je z důvodu technologického postupu použit mezerovitý beton, je nutná zvýšená kontrola propustnosti materiálu, aby byla zachována drenážní funkce navrženého systému.

24.A.2.15.2.8 . Pokud je nutné tunelovou troubou převádět kanalizaci, je možné provést šachty jako sdružené, aby se nezvětšoval počet poklopů ve vozovce. Šachty musí být umístěny tak, aby nebyly standardně pojižděné (v ose dopravního pruhu vozovky).

#### **24.A.2.15.3 Požární vodovod**

24.A.2.15.3.1 Veškeré části vodovodu musí být funkční při vnějších teplotách vzduchu od -20 °C do +70°C.

24.A.2.15.3.2 Kolísání tlaku ve vodovodu vážně ohrožuje životnost jednotlivých prvků vodovodu (hydranty, šoupata, odvzdušňovací armatury, ucpávky, upevnění apod.) – výměna těchto armatur je velmi nákladná. Již při návrhu je nutné počítat se snadnou vyměnitelností jednotlivých prvků vybavení vodovodu a také s velkými rázy v potrubí, které mohou být způsobeny např. zapnutím tlakové stanice v souběhu se zavřením hydrantu. Tento stav pravidelně nastává při ročních zkouškách požárně-bezpečnostních zařízení. Způsob zkoušení vodovodu (zejména postupné uzavírání zkoušených hydrantů) musí být z bezpečnostních důvodů popsán v provozní dokumentaci tunelu.

24.A.2.15.3.3 Vodovod musí být v trase řádně ukotven (zejména v době provádění přejímacích zkoušek), hrdlové spoje musí být opatřeny zámkovými spoji a tvarovky musí být spojovány pomocí přírub. V rámci realizační dokumentace musí být navrženo uložení potrubí včetně pevných a kluzných bodů a kompenzace.

24.A.2.15.3.4 Lze použít vodovodního systému, který bude trvale zavodněn, ale nebude trvale natlakován na požadovaný provozní tlak. Pouze při zkouškách a mimořádné události dojde k natlakování tunelového vodovodu. Provozního tlaku je nutno dosáhnout do 240 sekund.

24.A.2.15.3.5 Vodovod uložený nad úrovní nezámrzné hloubky musí být řádně izolován (včetně tvarovek a potrubí uloženého v kabelových šachtách).

24.A.2.15.3.6 Hydranty musí být zabezpečeny proti zamrznutí a musí být odvodnitelné.

24.A.2.15.3.7 V blízkosti PTO (nebo přímo na stěně PTO) musí být realizováno odběrné místo pro rychlé plnění cisteren mycích vozů vozovky a ostění tunelu. Toto místo musí být zároveň použitelné v případě mimořádné události pro odběr hasební vody jednotkami HZS.

24.A.2.15.3.8 Celý systém vodovodu musí být možné kompletně vypustit. Pro jeho kompletní odvodnění a opětovné zavodnění musí systém zahrnovat odvzdušňovací a zavzdušňovací prvky.

24.A.2.15.3.9 Zavodněné potrubí požárního vodovodu musí být účinně chráněno proti zamrznutí pomocí cirkulace a ohřevu vody. Koncepce nezámrznosti požárního vodovodu musí být definována v DSP/DZS.

24.A.2.15.3.10 Potrubí požárního vodu musí být opravitelné a vyměnitelné.

24.A.2.15.3.11 Na potrubí požárního vodovodu musí být osazena čidla pro sledování teploty a tlaku vody v potrubí. Polohu a počet čidel určuje projektová dokumentace DSP/DZS.

#### **24.A.2.15.4 Šachty a poklopy**

24.A.2.15.4.1 Poklopy musí být snadno otevíratelné, a to po celou dobu životnosti poklopu. Materiál nesmí korodovat, ani měnit svůj objem. Musí odolávat stupni korozní agresivity min. C4 (vysoká agresivita atmosféry dle ČSN EN ISO 9223) se zohledněním individuálního korozního prostředí objektu. Jedná se o prostory s téměř trvalým výskytem kondenzace a vysokým znečištěním (znečištění SO<sub>2</sub>, silný vliv chloridů, vysoký obsah dusíku) – viz TKP 19B. Tomuto zadání musí odpovídat materiálové provedení všech poklopů v tunelu.

24.A.2.15.4.2 Vzhledem k tomu, že se automobil může v tunelové troubě dostat až na chodník, musí být poklopy v chodníku provedeny s příslušnou únosností (D400). Stejnou únosnost musí mít zákrytové desky nad kabelovody v chodnících. Pouze ve výklencích, kam nemůže najet kolo automobilu, mohou být poklopy s minimální základní únosností.

24.A.2.15.4.3 Veškeré poklopy osazené v tunelové troubě musí být vodotěsné, prachotěsné, v některých případech musí mít i příslušnou požární odolnost. Betonové poklopy se utěšňují vloženým těsněním (mezi rám a vlastní poklop) a zálivkou spáry.

24.A.2.15.4.4 Betonové poklopy s ocelovými nerezovými rámečky (A4) jsou vhodné především na kabelové šachty v chodníku, umístěné v dopravním prostoru tunelu. Rám a lem poklopu musí být provedeny v kónickém tvaru, aby při otevírání nedocházelo ke tření a poklop se dal snadno otevřít i uzavřít.

24.A.2.15.4.5 Poklopy kanalizačních šachet mohou být z kvalitní litiny, která nekoroduje a nemění svůj objem.

24.A.2.15.4.6 Kompozitové poklopy jsou vhodné do výklenků a venku na portálech na nepojížděné plochy.

24.A.2.15.4.7 Veškeré šachty musí být opatřeny odvodněním pro odvedení vody (kondenzace, dešť, podzemní voda, voda z mytí tunelu).

#### **24.A.2.15.5 Ocelové vnitřní konstrukce**

24.A.2.15.5.1 Vnitřní konstrukce (včetně odrazných zrcátek bodů GTM) nesmí v úrovni mytí ostění tunelové trouby výrazně vystupovat nad povrch sekundárního ostění (nesmí docházet k poškozování kartáčů mycích vozů).

24.A.2.15.5.2 Na veškeré vnitřní ocelové konstrukce včetně spojů je nutné používat pouze nerezovou ocel A4.

24.A.2.15.5.3 Na šroubové spoje pro upevnění technologických zařízení a stavebního vybavení se musí používat pouze klasické nezapuštěné šestihranné šrouby a matky. Je to dáno výraznou agresivitou prostředí v tunelu, kde dochází k degradaci těchto prvků a se zapuštěnými šrouby nebo matkami pak nelze manipulovat.

24.A.2.15.5.4 Zakrytí nik v ostění (prostupy pro kabely a měřicí zařízení) musí být provedeno nerezovým plechem A4 min. tloušťky 1 mm. Jejich upevnění musí být opakovaně demontovatelné (použití ocelových hmoždinek).

#### **24.A.2.15.6 Vozovka**

24.A.2.15.6.1 Vozovka v tunelu musí splnit stejné adhezni parametry jako vozovka na volné komunikaci.

24.A.2.15.6.2 Konstrukce vozovky se zpravidla navrhuje s cementobetonovým krytem úroveň porušení vozovky D0 dle TP 170, která vykazuje delší životnost oproti asfaltové vozovce. V případě použití asfaltových vozovek platí znění ČSN 73 6114, ČSN 73 6121 a TKP 7.

24.A.2.15.6.3 Tloušťky konstrukčních vrstev se detailně upravují s ohledem na skutečně zastižené podloží vozovky, které tvoří spodní klenba tunelové trouby (výplňový beton) nebo zastižené horninové prostředí (u tunelu bez spodní klenby).

24.A.2.15.6.4 V tunelech je vhodné realizovat úpravu povrchu CB krytu vozovky obnaženým kamenivem. Tato úprava z dostupných zkušeností zajišťuje při správné údržbě dlouhodobě lepší protismykové vlastnosti než klasická úprava CB krytu vozovky.

24.A.2.15.6.5 Při realizaci povrchové úpravy (vymývání) je nutné zajistit šterbinové žlaby proti zanášení a po dokončení úpravy žlaby propláchnout, aby nedošlo k usazení a zatvrdnutí vymytého betonu vozovky

24.A.2.15.6.6 Pro minimalizaci hlukových emisí od pojezdu bude maximální velikost zrna kameniva 8 mm (lze použít drobné kamenivo frakce 0/2 mm nebo 0/4 mm a hrubé drcené kamenivo frakce 4/8 mm (obsah frakce 4/8  $\geq$  68 % z celkového objemu kameniva).

24.A.2.15.6.7 Protože vozovka v tunelu není vystavena přímému vlivu povětrnostních podmínek (především dešti), je pro zachování požadovaných parametrů vozovky nutné v rámci údržby během provozu provádět její pravidelné mytí. Tím se zabrání zanášení struktury povrchu a zachovají se požadované protismykové parametry, které je v rámci provozu nutné pravidelně měřit.

24.A.2.15.6.8 V CB krytu jsou zřízeny příčné a podélné spáry řezáním dle ČSN 73 6123-1. Hloubka řezu u příčných spár je mezi 0,35 - 0,40h a u podélných spár mezi 0,40 - 0,45h, kde h = tloušťka CB krytu.

24.A.2.15.6.9 Spárořez vozovky musí u tunelů se spodní klenbou korespondovat se spárami mezi bloky betonáže sekundárního ostění. U tunelů bez spodní klenby se toto doporučuje.

24.A.2.15.6.10 V místech spár CB krytu musí být v podkladní vrstvě z cementové stabilizace provedeny smršťovací spáry, které omezí možnost vzniku kopírování trhlin mimo řízená místa řezání spár. Přesnost vzájemného umístění spár v podkladu a CB krytu musí být do 10 cm.

24.A.2.15.6.11 Příčné spáry jsou vyztuženy kluznými trny s krytím 1/2 výšky desky, vzdálenost trnu od okraje desky je min. 250 mm. Podélné spáry jsou vyztuženy kotvami, které jsou umístěny v 1/3 výšky desky od spodního povrchu.

24.A.2.15.6.12 Veškeré spáry se doporučuje proříznout nejpozději do 24 hodin po betonáži, v závislosti na klimatických podmínkách. Hrany desek CB krytu budou ve spárách zkoseny a řezané

spáry vozovky budou opatřeny provizorním těsněním – těsnícím provazcem o průměru 4 mm. Po vyfrézování komůrek budou spáry definitivně utěsněny tvarovanými těsnicími profily F8 (příčná spára) a F6 (podélná spára), dle ČSN EN 14188-3.

24.A.2.15.6.13 V místě styku spár bude provedeno napojení obou profilů: Profil F8 v příčné spáře bude proříznut (shodně jako podélná spára) a vzniklý prostor křížení bude opatřen polyuretanovým tmelem, do kterého se vtlačí těsnicí profil F6 podélné spáry.

24.A.2.15.6.14 Stabilita místa styku asfaltového a CB krytu musí být zajištěna zesílením dvou posledních desek CB krytu. Samotný přechod je tvořen komůrkou o celkové šířce 50 mm a hloubce 40 mm. Prostor této komůrky je v celé ploše opatřený adhezním nátěrem a vyplněn asfaltovou modifikovanou hmotou s výplňovým kamenivem (materiál pro elastický mostní závěr dle TP 80). Spára mezi konstrukcemi je vyplněna poddajnou vložkou tl. 20 mm (extrudovaný PS obj. hm. do 35 kg/m<sup>3</sup>) až po úroveň MZK asfaltového krytu – nutná zvýšená kontrola během hutnění.

#### **24.A.2.15.7 Chodníky**

24.A.2.15.7.1 Výška obrubníku chodníku je max. 12 cm, aby osobní vozidla mohla bez poškození vjet na chodník.

24.A.2.15.7.2 Únosnost chodníku musí odpovídat možnosti pohybu nákladního vozidla při mimořádné události (třída D 400) a pohybu finišeru při pokládce vozovky. V případě poruchy lze vozidlo částečně odstavit na chodník.

24.A.2.15.7.3 Povrch chodníku musí být proveden v protiskluzové úpravě.

24.A.2.15.7.4 Spároveň chodníku musí odpovídat poloze spár mezi bloky betonáže tunelového ostění.

#### **24.A.2.15.8 Štěrbínové žlaby a obrubníky**

24.A.2.15.8.1 Pro štěrbinové odvodňovací žlaby (trouby) platí ČSN EN 1433 a TP 152. Požaduje se třída betonu a odolnost vlivům prostředí C35/45 XF4 + XD3 (především agresivně rozmrazovacích solí) a mrazuvzdornost.

24.A.2.15.8.2 Doplňkové vybavení štěrbinových žlabů musí být provedeno z nerezových materiálů třídy A4. Šroubové spoje musí být v provedení šestihranu, aby byla možná jejich opakovaná montáž a demontáž (z důvodu čištění).

24.A.2.15.8.3 Uložení prefabrikovaných dílců musí splňovat podmínky výrobce na dilatační uložení. Příčné spáry mezi jednotlivými díly musí odpovídat umístění pracovních spár mezi bloky sekundárního ostění tunelu s odchylkou do 1 m.

24.A.2.15.8.4 Štěrbínové žlaby, zejména samozhášecí kusy je nutné pravidelně snadno a rychle čistit (případně zavodňovat), aby plnily svoji funkci.

24.A.2.15.8.5 Svod štěrbinových žlabů musí být proveden v souladu s ČSN 73 7507.

#### **24.A.2.15.9 Vnitřní dělicí konstrukce**

24.A.2.15.9.1 Jedná se o konstrukce v propojkách, které musí splňovat požadavky na požární zatížení.

24.A.2.15.9.2 U propojek se spodní klenbou musí být dilatační a pracovní spáry vnitřních konstrukcí a ostění v souladu.

24.A.2.15.9.3 Dělicí konstrukce v propojkách mohou být provedeny např. z betonových tvárnic, které není třeba omítat.

24.A.2.15.9.4 Povrch musí být bezprašný, omyvatelný, opatřený sjednocujícím bezprašným nátěrem.

#### **24.A.2.15.10 Výplně otvorů**

24.A.2.15.10.1 Dveře a vrata musí být provedeny z nerezového materiálu A4 s odolností vůči korozivní agresivitě min. C4 (vysoká agresivita atmosféry dle ČSN EN ISO 9223) se zohledněním individuálního korozního prostředí objektu. Jedná se o prostory s trvalým výskytem kondenzace a vysokým znečištěním, zejména vysokým obsahem sloučenin dusíku a síry.

24.A.2.15.10.2 Samozavírače dveří musí být umístěny mimo vlastní dopravní prostor tunelu (do vnitřního prostoru propojky).

24.A.2.15.10.3 Rozvory na vratech musí být v provedení umožňující manipulaci zasahujícím hasičům v rukavicích. Křídla musí být řešena s fixací křídla v otevřené poloze.

#### **24.A.2.15.11 Kabelovody včetně požárních ucpávek**

24.A.2.15.11.1 Umístění požárních ucpávek (na rozhraní požárních úseků, např. propojka/tunelová trouba) se provádí přednostně do prostoru propojek (mimo dopravní prostor tunelu), kde je možná jejich snadná a pravidelná kontrola (včetně případné údržby či obnovy).

24.A.2.15.11.2 Požární kontrola ucpávek se musí (dle nyní platných předpisů) provádět každý rok a v rámci kontroly je nutné ihned poškozené ucpávky opravit. Pokud se cíleně s kabelem manipuluje, musí se vždy ucpávka provést nová.

24.A.2.15.11.3 Je nutné používat ucpávek s dlouhou zaručenou životností, aby nebylo nutné otvírat kabelové šachty při běžné a hlavní prohlídce, vzhledem k tomu, že kabelové poklopy v chodníku v tunelu musí být vzduchotěsně a vodotěsně uzavřeny.

24.A.2.15.11.4 Upřednostňují se ucpávky, které lze během životnosti opakovaně použít pro různé kabely, případně lze otvory dočasně zaslepit.

24.A.2.15.11.5 Z provozních hledisek a následné údržby a obnovy jsou nejvýhodnější kabelovody tvořené zabetonovanými jednotlivými chráničkami.

24.A.2.15.11.6 Mezi kabelovými šachtami musí být chráničky provedeny z jednoho kusu. Nastavování chrániček je zakázáno s ohledem na vysoké riziko zneprůchodnění při betonáži.

24.A.2.15.11.7 Chráničky musí být instalovány do šablon k tomu určených, aby byla zajištěna jejich vzájemná vzdálenost a prostor kabelovodu byl řádně probetonován.

24.A.2.15.11.8 Frakce kameniva betonu pro výplň kabelovodu musí odpovídat vzdálenosti chrániček.

## **24.A.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ**

### **24.A.3.1 Všeobecně**

#### **24.A.3.1.1 Realizační dokumentace (RDS)**

24.A.3.1.1.1 Realizační dokumentace stavby musí být při respektování principů observační metody v souladu s DSP/ZDS a vyjádřením vydaným ve stavebním řízení příslušným OBÚ (podle zákona č. 183/2006 Sb.).

24.A.3.1.1.2 V dokumentaci RDS musí být již uvedeny konkrétní výrobky splňující zadání stavby. Pokud jsou zde uvedeny výrobky s kratší dobou životnosti, než je uvedeno v ČSN 73 7507, musí být toto jednoznačně uvedeno v odsouhlasené dokumentaci RDS a následně zpracováno do provozní dokumentace.

24.A.3.1.1.3 Při zpracování RDS pro činnost prováděnou hornickým způsobem v podzemí platí vyhláška č. 55/1996 Sb. ČBÚ.

24.A.3.1.1.4 Pro činnost prováděnou hornickým způsobem na povrchu platí vyhláška č. 26/1989 Sb. ČBÚ. Realizační projekt musí zpracovat báňský projektant, jehož odborná způsobilost byla ověřena podle zvláštních předpisů (§ 4 vyhlášky ČBÚ č. 298/2005 Sb.).

#### **24.A.3.1.2 Technologický předpis (TePř)**

24.A.3.1.2.1 Minimální požadavky na TePř jsou uvedeny v TKP 1 a další požadavky na obsah TePř pro práce prováděné hornickým způsobem jsou uvedeny v příloze 24.P6 těchto TKP.

24.A.3.1.2.2 Vypracování TePř je důležité zejména u rizikových prací (např. ražba).

24.A.3.1.2.3 O vypracování TePř pro jakékoliv zhotovovací práce může Zhotovitele v průběhu prací požádat také Objednatel / Správce stavby.

24.A.3.1.2.4 TePř zpracuje Zhotovitel v souladu s RDS a musí být předložen Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení v dostatečném předstihu před zahájením příslušných prací. Dokud není dán souhlas, nesmí být práce zahájeny.

#### **24.A.3.1.3 Změny TePř**

24.A.3.1.3.1 Výsledky geologické dokumentace a geotechnického monitoringu, na jejichž podkladě je nutno provést změny TePř pro ražení, hloubení či vystrojení díla, se zapisují do stavebního deníku.

24.A.3.1.3.2 Průběžně se do stavebního deníku vypisují i údaje potřebné pro vyúčtování výrubových prací (větší nezaviněné nadvýrubu, závaly, výskyt podzemní vody apod.). Potvrzení a zdůvodnění množství nadvýlomů musí být také provedeno radou GTM (RAMO).

24.A.3.1.4 Při takové změně TePř, kterou dochází ke snižování požadavků v oblasti technologie výstavby a provozu, nebo požadavků v preventivní ochraně právem chráněných zájmů, si musí Zhotovitel vyžádat schválení odborně způsobilým (odpovědným) projektantem. Jde-li o podstatnou změnu, musí být k této změně vyžádáno i souhlasné vyjádření příslušného OBÚ Technologický postup (TEP) ve smyslu báňských předpisů

24.A.3.1.4.1 Pro činnost prováděnou hornickým způsobem v podzemí, podléhající vrchnímu dozoru státní báňské správy, musí být také zpracován TEP v souladu s vyhláškou ČBÚ č. 55/1996 Sb. Pro činnost prováděnou hornickým způsobem na povrchu platí vyhláška ČBÚ č. 26/1988 Sb.

24.A.3.1.4.2 TEP pro práce spadající do činnosti prováděné hornickým způsobem musí být vypracován pro všechny očekávané parametry horninového prostředí s přihlédnutím ke všem místním rizikům a nebezpečím (povrchová zástavba, inženýrské sítě, blízkost dalších podzemních prostor či objektů atd.; viz vyhláška ČBÚ č. 55/1996 Sb.).

24.A.3.1.4.3 TEP musí být v souladu s realizační dokumentací zpracovanou oprávněným projektantem (§ 5 odst. 2 zákona č. 61/1988 Sb.).

24.A.3.1.4.4 K TEP pro provádění prací hornickým způsobem se mohou vyjádřit všichni účastníci výstavby v rozsahu, který se jich týká. Za Zhotovitele TEP schvaluje závodní a je kontrolován příslušným OBÚ.

#### **24.A.3.1.5 Geologická dokumentace při výstavbě**

24.A.3.1.5.1 Podle vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. je realizace stavby podzemního díla dovolena, je-li Zhotovitelem stavby zpracována a průběžně s postupem prací doplňována geologická dokumentace, která zajišťuje dostatečné informace o inženýrskogeologických poměrech a geotechnických podmínkách, ve kterých je dílo

vedeno; tato dokumentace je trvale k dispozici Objednateli / Správci stavby. Podle zjištěného stavu se upřesňují technologické předpisy dalších ražeb, stanovuje se zařídění horninového masivu a skutečný stupeň horninového zvodnění.

**24.A.3.1.5.2** Stav a chování horninového prostředí, čela výrubu a zabudovaného primárního ostění jsou sledovány, měřeny a průběžně dokumentovány i vyhodnocovány v rámci geotechnického monitoringu; výsledky jsou neustále k dispozici všem účastníkům stavby. Toto sledování a dokumentování čela výrubu a chování okolního horninového prostředí musí splňovat shora uvedené požadavky vyhlášky ČBU č. 55/1996 Sb. Zhotovitel použije výsledků GTM zdarma.

**24.A.3.1.5.3** Při použití observační metody pro návrh a výstavbu díla musí být prováděn a pravidelně vyhodnocován geotechnický monitoring (platí i pro dále uvedené hloubené objekty).

#### **24.A.3.2 Hloubené objekty**

**24.A.3.2.1** Tunely budované hloubením z povrchu (zkráceně „hloubené tunely“) a zajištění jejich stavebních jam se provádí podle schválené RDS a TePř. Dokumentace musí splňovat ustanovení norem a předpisů platných podle druhu konstrukcí a prací.

**24.A.3.2.2** Pokud se při zemních pracích na portálu nebo v hloubené části tunelu a na přímo navazujících objektech (přeložky atp.) prováděných za použití strojů a výbušnin na jedné lokalitě přemísťuje více než 100 000 m<sup>3</sup> horniny, s výjimkou zakládání staveb (jedná se o práce prováděné hornickým způsobem podle zákona č. 61/1988 Sb.), základním bezpečnostním předpisem je vyhláška ČBÚ č. 26/1989 Sb., s výjimkou prací na zakládání staveb.

**24.A.3.2.3** Hydroizolační systém hloubených úseků tunelu musí navázat na hydroizolační systém ražených úseků tunelu s použitím přechodového a pojistného izolačního systému (v souladu s PD).

**24.A.3.2.4** Výkopy stavebních jam pro tunely a tunelové portály je nutno provádět zásadně dle schválené RDS a TePř.

**24.A.3.2.5** Během výstavby je nutné zajistit ekologickou úpravu veškerých vod před vypuštěním do recipientu, zejména likvidace nerozpustných látek (bentonitů a jíílů), úprava pH a zachycení ropných látek.

**24.A.3.2.6** Hloubené tunely budované v otevřené stavební jámě. Zajištění stavební jámy je zpravidla pouze dočasné, do doby vybudování hloubeného tunelu. V případě použití kotevních systémů (i dočasných) je třeba pro ně zajistit služebnost

(věcné břemeno) příslušného prostoru. Po skončení životnosti zajištění se musí kotvy deaktivovat.

**24.A.3.2.7** Tunely budované ve stavební jámě, kde zajištění stavební jámy tvoří zároveň budoucí konstrukci vlastního tunelu, musí veškeré konstrukce splňovat technické podmínky (včetně odolnosti vůči korozi a účinku bludných proudů) pro realizaci trvalých konstrukcí (zejména kotvy, odvodňovací prvky, betonové konstrukce, izolace apod.).

#### **24.A.3.3 Tunely ražené cyklickou ražbou (konvenční ražení)**

##### **24.A.3.3.1 Všeobecně**

**24.A.3.3.1.1** Dílo v podzemí musí být realizováno tak, aby se zabránilo nežádoucímu rozvolňování kolem výrubu, průvalům horniny, nadměrným deformacím, a aby byla zajištěna stabilita výrubu a potřebná ochrana povrchových objektů, inženýrských sítí i životního prostředí.

**24.A.3.3.1.2** Aby stavba postupovala bezpečně i ekonomicky, je potřebné sledovat stav a chování horninového prostředí při ražbě pomocí měření, sledování a vyhodnocování v rámci GTM. Je nutné ověřovat a zpřesňovat prognózu horninového prostředí.

**24.A.3.3.1.3** Stabilita podzemních konstrukcí je zásadním problémem navrhování a provádění těchto staveb. Podle geotechnických podmínek a ovlivňujících faktorů existují různé způsoby porušení stability. Proto lze s výhodou použít pravidel observační metody.

**24.A.3.3.1.4** V RDS je stanoven prostorový i časový postup ražeb pro zabudovávání primárního ostění. Na základě charakteristik chování horninového masivu, se pro každou charakteristickou situaci vybere realizovatelná koncepce stavby, obsahující metodu ražby, členění ražby, zajištění výrubu a doplňující metody, a to v souladu s řešením v DSP. Podle příslušné technologické třídy výrubu jsou upřesněny požadavky na měření průběhu deformací primárního ostění. Teprve s odstupem následuje zabudování sekundárního ostění. Sekundární ostění se zpravidla osadí po ustálení deformací výrubu zajištěného primárním ostěním. Případně přípustnou maximální rychlost deformace primárního ostění pro zahájení betonáže sekundárního ostění stanoví projekt. Primární ostění může být trvalým ostěním, pokud splní požadavky na trvalé ostění. Taková ostění jsou vhodná např. pro štoly a tunelové objekty s menšími požadavky na vodotěsnost nebo v nenáročných hydrogeologických poměrech. Pokud je nosná funkce primárního ostění započtena do celkového nosného systému tunelu, musí být jeho únosnost stanovena pro předpokládanou životnost tunelu výpočtem.

24.A.3.3.1.5 V ČR se zpravidla pro výstavbu tunelů PK používá NRTM, která vědomě a cíleně využívá nosných vlastností horninového masivu s cílem optimalizovat technologický postup ražení a způsob zajištění stability výrubu a minimalizovat s tím spojené ekonomické náklady. Změny postupů jsou možné i během ražby.

24.A.3.3.1.6 Veškerá práva, povinnosti a odpovědnosti musí být jednoznačně dopředu stanovena v souboru smluvních dohod. Toto je nutné z důvodu okamžité reakce na změněné geotechnické podmínky během stavby.

24.A.3.3.1.7 Ve složitých geotechnických podmínkách (např. i v prostředí s výskytem krasových jevů, starých opuštěných důlních děl) je nutné provádět předvrty pro ověření geotechnických podmínek před čelbou.

#### **24.A.3.4 Tunely ražené kontinuálně**

##### **24.A.3.4.1 Všeobecně**

24.A.3.4.1.1 Plnoprofilovými tunelovacími stroji se nazývají výkonné mechanismy, kterými je možno provádět kontinuální rozpojování horniny v celé čelbě tunelu bez použití trhacích prací a současně téměř plynule budovat tunelové ostění. Výrub je zajišťován nejčastěji ostěním ze segmentů skládaných do jednotlivých prstenců. V současné době jsou převážně používány prefabrikované železobetonové dílce či dílce z drátkobetonu.

##### **24.A.3.4.2 Koncepce strojních sestav**

24.A.3.4.2.1 Tunelové stroje rozdělujeme na razicí stroje (do pevných skalních hornin) a štíty (do poloskalních hornin a zemin). Štíty dále dělíme na nemechanizované (s pažením či bez pažení čela) a mechanizované (normální, s přetlakem vzduchu).

24.A.3.4.2.2 V podmínkách ČR se nejčastěji používá zeminový štít. Slouží pro výstavbu tunelů v nestabilních, ale převážně soudržných zeminách a poloskalních horninách. Jeho princip tkví v tom, že přepážkou oddělená komora na čele štítu s razicí hlavou je trvale vyplněna rozpojenou zeminou (případně ještě přidávanou vodou a stlačeným vzduchem pro vytvoření kašovité hmoty vhodné konzistence), která svým tlakem vytváří reakci proti tlaku horninového masivu a podzemní vody před čelbou. Z tlakové komory se rubanina průběžně, ale v přesně řízeném množství odpovídajícím potřebnému tlaku na čelbu odebírá šnekovým dopravníkem.

24.A.3.4.2.3 Zeminové štíty mohou pracovat podle zastižených geologických podmínek též v jiném módu, než je zmíněný uzavřený mód.

##### **24.A.3.4.3 Klasifikace ražeb**

24.A.3.4.3.1 Klasifikace umožňuje Zhotoviteli ocenit jednotku postupu ražby, způsob zajištění výrubu a další nutná opatření prováděná při vlastní ražbě. Pro popis chování zeminového a poloskalního prostředí se používá např. klasifikace podle německé normy DIN 18312. Rozeznávají se 3 třídy tunelování:

- SM 1 - ražba bez podpory čela (open mode),
- SM 2 - ražba s částečnou podporou čela (transition mode),
- SM 3 - ražba s plnou podporou čela (closes mode).

##### **24.A.3.4.4 Geotechnický průzkum**

24.A.3.4.4.1 Požadavky a nároky na geotechnický průzkum, stejně jako jeho metodika a doprovodné zkoušky jsou prakticky stejné jako v případě geotechnického průzkumu při konvenčních metodách ražby.

24.A.3.4.4.2 Mechanizované tunelování klade větší důraz na některé položky geotechnického průzkumu, Jedná se zejména o pevnost v tlaku, abrazivitu, lepivost, indexové parametry, bobtnavost, překážky v trase, krasové jevy, výskyt metanu, chemická rezidua (průsak z čerpacích stanic), a další. Tato metoda vyžaduje podrobnější průzkum než metoda NRTM. Platí TP 76C v plném rozsahu (etapovost, umístění průzkumných děl, počty apod.).

24.A.3.4.4.3 Základním předpokladem pro úspěšné použití některého typu razicího komplexu je podrobná znalost geologických a hydrogeologických poměrů v trase díla.

24.A.3.4.4.4 Ve složitých geotechnických podmínkách (např. v prostředí s výskytem krasových jevů, starých opuštěných důlních děl) je nutné provádět doplňující geologický průzkum v průběhu výstavby pro ověření geotechnických podmínek před strojem (např. pomocí předvrtů).

#### **24.A.3.5 Ražba**

##### **24.A.3.5.1 Rizika při ražbě**

24.A.3.5.1.1 Přehled možných rizik při provádění tunelu

- ztráta stability tunelového portálu, zřícení portálu,
- zřícení horninové klenby, vypadnutí čelby tunelu,
- nadměrný růst dna tunelu, zabořování ostěním do měkkého podloží,
- deformace primárního ostění (nadměrné konvergence),
- náhlý průval vod a zvodnělého materiálu, výron nebezpečných plynů,
- výskyt bludných proudů,

- nadměrné poklesy povrchu nad tunelem, ohrožení zástavby a inženýrských sítí v zóně ovlivnění,
- ztráta vody v okolních studních, pramenech, změna chemického složení podzemních vod;
- škody způsobené tlakovými injektážemi.

24.A.3.5.1.2 Pro stanovení a řízení rizik je třeba mít na stavbě systém pro jejich důsledné sledování (registr rizik) a zajistit aplikování opatření ke zmírnění či eliminaci důsledků plynoucích z těchto rizik.

**24.A.3.5.2 Geotechnický monitoring při ražbě NRTM (podrobně viz TP 237)**

24.A.3.5.2.1 NRTM využívá principy observační metody ve smyslu ustanovení normy – ČSN EN 1997-1 (Eurokódu 7 Geotechnika). Ražení s využitím spolupůsobení horninového prostředí musí být prováděno za současného sledování deformací nosného systému hornina-ostění a okolí výrubu metodami geotechnického monitoringu (GTM).

24.A.3.5.2.2 GTM zahrnuje i průběžné sledování a dokumentování čela výrubu a chování výrubu a horninového prostředí tak, aby splnil požadavky vyhlášky ČBU č. 55/1996 Sb.

24.A.3.5.2.3 Na základě GTM se kromě zajištění bezpečnosti pracoviště a stability výrubu též optimalizuje primární i sekundární ostění podzemního díla. GTM se provádí a operativně vyhodnocuje i pro dílčí výrubu, tj. pro jednotlivé fáze ražeb členěného výrubu tunelu.

24.A.3.5.2.4 RDS vlastního díla upřesní předpokládaný průběh posunů líce výrubu a poklesů nadloží. Stanoví k nim příslušné hodnoty pro varovné stavy.

24.A.3.5.2.5 Zpravidla se uvažují (podrobně je uvedeno v TP 237):

- stav vysoké míry bezpečnosti,
- stav přípustných změn,
- stav mezní přijatelnosti,
- stav kritický,
- stav havarijní (tj. vznik mimořádné události).

24.A.3.5.2.6 Ustanovení o **mimořádné události** a její likvidaci jsou obsažena v čl. 24.A.3.19.

**24.A.3.5.3 Technologické třídy výrubu**

24.A.3.5.3.1 V DSP/ZDS jsou stanoveny technologické třídy výrubu pro jednotlivé velikosti tunelových průřezů podle typu chování horninového masivu při ražbě (kvazihomogenních celků), zjištěných geologickým průzkumem horninového prostředí. Pro tyto třídy jsou v DSP/ZDS navrženy potřebné prvky zajištění stability výrubu s přihlédnutím k požadavkům na zajištění bezpečnosti provádění, omezení poklesů nadloží

a místním podmínkám. Tyto třídy slouží také pro soupis prací, kalkulací a ocenění (viz Příloha č. 3/1 OTSKP SPK, část I). ZDS také stanoví předpokládaný rozsah a množství předpokládaných předstihových a doplňujících opatření (např. odvodňovací vrty, ochranné deštníky, injektáže).

24.A.3.5.3.2 RDS upřesní polohu, rozměry, množství, dimenze a časovou posloupnost zabudovávání jednotlivých vystrojovacích prvků (opatření) pro jednotlivé technologické třídy výrubu každého průřezu obsaženého v ZDS.

24.A.3.5.3.3 Skutečně realizované technologické třídy výrubu, případně i upřesnění nasazených vystrojovacích prostředků v příštích záběrech výrubu podle zpřesněných prognóz GTM, (doporučení RAMO) navrhne Zhotovitel (závodní) a odsouhlasí Správce stavby a projektant. Přitom je třeba počítat s četnými změnami technologických tříd výrubu i s úpravami druhu a počtu vystrojovacích prostředků.

**24.A.3.5.4 Velikost výrubu a jeho dokumentace**

24.A.3.5.4.1 Velikost teoretického výrubu včetně předpokládaných nadvýšení a tolerancí je stanovena dokumentací DSP/ZDS.

24.A.3.5.4.2 Velikost skutečného výrubu (příp. dílčího výrubu) se zjišťuje měřením osobou nezávislou na Zhotoviteli. Naměřené hodnoty se zapisují do záběrových listů nebo se k nim přikládají, a jsou součástí stavebního deníku. Měření musí navazovat na body stávající vytyčovací sítě.

24.A.3.5.4.3 Měření se provádí v každém pracovním záběru (pokud není stanoveno v ZTKP jinak). V místech mimořádných nadvýrubů (bez ohledu na zavinění) se měření příčné řezy (dokumentace nadvýrubu) přiměřeně zhustí.

**24.A.3.5.5 Způsob rozpojování**

24.A.3.5.5.1 Zásady způsobu rozpojování hornin jsou stanoveny v DSP/ZDS. Způsob rozpojování v jednotlivých podzemních dílech či jejich části upřesní RDS v zásadách technologie tunelování. Musí se při tom uvážit jeho vliv na stabilitu výrubu, povrchovou zástavbu a inženýrské sítě v zóně ovlivnění. Dále je nutné zohlednit postup ražení a vystrojování. Návrh způsobu rozpojování musí Zhotovitel předložit v předstihu ke schválení Objednateli / Správci stavby, v případě použití trhačích prací také místně příslušnému OBÚ (projekt trhačích prací).

24.A.3.5.5.2 Pokud to okolnosti vyžadují (např. pod zástavbou a blízkými citlivými objekty), je třeba v DSP/ZDS stanovit a v RDS a TePř zapracovat variantní způsoby rozpojování (s omezeným použitím trhavin; bez trhavin), aby podle výsledků

operativního GTM bylo možno nasadit optimální způsob rozpojování hornin.

#### **24.A.3.5.6 Mechanizované rozpojování**

24.A.3.5.6.1 Mechanizované rozpojování hornin se nasazuje v úsecích ražeb s vhodnými geotechnickými podmínkami pro takové rozpojování, zejména tam, kde si to vyžadují zpřísněné požadavky na omezení negativních vlivů rozpojování trhavinami při tunelování (např. pod zástavbou, v blízkosti jiných podzemních objektů, při dobírání průřezu).

24.A.3.5.6.2 I při nasazení mechanizovaného rozpojování hornin je nutno uvážit a sledovat hlučnost a seismické účinky konkrétních mechanismů (výložníkové frézy, tunelová rypadla, těžká sbíjecí kladiva / impaktory), přenášené horninovým prostředím.

#### **24.A.3.5.7 Průřez výrubu**

24.A.3.5.7.1 Průřez výrubu musí mít takové rozměry, aby po ustálení deformací horninového masivu a dotvarování zůstal zachován teoretický výrubní průřez.

24.A.3.5.7.2 Rozměry a tvar výrubních průřezů a hodnoty předpokládaných deformací stanoví DSP/ZDS. Podle výsledků geotechnického monitoringu v průběhu stavby odsouhlasuje případné zvětšení velikosti výrubního průřezu Objednatel / Správce stavby (ve shodě s odpovědným projektantem stavby) na základě návrhu geotechnického dozoru stavby nebo Zhotovitele stavby tak, aby po dotvarování primárního ostění byl bezpečně zajištěn světlý průřez sekundárního ostění.

24.A.3.5.7.3 Velikost zvětšení výrubu se stanoví s přihlédnutím ke kvalitě horninového masivu, použité technologii ražení, způsobu rozpojování horniny a dočasného vystrojení výrubu.

24.A.3.5.7.4 Použitá technologie ražení (rozpojování a vystrojování) je uvedena v DSP/ZDS a upřesněna dle technologických možností vybraného Zhotovitele v realizační dokumentaci stavby (RDS).

#### **24.A.3.5.8 Plný výrub**

24.A.3.5.8.1 Za ražbu plným výrubem (porubem) se považuje ražení celého průřezu výrubu najednou (kalota i opěří), zpravidla mimo dobírku dna či spodní klenby. Při ražení na plný výrub se využije dočasné stability výrubu a samonosnosti horninového prostředí k zabudování dočasného vystrojení kaloty i opěří.

24.A.3.5.8.2 Pokud se dno průřezu výrubu nedobírá dodatečně, ponechá se v rámci plného výrubu taková vrstva nerozpojené horniny pod pojižděným

povrchem, aby pojezdem mechanismů nedošlo k porušení podloží dna. Tato vrstva se dobře až těsně před betonáží dna nebo před konečnou úpravou podloží ve dně.

#### **24.A.3.5.9 Členěný výrub**

24.A.3.5.9.1 Kde není možné při ražbě většího průřezu tunelu s ohledem na stabilitu nebo z technologických důvodů postupovat plným výrubem, je nutno razit členěným výrubem, kdy výrubní průřez se člení do několika dílčích výrubů a jejich ražba probíhá v časově posunutých fázích.

24.A.3.5.9.2 V každém dílčím výrubu se ihned zabuduje dočasná výztuž a zajistí se její řádná aktivace.

24.A.3.5.9.3 Při ražbě horizontálně nebo vertikálně členěným výrubem je nutno sled razících prací v podélném i příčném směru provádět tak, aby ražba v daných podmínkách postupovala bezpečně, dala se efektivně použít mechanizace a práce na čelbě si navzájem nepřekážely (plynulé odtěžování rubaniny z čelb a jejich zásobování stavebním materiálem).

#### **24.A.3.5.10 Zajištění čelby**

24.A.3.5.10.1 V jednotlivých technologických třídách výrubu je stanoveno krátkodobé zajištění stability čela při ražbě (např. tloušťka a rozsah stříkaného betonu, sklon čela, horninový klín) včetně potřebných předháněných vystrojovacích prvků či opatření (např. jehly, svorníky z čela, ochranné deštníky z mikropilot a sloupů TI).

24.A.3.5.10.2 Pokud se práce v čelbě přeruší nebo zastaví, je nutno v závislosti na skutečně zastižených geotechnických podmínkách zajistit stabilitu čela na celou dobu přerušení prací.

24.A.3.5.10.3 Návrh na potřebná opatření stanoví Zhotovitel podle hodnocení výsledků geomonitoringu ve shodě se Správcem stavby.

#### **24.A.3.5.11 Zajištění výrubu dočasnou spodní klenbou**

24.A.3.5.11.1 V horninách silně tlačivých, bobtnavých, plastických a v prostředí s výrazným bočním horninovým tlakem, nebo v širších tektonicky poruchových horninových pásmech se na základě statického výpočtu provádí dočasné uzavírání primárního ostění spodní klenbou.

24.A.3.5.11.2 Vzdálenost uzavírání průřezu spodní klenby od čela výrubu jednotlivých úseků podle vyhodnocení výsledků měření GTM odsouhlasí Objednatel na základě doporučení RAMO.

24.A.3.5.11.3 Součástí dokumentace musí být i opatření, která předcházejí vybourání dočasné spodní klenby v kalotě, aby se zabránilo rychlému uvolnění napětí koncentrovanému do spodní klenby

kaloty a poškození primárního ostění nebo nežádoucímú nárůstu deformací výrubu.

#### 24.A.3.5.12 Výplňová injektáž

24.A.3.5.12.1 Z důvodů zaplnění nutné mezery (technologický nadvýlom) mezi segmentovým ostěním a horninovým masivem je nutné pravidelně provádět výplňovou injektáž. Cílem je aktivace prstence ostění do horninového masivu, omezení poklesů v nadloží, a zabránit případným posunům jednotlivých segmentů. Čas tuhnutí musí vyhovovat rychlosti ražby.

24.A.3.5.12.2 Výplňová injektáž se provádí také v případě zastižení neznámých volných podzemních prostor, které je nutné vždy okamžitě zaplnit.

#### 24.A.3.5.13 Zóna poklesů

24.A.3.5.13.1 Při budování podzemního díla vznikají v nadloží výrubu deformace (posuny v horninovém prostředí), které se na povrchu projevují poklesovou kotlinou.

24.A.3.5.13.2 DSP/ZDS stanoví rozsah předpokládané zóny poklesů a v závislosti na typu objektů v nadloží a jejich citlivosti na deformace, požadavky na měření parametrů zóny poklesů v rámci přehledu požadovaných činností geomonitoringu a předpokládaný rozsah sledování objektů zástavby, inženýrských objektů, sítí apod. Rozsah se upřesní v rámci RDS na základě výsledků podrobné pasportizace, provedené těsně před zahájením prací.

24.A.3.5.13.3 Vedle zóny poklesů se zpravidla uvádí i rozsah zóny ovlivnění, ve které existuje reálné riziko vzniku škod na majetku „třetích osob“ v důsledku stavbou indukovaných účinků, případně i zóny sledování, ve které existuje riziko uplatňování nároků na náhradu škod na majetku „třetích osob“.

24.A.3.5.13.4 DSP/DZS stanoví vstupní hodnoty poklesové zóny, vstupní hodnoty posunů stavebních objektů a jejich částí včetně inženýrských sítí na základě již dříve provedené inventarizace/stavebně-technického průzkumu a posudků stavebních objektů v poklesové zóně.

#### 24.A.3.5.14 Nadvýrub (viz Příloha č. 3/2 OTSKP SPK)

24.A.3.5.14.1 **Technologický nadvýrub (A)** (viz Příloha č. 3/2 OTSKP SPK) vzniká tím, že nelze v hornině vytvořit přesnou hladkou plochu líce výrubu uvedenou projektem pro dané horninové poměry při navržené technologii ražby. Uvádí se jako průměrná mez technologického nadvýrubu vrstvy.

24.A.3.5.14.2 **Rozšíření profilu pro deformace (C)** Nadvýšení pro předpokládané deformace stanoví

DSP/ZDS a upřesní RDS. Toto nadvýšení bude zahrnuto do soupisu prací obdobně jako technologický nadvýrub.

24.A.3.5.14.3 **Rozšíření profilu z důvodu tolerancí** je záležitostí Zhotovitele, který si rozšíření navrhne dle svých technologických možností a náklady rozpustí do příslušných položek.

24.A.3.5.14.4 **Nahodilý nadvýrub** (nad mezí A) je lokální vypadnutí horniny (výval), který může být **nezaviněný** – geologicky podmíněný nebo **zaviněný** vzniklý v důsledku nesprávných pracovních postupů Zhotovitele.

24.A.3.5.14.5 O míře zavinění rozhoduje Objednatel / Správce stavby na základě výsledků GTM a doporučení RAMO. V případě rozporu o míře zavinění rozhodne Objednatel / Správce stavby na základě znaleckého posudku.

24.A.3.5.14.6 Nahodilý nadvýrub je nutné prokazatelně zdokumentovat (provedení náčrtu, fotodokumentace, zaznamenat výměru nadvýrubu (případně závalu), jeho situování ve štole nebo v tunelu a příčinu jeho vzniku) a zaznamenat do stavebního deníku.

24.A.3.5.14.7 Veškeré nadvýruby musí být zcela vyplněny betonem (zpravidla stříkaným betonem stejné kvality jako stříkaný beton přilehlého primárního ostění) při zhotovení primárního ostění s ohledem na přípustnou odchylku od projektované teoretické tloušťky sekundárního ostění.

#### 24.A.3.5.15 Opatření pro řízení rizik

24.A.3.5.15.1 Ve fázi provádění je zásadním faktorem pro řízení/snižování rizik zejména důsledné dodržování provozní dokumentace zpracované ve smyslu § 16 vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb.

24.A.3.5.15.2 Dodržování provozní dokumentace je nutné důsledně kontrolovat stavebním dozorem. Proto je důležité zajištění trvalého stavebního dozoru s potřebnými znalostmi a zkušenostmi a zároveň mít potřebnou organizační strukturu, aby závěry z prováděných kontrol a měření byly důsledně a rychle uváděny do pracovního procesu.

24.A.3.5.15.3 Pro snížení geotechnického a technologického rizika je nutné včasné komplexní vyhodnocování výsledků GTM a přijímání příslušných opatření k zajištění přípustných deformací výrubu, stability výrubu i objektů v nadloží.

#### 24.A.3.6 Primární ostění

##### 24.A.3.6.1 Všeobecně

24.A.3.6.1.1 Primární ostění musí zajistit spolu s dalšími vstrojovacími prvky stabilitu výrubu minimálně do okamžiku dosažení nosné funkce

sekundárního ostění. Pokud se jeho nosná funkce započítává do celkového nosného systému tunelu, musí být prokázána výpočtem a stanovena pro předpokládanou životnost podzemního díla.

24.A.3.6.1.2 Do primárního vystrojení výrubu se zahrnují veškerá opatření, konstrukce a práce, které je nutno vykonat během rubání a po dokončení výrubu, aby se zajistila stabilita provedeného výrubu, umožnilo se provádění následných výrubů a zabránilo se nežádoucím deformacím (případně závalům) až do doby zabudování sekundárního ostění.

24.A.3.6.1.3 Konstrukce primárního vystrojení výrubu se zřizuje podle schválených TePř, které určují umístění, rozměry a časovou posloupnost zabudovávání konstrukcí i jednotlivých vystrojovacích prvků (opatření). Všechny prvky výztuže musí aktivně doléhat k líci horniny buď přímo nebo těsnou výplní.

#### **24.A.3.6.2 Skladba (prvky) primárního ostění**

24.A.3.6.2.1 Při ražení tunelů jsou hlavními vystrojovací prvky:

- stříkaný beton vyztužený ocelovými sítěmi (SB) nebo rozptýlenou výztuží dle čl. 24.A.2.9 těchto TKP,
- oblouková (zvonková), příhradová výztuž, tuhá výztuž,
- horninové kotvy (svorníky),
- horninové jehly, pažiny,
- případně další prvky doplňujících opatření pro zlepšení horninových podmínek.

24.A.3.6.2.2 RDS stanoví pro každou technologickou třídu výrubu jednotlivých průřezů tunelu podrobnou dokumentaci s uvedením polohy, rozměrů, počtu, dimenzí a časového sledu zabudovávání každého vystrojovacího prvku. Takto stanovené třídy výrubu jsou směrným podkladem pro vypracování technologických předpisů, které případně upřesní určité vystrojovací prvky podle geomonitoringem aktuálně zjištěných horninových poměrů.

#### **24.A.3.6.3 Kotvení horninového prostředí**

24.A.3.6.3.1 Hlavním úkolem systematicky osazovaných horninových kotev (svorníků) je zvýšení spolupůsobení horninového prostředí s primárním ostěním, zlepšení vlastností horninového prostředí, a tím zvýšení stability výrubu.

24.A.3.6.3.2 Kotvení horninovými kotvami (svorníky) musí být zapracováno do cyklu ražení tak, aby kotvy byly osazovány co nejbližší u čela výrubu a stabilizovaly výrub v době, kdy se hornina po provedení záběru deformuje. Jejich osazování musí co nejméně prodlužovat cyklus razících prací.

24.A.3.6.3.3 Pro dočasné vyztužení tunelů lze použít například:

- kotvy hydraulicky upínané,
- kotvy ocelové tyčové SN, osazované do zálivky z cementové nebo speciální malty,
- kotvy ocelové tyčové PG, injektované po osazení cementovou nebo speciální směsí,
- kotvy pramencové, injektované, kotvy samozavrtané se ztracenou korunkou a dutou ocelovou tyčí, injektované po zavrtání,
- kotvy ocelové tyčové lepené nebo mechanicky upínané, které mají kořen kotvy upnut do horninového masivu speciálním lepidlem nebo mechanicky,
- kotvy sklolaminátové tyčové nebo kombinované, injektované po osazení.

Technické podmínky stanoví pro daný projekt dokumentace ZDS/DSP.

24.A.3.6.3.4 Sklolaminátové kotvy se užívají především pro zajištění stability čeleb výrubů a při dílčích výrubech vertikálně členěných. Dále se používají při zajištění portálové konstrukce v místě budoucího zaražení tunelové trouby.

24.A.3.6.3.5 Horninové svorníky pro trvalou konstrukční funkci vyžadují zpravidla speciální opatření, jehož účinnost je nutno prokázat např. posouzením shody (platí TKP 30).

24.A.3.6.3.6 Způsob využití (účel), druh, délku, profil resp. požadovanou únosnost, počet a rozmístění kotev a případně vnášené předpětí stanovuje ZDS a RDS pro jednotlivé technologické třídy výrubu každého průřezu.

24.A.3.6.3.7 Únosnost kotev dočasné výztuže (hydraulicky upínaných, svorníků osazovaných do malty nebo injektovaných) se ověřuje při zahájení ražby v předmětném prostředí průkaznými zkouškami min. na třech kotvách (min. u jedné kotvy až do vytažení) každého použitého druhu a během ražby pak kontrolními zkouškami alespoň u 3 % zabudovaných kotev. Při pochybnostech řádného upevnění kotev v horninovém prostředí Objednatel / Správce stavby může požadovat ověření až 10 % ze zabudovaných kotev podle svého určení. Únosnost kotev (svorníků) s upevněním kořene lepením nebo rozpínáním klínem se ověřuje alespoň u 10 % ze zabudovaných kotev. Ověření únosnosti dočasných kotev za účasti Správce stavby (nebo jím pověřené osoby) může provádět Zhotovitel pověřenými odbornými pracovníky.

24.A.3.6.3.8 Únosnost primárního ostění je možno zvýšit i dodatečně kotvením. Pokud GTM vykazuje, že při zabudovaném primárním ostěním nedochází k předpokládané tendenci ustálení posunů, je nutno zesilovat nosný systém (horninové prostředí a primární ostění), především zlepšením

horninového prostředí, např. zvýšením počtu kotev (svorníků) a/nebo zapojením vyššího horninového prstence do spolupůsobení v systému, osazením prodloužených kotev (svorníků). Tato opatření je třeba provést neodkladně po zjištění, že naměřené pohyby překračují předpokládaný průběh a jejich přírůstky nemají tendenci k předpokládanému snižování a doznívání.

#### **24.A.3.6.4 Horninové jehly**

24.A.3.6.4.1 Při málo stabilním prostředí ve vrchu přístropí a v těsném nadloží nad klenbou, je nutno zajistit prostředí v nadloží klenby již před čelem výrubu, předháněním dostatečně dlouhých jehel.

24.A.3.6.4.2 Předhánění se buď skupiny jehel v místech lokálního oslabení horninového prostředí nebo systematicky po obvodu klenby v rozsahu nestabilního horninového prostředí.

24.A.3.6.4.3 Ocelové jehly tyčové nebo trubkové se zpravidla aplikují z čela záběru do vyvrtaného vrtu zaplněného zálivkou z rychle tuhnoucí cementové malty tak, aby ocelová jehla byla ve vrtu pevně upnuta. V měkkých materiálech je možno jehly zatlačovat, v těchto případech se někdy používají i plošné prvky, zpravidla ocelové pažiny. Mají dočasnou funkci, proto nejsou na jejich materiály kladeny zvláštní požadavky.

24.A.3.6.4.4 Osazovat jehly do vrtu „na sucho“ je možné jen v souladu s RDS.

24.A.3.6.4.5 Předpokládané polohy, délky, počty druhy a průřezy jehel stanovuje DSP/ZDS pro jednotlivé technologické třídy výrubu příslušných průřezů výrubu. Tyto předpoklady a technologický postup upřesní RDS dle specifických podmínek při zahájení stavby, případně i podle aktuálních poměrů zjištěných GTM.

#### **24.A.3.7 Sekundární ostění**

##### **24.A.3.7.1 Všeobecně**

24.A.3.7.1.1 Celkový nosný systém tunelu tvoří horninový prstenec v okolí výrubu, primární a sekundární ostění. Podíl těchto jednotlivých součástí na celkové únosnosti systému závisí na kvalitě horninového masivu, dlouhodobé nosné funkci primárního ostění a únosnosti sekundárního ostění. Pokud primární ostění tvoří trvalé ostění podzemního díla, pak musí současně splňovat požadavky kladené na sekundární ostění.

24.A.3.7.1.2 Realizace ostění se provádí proudovou metodou.

24.A.3.7.1.3 Za součást ostění je nutno považovat nejen plášťová ostění monolitická či skládaná, která výrub podírají, ale i případné systematické kotvení (soustavy trvalých kotev/svorníků) a kombinace obou způsobů.

24.A.3.7.1.4 Před zahájením výstavby nebo montáže konstrukcí sekundárního ostění se musí zkontrolovat rozměry průřezu výrubu (resp. líce primárního ostění) a poloha a kvalita základových spár. O odsouhlasení Objednatel / Správcem stavby musí být proveden záznam do stavebního deníku.

24.A.3.7.1.5 Pro provádění betonových konstrukcí tunelů platí přiměřeně ustanovení TKP 18.

##### **24.A.3.7.2 Spáry v sekundárním ostění**

24.A.3.7.2.1 Pracovní spáry jsou konstrukční spáry bez měkké vložky. Pracovní spáry mezi jednotlivými bloky betonáže jsou prováděny v souladu s RDS. Tyto pracovní spáry podléhají kontrole stavebního dozoru a jejich kvalita je dokladována zápisem do stavebního deníku.

24.A.3.7.2.2 Dilatační spáry jsou konstrukční spáry umožňující pohyb bloků, které mají měkké spárové vložky (desky z pěnové hmoty, desky z měkkých vláken, z minerální vlny apod.). Ty se pokládají celoplošně na upravené lícni plochy. V případě použití těsnicích pěn pro dotěsnění bednění čela betonového bloku, musí být tyto pěny následně odstraněny.

24.A.3.7.2.3 Dilatační spáry se navrhují vždy v místech předpokládaného vzájemného pohybu bloků sekundárního ostění, např. tunelem a propojkou. V těchto spárách se provádí také pojistný systém hydroizolace.

24.A.3.7.2.4 Tloušťka spáry v oblasti dilatace je minimálně 20 mm.

##### **24.A.3.7.3 Nedostatečné krytí výztuže**

24.A.3.7.3.1 V případě, že stavební dozor zjistí nedostatečné krytí výztuže, nařídí vyhledat a detekovat pozici, hloubku a průměr ocelové výztuže v betonu.

24.A.3.7.3.2 V případě snížení projektované krycí vrstvy výztuže o více než 10 mm se musí navrhnout sananční opatření.

24.A.3.7.3.3 Pro sanaci nedostatečného krytí výztuže musí projektant RDS zpracovat projekt sanace v souladu s TKP 31, který následně schvaluje Objednatel / Správce stavby.

#### **24.A.3.8 Sekundární ostění z monolitického betonu**

##### **24.A.3.8.1 Všeobecně**

24.A.3.8.1.1 Sekundární ostění tunelů PK se zřizuje zpravidla z monolitického betonu prostého nebo s ocelovou výztuží. Výroba betonu se řídí ČSN EN 206+A2. Požadavky na ukládání betonu, ošetřování betonu a ostatní technologie související s použitím betonu na stavbách jsou uvedeny v příloze P10 TKP 18. Pro výstavbu tunelu platí v přiměřené míře.

24.A.3.8.1.2 Používá se zpravidla následující sled operací:

- profilace dna tunelu a realizaci podkladu pro položení izolace,
- vybudování drenážního systému za izolací,
- provedení izolace dna tunelu,
- výztuž sekundárního ostění dna tunelu,
- betonáž dna tunelu nebo základových patek pod klenbu tunelu,
- profilace primárního ostění klenby tunelu pod izolací,
- izolace klenby tunelu – deštníková s kvalitním drenážním systémem (bez izolace dna tunelu),
- celoplošná izolace s pojistným systémem, hydrostaticky odolná,
- výztuž sekundárního ostění klenby tunelu,
- betonáž klenby,
- ošetřování betonu,
- případná aplikace sjednocujícího (odrazného) nátěru.

Pořadí operací lze upravit dle technologického návrhu Zhotovitele. U krátkých tunelů doporučujeme neprovádět v průběhu ražby tunelu zároveň sekundární ostění, a to zejména z provozních důvodů (doprava v tunelu, montáže a demontáže výztuže (zejména sítě), odvětrání v tunelu.

24.A.3.8.1.3 Přípustné odchylky sekundárního ostění jsou stanoveny v ZDS a upřesněny RDS. Pokud není stanoveno jinak, odchylka dovnitř nesmí překročit líc světlého průřezu (gabaritu).

24.A.3.8.1.4 Vnitřní průřez teoretického líce ostění (konstrukce) se zpravidla realizuje větší než světlý průřez (gabarit) v závislosti na technologických rizicích Zhotovitele.

24.A.3.8.1.5 Předepsaná (minimální) tloušťka sekundárního ostění musí být dodržena (s výjimkou ojedinělých lokálních výčnělků, např. zastríkaných hlav kotev).

24.A.3.8.1.6 Maximální tloušťka sekundárního ostění v důsledku nerovností líce primárního ostění smí nejvýše překročit stanovenou tloušťku o 300 mm nebo u ostění se stanovenou tloušťkou větší než 600 mm o 50 % stanovené tloušťky. Změny tloušťky musí být plynulé, bez odskoků. Větší nerovnosti nadvýrubů je nutno nejdříve vyplnit stříkaným betonem v rámci primárního ostění.

24.A.3.8.1.7 Kontrola a odsouhlasení Objednatel / Správcem stavby k pokračování prací nesmí (zachovávat) plnou odpovědnost Zhotovitele stavby za přesnost a kvalitu (vady) zhotoveného betonového ostění.

24.A.3.8.1.8 Před započítím prací předloží Zhotovitel Správci stavby technologický předpis, ve kterém je obsažen i postup vytyčování a kontroly

prostorové polohy skruže nebo bednicího vozu a kontrolního měření ostění po odbednění.

#### 24.A.3.8.2 Betonáž (viz Příloha P10 TKP 18)

24.A.3.8.2.1 V tunelu při betonáži je třeba omezit rychlost proudění vzduchu na maximálně 1 m/s a vlhkost vzduchu nesmí klesnout pod hodnotu 90 %.

24.A.3.8.2.2 Ukládání betonu do betonovaného bloku musí postupovat kontinuálně bez přerušování, aby nedošlo ke vzniku nechtěných pracovních spár. Rychlost betonáže a případná asymetrie hladin musí být v souladu s pokyny výrobce bednicího vozu. Beton musí být v konstrukci řádně zhutněn (viz TKP 18). Způsob zhutnění musí být předem stanoven Zhotovitelem a schválen Objednatel / Správcem stavby. Odsouhlasení podléhá i případné použití samozhutnitelného betonu.

24.A.3.8.2.3 Při betonáži sekundárního ostění je nutno zajistit těsný kontakt s lícem výrubu nebo primárního ostění. Případné volné prostory ve vrcholu klenby je nutno zcela vyplnit nízkotlakou (tlakem do 2 barů) injektáží po dostatečném vytvrzení betonu ostění. Pro injektování vrchlíku klenby je nutné v ostění vytvořit injektážní otvory. Vzdálenost otvorů nesmí být menší než 3 m. Bednění otvorů je součástí bednicího vozu. Injektování probíhá tak dlouho, dokud injektážní směs nevytryskne z následujícího injektážního otvoru. Při injektování vrchlíku je nutné provádět kontrolní proplachování potrubí bočních tunelových drenáží v betonovaném úseku tunelu. V případě, že se v drenážním potrubí objeví injektážní směs, je nutné injektování okamžitě zastavit a drenážní potrubí vymýt.

24.A.3.8.2.4 Monolitické ostění ražených tunelů se buduje dle DSP/ZDS (omezení hloubky průsaku, odolnost vůči chloridům, pevnost betonu apod.) Stupeň agresivity prostředí je stanoven v DSP. V DSP/ZDS, resp. v ZTKP musí být předepsány požadované kvalitativní parametry betonu včetně omezení hloubky průsaku ve smyslu TKP 18 podle ustanovení ČSN EN 206+A2 a TKP 18. Minimální krycí vrstva výztuže betonem se stanoví v ZDS/RDS dle ČSN EN 206+A2 a TKP 18 podle stupně agresivity prostředí, minimálně však 50 mm. Při betonáži ostění je nutno zabránit pronikání vody do tvrdnoucího betonu ostění.

24.A.3.8.2.5 V technologickém předpisu betonáže je nutno také stanovit způsob ošetření hotových betonových konstrukcí i s ohledem na budoucí nátěry. Ošetření a ochrana betonových konstrukcí a spár musí splnit požadavky ČSN EN 206+A2 a TKP 18. Pro omezení teplotního šoku po odbednění je nutné ostění chránit použitím ošetřovacího vozu.

24.A.3.8.2.6 Z důvodů omezení vzniku trhlin v nevyztuženém sekundárním ostění smrštěním, mají na sebe jednotlivé fáze betonáže pasů/spodní klenby a horní klenby ostění navazovat s předstihem maximálně 5 bloků betonáže.

#### **24.A.3.8.3 Bednění**

24.A.3.8.3.1 Všeobecné požadavky na bednění monolitických konstrukcí stanovuje Příloha P10 TKP 18.

24.A.3.8.3.2 Bednění sekundárního ostění na zakřivené tunelové ose se zpravidla osazuje polygonálně k tunelové ose na délku bloku. Je však třeba vždy dodržet světlý průřez v každém místě tunelu.

24.A.3.8.3.3 Dále musí být splněny tyto podmínky a požadavky:

- před zahájením betonáže musí být bednění a jeho zakotvení odsouhlaseno Objednatel / Správcem stavby z hlediska jeho funkčnosti,
- všechna bednění musí být těsná,
- pokud se používají odbedňovací prostředky, nesmí tyto prostředky jakýmkoliv způsobem nepříznivě ovlivnit povrch z hlediska estetického ani z hlediska jeho povrchových vlastností,
- použitý odbedňovací prostředek a jeho aplikace musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby,
- betonáž nelze zahájit, pokud zejména bednění a výztuž nejsou překontrolovány a odsouhlaseny Objednatel / Správcem stavby,
- čílko betonovaného bloku musí být řádně utěsněno proti nekontrolovanému úniku betonu do příčné spáry a do již vybetonovaného bloku (přebetonování hotového bloku).

#### **24.A.3.8.4 Bednicí vůz (skruž)**

24.A.3.8.4.1 Pokud DSP/ZDS nestanoví jinak a pro zhotovení díla je nutno použít skruže nebo bednicí vůz, zajistí Zhotovitel díla zpracování technické dokumentace. Tato konstrukce musí splňovat základní požadavky stability a funkčnosti při všech stádiích zatížení i stabilitu při všech stádiích montáže a demontáže.

24.A.3.8.4.2 Bednicí plocha musí být těsná, rovná. Vnější líc formy musí respektovat vnitřní teoretický líc ostění dle RDS včetně přípustných tolerancí a odchylek.

24.A.3.8.4.3 Při návrhu skruže nebo bednicího vozu je třeba respektovat pro stavbu předepsané průjezdné a průchozí prostory.

24.A.3.8.4.4 Podpěrné lešení a bednicí vozy musí být rektifikovatelné, aby se mohly provést případné korekce polohy bedněné plochy. V průběhu

betonáže musí být tato zařízení mechanicky stabilizována. Prvky pro ukotvení bednicího vozu do nosné konstrukce jsou součástí RDS tunelu. Osazení prvků pro ukotvení bednicího vozu musí být ověřeno statickým výpočtem.

24.A.3.8.4.5 Manipulace s bednicím vozem musí být šetrná, jinak často dochází k porušení ostění (odlomení hrany ostění) zejména ve vrchlíku klenby tunelu.

**24.A.3.8.5 Ošetření čerstvého betonu (podrobně viz Příloha P10 TKP 18)**

24.A.3.8.5.1 Nejúčinnějším způsobem ošetření sekundárního ostění proti vzniku trhlin po odbednění je ošetřovací vůz. Toto opatření je povinné při zřizování nevyztuženého ostění nebo ostění z monolitického BOP, tj. bez bariérové izolace.

24.A.3.8.5.2 Ošetřovací vůz pro realizaci nevyztuženého ostění nebo ostění z monolitického BOP bez bariérové izolace je rozdělen do navzájem nezávislých sekcí (komor), které mají délku bloku betonáže ostění. U styčných spár bloků je prstencový prostor jednotlivých komor dostatečně utěsněn pomocí čelních prvků proti úniku nebo vzájemnému proniku tepla a vlhkosti. Na návěs jsou kladeny následující požadavky:

- délka ošetřovacího vozu je 3 bloky betonáže ostění při rychlosti betonáže 1 bloku za 24 hodin,
- samonosná ocelová konstrukce se správnou geometrií průřezu ostění tunelu,
- odstup mezi lícem betonu a vnějším pláštěm ošetřovacího vozu je v průměru 10 cm, avšak ne více než 15 cm,
- tepelně ochranné stabilní těsnění pláště (např. z pěnových umělohmotných desek, pokrytých folií),
- měřicí zařízení teploty a vlhkosti na třech místech každé komory,
- zabudované zařízení na tryskání (mlžení) vody nebo rozptýlení páry, které musí být řiditelné v každé komoře samostatně, a musí zajistit rovnoměrnou vlhkost v komoře,
- zajištění automatického záznamu pro kontinuální dokumentaci teploty a vlhkosti.

24.A.3.8.5.3 Ostění hloubených tunelů se proti vysychání může ošetřovat ochranným nástřikem, který však nesmí nepříznivě ovlivnit soudržnost obkladů nebo nátěrů s betonem ostění. Toto je nutné specifikovat v TZ.

#### **24.A.3.8.6 Lhůty pro odbednění**

24.A.3.8.6.1 Lhůty pro odbednění betonu ostění či jeho částí a minimální pevnosti betonu ostění při odbedňování stanoví RDS a technologický předpis schválený Objednatel / Správcem stavby. Při stanovení lhůt pro odbednění a výpočtu

minimálních pevností se uvažuje s časem poslední betonáže ve vrchlíku tunelu.

24.A.3.8.6.2 Dosažení minimální pevnosti betonu ostění v tlaku, stanovené pro okamžik odbednění, je nutno prokázat pomocí nedestruktivních zkoušek realizovaných na dané konstrukci (např. kalibrované Schmidtovo kladívko).

#### **24.A.3.8.7 Ocelová výztuž (viz Příloha P10 TKP 18)**

24.A.3.8.7.1 Ocelová výztuž železobetonového ostění tunelu musí být po osazení a před betonáží převzata Objednatel / Správcem stavby.

24.A.3.8.7.2 Výztuž v ostění ražených tunelů se provádí zpravidla jako samonosná, s využitím předem vyrobených výztužných oblouků a výztužných sítí. Výztužné sítě je nutno ukládat tak, aby se vyloučila možnost překrytí 4 vrstev sítí. Uchycení výztuže do hory nebo primárního ostění pomocí prvků (konstrukcí) procházejících hydroizolační fólií se zpravidla nepoužívá. V opodstatněných případech, kdy nelze samonosnost výztuže zajistit, je nutné použít systémové řešení schválené výrobcem hydroizolační fólie.

24.A.3.8.7.3 Při ukládání výztuže se požaduje použití přímkových distančních vložek. Hroty (konce) prutů výztuže v blízkosti izolačního pláště je nutno ošetřit, např. ochrannými návlaky (čepičkami) nebo ohnutím konců prutů.

24.A.3.8.7.4 Je nutno uvážit možnost sekundárního ostění bez ocelové výztuže nebo s rozptýlenou výztuží, a to pouze v místech, kde nejsou výklenky či propojky.

#### **24.A.3.8.8 Povrch ostění tunelů**

24.A.3.8.8.1 Povrch betonových konstrukcí musí být homogenní, stejnoměrně uzavřený a hutný. Na povrchu sekundárního ostění tunelů se hnízda nepřipouštějí. Musí být provedena taková opatření, aby viditelné plochy sekundárního ostění z hlediska drsnosti a nerovností nevyžadovaly další pohledové úpravy, neumožňovaly pronikání nečistot do betonu a bylo možno je při údržbě mýt tlakovou vodou a kartáči za použití saponátů (viz TKP 18).

24.A.3.8.8.2 Ihned po odbednění konstrukce je nutno upravit povrch odstraněním výčnělků betonu vytvořených spárami v bednění a povrch začistit podle technologického předpisu. Zároveň je nutné provést vyčištění všech spár od zateklého betonu.

24.A.3.8.8.3 U ostění z nevyztužených betonů se připouští na lici ojedinělé dutinky (bubliny) do hloubky max. 20 mm a průměru 25 mm. U ostění z vyztužených betonů se připouští na lici ojedinělé dutinky (bubliny) do hloubky pouze max. 10 mm do průměru 20 mm. Tato drobná vadná místa nejsou považována za vadu a není třeba je sanovat (na

bocích pod skloněnými plochami ostění je větší množství dutinek technologicky nevyhnutelné).

24.A.3.8.8.4 Případné opravy líce betonových konstrukcí v místě ojedinělých dutin a hnízd je nutno provést ihned po odbednění a způsob opravy musí být odsouhlasen Objednatel / Správcem stavby. Na tento způsob oprav musí být vypracován technologický předpis. Na opravu lze použít hmoty a technologie uvedené v TKP 18 a 31.

24.A.3.8.8.5 Nanášení tenké vrstvy malty (stěrkování) není povoleno.

#### **24.A.3.8.9 Sjdnocující (odrazná) vrstva betonového ostění**

24.A.3.8.9.1 Líc sekundárního betonového ostění se dle dokumentace ZDS/DSP opatří zpravidla do výšky 4,2 m nad úroveň chodníku sjdnocujícím (resp. odrazným) nátěrem. Požadavky na vlastnosti sjdnocujícího (resp. odrazného) nátěru jsou uvedeny v příloze 24.P7 těchto TKP.

24.A.3.8.9.2 Betonové ostění tunelu PK musí být před nanášením sjdnocující (odrazné) vrstvy vyzrálé, pevné a hladké, bez nepřipustných důlků, otevřených trhlin nebo hrbolů. Na povrchu ostění nesmí být živice, mastnoty nebo barva; nejsou přípustné ani uvolněné cementové vrstvy, omítky či cementové mléko, výkvěty, soli, plísňe, mechy a jiné rušivé látky, které mohou ovlivnit přilnavost sjdnocující (odrazné) vrstvy.

24.A.3.8.9.3 Při čištění podkladu před nanášením sjdnocující (odrazné) vrstvy se obvykle používá vysokotlaká voda nebo pára, lze použít pískování s následným omytím vodou. Použití chemických prostředků na čištění líce ostění je možné pouze po prokázání jejich neškodnosti na beton, na trvanlivost i přilnavost nátěru a po schválení Správcem stavby. Použité chemické prostředky nesmějí být škodlivé pro životní prostředí.

#### **24.A.3.9 Ostění tunelu ze stříkaného betonu**

##### **24.A.3.9.1 Všeobecně**

24.A.3.9.1.1 Pro ostění ze stříkaného betonu platí ustanovení ČSN EN 206+A2, TKP 18 (včetně přílohy P6 – Stříkaný beton), této kapitoly TKP a norem EU vztahujících se na stříkaný beton.

24.A.3.9.1.2 Stříkaný beton ostění tunelů PK se nanáší mokřým způsobem. Ve zvlášť zdůvodněných případech pro primární ostění (nebo jeho část) a opravy je možno použít suchý způsob nástřiku betonu.

24.A.3.9.1.3 Kvalita betonu je předepsána dokumentací DSP/ZDS. Pokud se neuvádí jinak, požaduje se pro primární ostění min. C20/25 XO. Složení betonové směsi, technologie nanášení, nasazené mechanismy, způsob a četnost kontrolních

zkoušek požadovaných vlastností stanoví Zhotovitel v technologickém předpisu, který podléhá souhlasu Objednatele / Správce stavby.

24.A.3.9.1.4 Přísady a příměsi do betonu musí být sladěny s použitým cementem (resp. pojivem pro nástrík) z hlediska nárůstu počáteční pevnosti, zpracovatelnosti i konečné pevnosti.

24.A.3.9.1.5 Při vlastním zahájení nástríku betonů se na stavbě provedou průkazní (předvýrobní) zkoušky za stejných podmínek (zamýšlenou technologii a nasazovanou strojní sestavou), které budou použity pro nástrík ostění, a s postupem podle KZP.

24.A.3.9.1.6 Pro nástrík betonů tunelových ostění se používají nealkalické urychlovače nebo nástríková pojiva, která nezvyšují alkalické účinky.

24.A.3.9.1.7 Při realizaci stříkaného betonu nesmí vznikat volné prostory za výztuží (tzv. stíny).

#### **24.A.3.9.2 TePř pro realizaci stříkaného ostění**

24.A.3.9.2.1 Ostění (konstrukci) ze stříkaného betonu je možno zhotovit jen podle platného TePř.

24.A.3.9.2.2 TePř na zhotovení stříkaného betonu musí být zpracován alespoň v tomto rozsahu:

- postup pro přípravné práce,
- úprava podkladu před nástríkem betonu,
- složení a výroba betonové směsi,
- doprava betonové směsi,
- vlastní provedení konstrukce a postup nástríku,
- opatření k minimalizaci spadu a zabránění jeho smíchání s vlastním SB,
- ošetření zhotovené konstrukce a její ochrana,
- kontrolní a zkušební plán,
- bezpečnost a hygiena práce, ochrana životního prostředí.

24.A.3.9.2.3 TePř vydaný Zhotovitelem stříkaného betonu může být zčásti nahrazen zpracovanou RDS, pokud podrobnost jejího zpracování takové použití umožňuje.

24.A.3.9.2.4 Receptura stříkané betonové směsi musí být Zhotovitelem předem předložena Objednateli k odsouhlasení. V technologickém předpisu stříkaného betonu se vyžaduje uvést odvolávky na předpisy a popisy všech typů a četností zkoušek, které budou prováděny podle ČSN EN 206+A2, TKP 18 (Příloha P6) a této kapitoly TKP či ZTKP pro příslušnou stavbu, nebo podle dalších postupně přebíraných EN, vztahujících se na stříkaný beton.

24.A.3.9.2.5 Tloušťku vrstvy stříkaného betonu je nutno volit tak, aby se čerstvě nanesený beton vlastní tíhou neodlučoval. Provádí-li se nástrík ve více vrstvách, může se další vrstva nanášet až po dostatečném zatuhnutí vrstvy předcházející,

v souladu s výrobním postupem v technologickém předpisu. Pracovní spáry vznikající v jednotlivých vrstvách je nutno další vrstvou překrývat.

24.A.3.9.2.6 Jsou-li časové přestávky mezi nástríkem jednotlivých vrstev SB delší než 24 hodin, je nutné v technologickém postupu určit způsob úpravy povrchu předchozí vrstvy (např. očištění, zvlhčení apod.).

24.A.3.9.2.7 Definitivní konstrukce z SB je nutno po jejich dohotovení ošetřovat a chránit proti nadměrnému vysychání, vyplavování cementu, působení mrazu či jiným možnostem poškození betonové konstrukce. U těchto konstrukcí se v technologickém předpisu stanoví potřebná doba vlhčení či skrápění povrchu nastříkané vrstvy, v závislosti na tepelných podmínkách okolního prostředí, ve vztahu k průběhu nárůstu pevnosti nastříkané betonové konstrukce.

#### **24.A.3.9.3 Stříkaný beton s rozptýlenou výztuží – vláknobeton (FSB)**

24.A.3.9.3.1 Vlákna se do stříkaného betonu přidávají pro zlepšení statické funkce a omezení vzniku trhlin (ocelová vlákna, polymerová makrovlákna – průměr nad 0,30 mm) a pro zvýšení požární odolnosti (polymerová mikrovlákna – průměr do 0,30 mm).

24.A.3.9.3.2 Výztuž ze svařovaných sítí a výztužných oblouků lze nahradit rozptýlenou výztuží (zpravidla ocelovou), pokud je prokázána stejná únosnost betonového průřezu, jako při vyztužení sítí a za předpokladu předchozího souhlasu Objednatele / Správce stavby.

24.A.3.9.3.3 Kvalita rozptýlené výztuže do stříkaného betonu musí být jednoznačně definována typem, délkou a jeho průřezem (průměrem), tvarem, koncovou úpravou, zaručenou pevností v tahu, odolností proti korozi, případně chemickou stabilitou apod.

24.A.3.9.3.4 TePř pro zhotovení ostění z vláknobetonu musí být zpracován alespoň v rozsahu dle čl. 24.A.3.1.2 a musí být doložen průkazními a předvýrobními zkouškami na stavbě za podmínek jako v tunelu.

24.A.3.9.3.5 Vlákna se přidávají buď do suché směsi, ještě než se směs dostane v betonárně do míchacího zařízení nebo přímo do míchacího zařízení. Je třeba zajistit rovnoměrné rozptýlení vláken ve směsi.

24.A.3.9.3.6 Množství vláken na 1 m<sup>3</sup> směsi musí být udáno v projektové dokumentaci v závislosti na druhu výztužných vláken a na požadovaných vlastnostech vyztuženého betonu.

24.A.3.9.3.7 Průkazní zkoušky stříkaného betonu s rozptýlenou výztuží (FSB) pro sekundární ostění se

předkládají Objednateli alespoň 28 dnů před zahájením nástřiku FSB.

#### **24.A.3.9.4 Minimální tloušťka a kvalita betonu ostění ze stříkaného betonu**

24.A.3.9.4.1 Tloušťka nosného ostění s výztužnými sítěmi i s rozptýlenou výztuží musí být alespoň 100 mm. Výztužné sítě se osazují podle dokumentace stavby s předepsaným krytím betonem. Toto krytí u primárního ostění je směrem k hoře (líci výrubu) min 30 mm, na vnitřním (vzdušném) líci min 20 mm. U trvalých ostění tloušťka krytí na obou stranách závisí na agresivitě prostředí (ČSN EN 206+A2) a je min. 50 mm.

#### **24.A.3.9.5 Výroba a doprava betonové směsi pro SB**

24.A.3.9.5.1 Pro přípravu a zabudování stříkaného betonu platí Příloha P6 TKP 18.

24.A.3.9.5.2 Složení základní betonové směsi musí splňovat požadavky na dobrou zpracovatelnost, dopravu a nástřik a dále zajišťovat v RDS požadované konečné vlastnosti stříkaného betonu v zabudovaných částech. Skladbu složek betonové směsi pro stříkání určuje odpovědný pracovník Zhotovitele ve spolupráci s laboratorní zajišťující průkazní a kontrolní zkoušky.

24.A.3.9.5.3 Výrobu betonové směsi pro SB bez konstrukční funkce i s konstrukční funkcí může zabezpečovat zaškolená obsluha míchacího zařízení na stavbě, za pravidelně kontrolovaných podmínek v rámci zavedeného systému kvality Zhotovitele. Betonová směs pro SB se zvláštní konstrukční funkcí musí být vyráběna certifikovaným procesem výroby na Objednatelem schválené betonárně nebo výrobně prefabrikovaných směsí.

24.A.3.9.5.4 Vhodnost složení betonové směsi se musí prokázat zkušebním nástřikem realizovaným in-situ (v reálných podmínkách).

24.A.3.9.5.5 Doba dopravy a prostojů mezi namícháním betonové směsi a jejím nástřikáním nesmí překročit 90 minut. Výjimka je možná, pokud se průkazní zkouškou v konkrétním případě doloží prodloužení zpracovatelnosti a pozastavení hydratačního procesu použitím účinné zpomalující přísady.

#### **24.A.3.9.6 Oprava SB**

24.A.3.9.6.1 V případě nedokonalého přilnutí vrchní vrstvy k podkladu je nutno defektní vrstvu (resp. její defektní část) odstranit a po očištění a zvlhčení podkladu znovu opatřit její nástřik.

24.A.3.9.6.2 Pokud se vyskytnou ve stříkaném betonu primárního ostění trhliny nebo dutiny, je třeba posoudit jejich příčinu a rozhodnout o jejich opravě a případných doplňujících opatření.

#### **24.A.3.9.7 Ochrana SB**

24.A.3.9.7.1 Stříkaný beton primárního ostění je nutno při tuhnutí a tvrdnutí chránit před vyplavováním výrony podzemní vody nebo proudící vodou a před mechanickým poškozením.

24.A.3.9.7.2 Definitivní konstrukce ze stříkaného betonu je nutno po jejich dohotovení ošetřovat a chránit proti nadměrnému vysychání, vyplavování cementu, působení mrazu či jiným možnostem poškození betonové konstrukce. U těchto konstrukcí se v technologickém postupu stanoví potřebná doba ošetřování nástříkané vrstvy v závislosti na tepelných podmínkách okolního prostředí, ve vztahu k průběhu nárůstu pevnosti nástříkané betonové konstrukce.

#### **24.A.3.9.8 Dodatečné zesilování primárního ostění**

24.A.3.9.8.1 Pokud se provádí dodatečně zesilující nástřik betonu primárního ostění po delší přestávce, je nutno povrch již nanesené vrstvy stříkaného betonu před nástřikem další vrstvy pečlivě očistit stlačeným vzduchem a vodou, případně otryskat pískem.

24.A.3.9.8.2 Zvýšení únosnosti nosného systému horninové prostředí + primární ostění lze dosáhnout především zvýšeným počtem a/nebo zvýšenou délkou dodatečně zabudovaných horninových kotev (svorníků). Taková opatření je nutno provést neodkladně, např. při zjištění, že geomonitoringem naměřené hodnoty posunů nemají tendenci k předpokládanému doznívání.

#### **24.A.3.10 Zvláštní druhy betonáže**

24.A.3.10.1 Zvláštní druhy betonáže (např. betonáž pod vodou, oddělená betonáž, výplňová betonáž, lisovaný/extrudovaný beton apod.) se použijí pouze, pokud jsou předepsány v DSP/ZDS.

24.A.3.10.2 Pro zvláštní druhy betonu a betonáže ostění musí být před jejich použitím vypracován Zhotovitelem TePř, ve kterém jsou stanoveny technické podmínky pro provádění, zkoušení a přejímání betonu a ostění. Tyto podmínky upřesní zpracovatel RDS a odsouhlasí je s Objednatelem / Správcem stavby.

#### **24.A.3.11 Provádění izolačního souvrství**

24.A.3.11.1 Pro provádění izolačního souvrství včetně přípravy podkladu platí TP 263.

#### **24.A.3.12 Provádění ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů**

24.A.3.12.1 Vývody pro uzemnění ze základových pasů provedené z FeZn pásků musí být chráněny proti korozi v souladu s ČSN 33 2000-5-54. Ochrana musí být provedena především v místě přechodu beton – vzduch. Bude provedena smršťovací hadicí s lepidlem před betonáží od místa přivaření

k provařené výztuži spodní stavby. Pozornost je nutno věnovat především vývodům v tunelových šachtách kabelovodů, kde může docházet ke vzniku rychlých korozních procesů.

### **24.A.3.13 Odvodnění**

#### **24.A.3.13.1 Odvodnění při výstavbě**

24.A.3.13.1.1 Po celou dobu výstavby musí Zhotovitel trvale zajišťovat odvádění všech vod ze všech pracovišť.

24.A.3.13.1.2 Způsob a postup odvodňování, včetně čerpání vod při výstavbě (ražbě), stanoví RDS v souladu s vyhláškou ČBÚ č. 55/1996 Sb. Navržená opatření musí být zahrnuta do technologických předpisů odsouhlasených Objednatel / Správcem stavby.

24.A.3.13.1.3 Všechny vody z podzemí, včetně povrchových vod (dále jenom vody), před vypouštěním (do veřejné kanalizace, vodoteče apod.) musí být zachyceny, měřeny a příslušně ošetřeny podle stupně znečištění v usazovací jímce, případně s odlučovačem lehkých tekutin, nebo neutralizačním zařízením, podle rozhodnutí věcně a místně příslušného vodoprávního úřadu ve smyslu zákona č. 254/2001 Sb. (Vodní zákon).

24.A.3.13.1.4 Kvalita (především pH) vypouštěných vod se musí pravidelně sledovat (kontrolně minimálně jedenkrát měsíčně). Za toto zodpovídá Zhotovitel díla.

24.A.3.13.1.5 V horninách náchylných k degradaci (měknutí a plastickému přetváření) při styku s vodou nebo vzdušnou vlhkostí, je nutné dno díla neprodleně uzavřít souvislým těsnicím pláštěm s dostatečnou únosností.

#### **24.A.3.13.2 Trvalé odvodnění**

24.A.3.13.2.1 Požadavky na prvky trvalého odvodnění jsou stanoveny v TKP 3 a musí být v souladu s TP 83; beton těchto konstrukcí musí odpovídat TKP 18 a ČSN EN 206+A2.

24.A.3.13.2.2 Kanalizace, odvodnění vozovky a drenáže musí být navrženy a realizovány odděleně. Jednotlivé systémy musí být provedeny tak, aby mohly být čištěny v rámci periodické údržby. Proto na podélných drenážích a kanalizačních vedeních jsou (v místech příčných drenáží) budovány revizní a čisticí šachty o průměru minimálně 500 mm po cca 80 m, jejichž poklopy musí být vodotěsně uzavřeny.

24.A.3.13.2.3 Po každé stavební operaci, která je riziková pro funkčnost drenáže, se musí provést kamerová prohlídka včetně vyhodnocení a dokumentace protokolem.

24.A.3.13.2.4 Drenážní potrubí vedené v patě deštníkové izolace musí být uloženo do

mezerovitého betonu s drenážní funkcí (dle ČSN 73 6124-2, TKP 5 a TKP 18).

24.A.3.13.2.5 Veškeré prvky trvalého odvodnění musí být provedeny z potrubí s minimální kruhovou tuhostí SN 8 a odolností vůči čištění tlakem až 180 bar.

#### **24.A.3.14 Vozovky a chodníky**

24.A.3.14.1 Pro technologické postupy pro realizaci vozovek a chodníků v tunelu platí TKP 5, 6, 7, 8, 9 a 10. V případě betonových konstrukcí pod jízdním pásem platí pro vozovku a izolaci stejné technologické zásady jako pro mostní vozovky (TKP 21).

24.A.3.14.1.1 Rozmístění příčných spár betonových desek chodníků bude provedeno v návaznosti na příčné spáry sekundárního ostění. Spárořez vozovky musí být individuálně navržen především u tunelů se spodní klenbou, kde hrozí nerovnoměrné sedání sousedních bloků betonáže.

24.A.3.14.2 Betonové desky chodníků budou dilatovány po celém obvodu (zejména od ostění a obrubníků/šterbinových žlabů) a zality zálivkou.

24.A.3.14.3 Prefabrikované obrubníky a krajníky všech typů musí splňovat ustanovení TKP 10 a ČSN EN 206+A2.

24.A.3.14.4 Provedení prefabrikovaných prvků musí umožňovat realizaci vodorovného dopravního značení (VDZ) na povrchu výrobku.

24.A.3.14.5 Dodatečné provádění podélných drážek v chodníku je nepřipustné. Kabelové trasy vodičů osvětlení (kočičí oči) musejí být vedeny v chráničkách.

#### **24.A.3.15 Větrání při výstavbě**

24.A.3.15.1 Díla v podzemí musí být větrána podle projektu větrání, vypracovaného v souladu s vyhláškou ČBU č. 55/1996. Koncepce větrání je stanovena v DSP/ZDS. Způsob větrání, druhy zařízení pro rozvod větrů pro potřeby Zhotovitele upřesní RDS. Při umělém větrání musí být větrání v činnosti nepřetržitě po celou dobu přítomnosti osob v podzemí.

#### **24.A.3.16 Osvětlení tunelu při výstavbě**

24.A.3.16.1 Všechna díla v podzemí musí být v době provozu osvětlena (§ 72, Vyhláška 55/1996 Sb.).

24.A.3.16.2 Osvětlení se provádí dle ČSN EN 12464-1 především z hlediska bezpečnosti realizace tunelového díla (vyhláška ČBÚ č.55/1996 Sb.).

### **24.A.3.17 Injektování horninového prostředí**

#### **24.A.3.17.1 Úvod**

24.A.3.17.1.1 Obecné požadavky na provádění a kontrolu injektování hornin a zemin a na injektování v tunelech, ustanovení o materiálech, technologických postupech a zkouškách a kontrolách při provádění injektážních prací jsou součástí TKP 29.

24.A.3.17.1.2 Změny v provádění injektážních prací oproti odsouhlasené DSP/ZDS se provádí ve smyslu pravidel observační metody a musí být Zhotovitelem předem předloženy Objednateli / Správci stavby ke schválení.

24.A.3.17.1.3 Kontrolní injektáž, která slouží ke kontrole provedených injektážních prací, se provádí na příkaz Správce stavby v místech jím určených. Rozsah kontrolní injektáže určí Objednatel / Správce stavby po konzultaci s projektantem.

24.A.3.17.1.4 Pro všechny injektážní práce je třeba používat injektážní materiály a přísady neškodné k životnímu prostředí.

24.A.3.17.1.5 Při všech injektážích je nutno sledovat (zpravidla v rámci GTM) jejich účinky na okolí.

#### **24.A.3.17.2 Injektáž hornin (viz. TKP 29)**

24.A.3.17.2.1 Injektáž hornin se používá ve vhodných typech horninového prostředí za účelem zmenšení jejich propustnosti, zlepšení jejich pevnostních charakteristik (vlastností), případně pro výplň volných prostorů (včetně sanace závalů).

24.A.3.17.2.2 Injektáž při ražbě tunelu mělce pod povrchem se provádí v předstihu před ražbou zpravidla z povrchu.

24.A.3.17.2.3 Předpokládaný způsob a rozsah je stanoven DSP/ZDS. RDS upřesní rozsah injektáží, injektážní materiály a technologii injektování.

24.A.3.17.2.4 Před zahájením injektážních prací a pravidelně v průběhu realizace je nutné ověřit kvalitu horninového prostředí a potřebnou hloubku zpevnění (případně těsnění) pomocí předvrtů. Jedná se o ověření předpokladu se skutečností.

24.A.3.17.2.5 V případě neočekávané poruchy či anomálie horninového prostředí zjištěné až v průběhu ražby (na základě závěrů hodnocení výsledků geotechnického monitoringu), se injektážní práce realizují na základě návrhu Zhotovitele díla (z důvodu nebezpečí z prodlení) a to po odsouhlasení Objednatel / Správcem stavby a odpovědným projektantem.

24.A.3.17.2.6 Jako injektážní média se nejčastěji používají aktivované jílocementové směsi, rychle tuhnoucí směsi na bázi polyuretanů a pryskyřic, případně jiné, které mají velmi dobré penetrační vlastnosti při pronikání do pórů a do trhlin.

24.A.3.17.2.7 Injektáž výplňová a těsnicí i případná kontrolní se provádí ve vrtech utěsněných injektážními obturátory „pakry“.

#### **24.A.3.17.3 Trysková injektáž (viz TKP 29)**

24.A.3.17.3.1 Tryskovou injektáž se používá pro vytvoření nosných sloupů či jejich skupin libovolně ukloněných. Toto lze použít jako předstihové opatření, jak prováděné z povrchu bezpečně před vlastní ražbou tunelu, tak v podzemí z čelby tunelu.

24.A.3.17.3.2 Trysková injektáž lze využít při ražbě jako ochranný deštník z kvazi horizontálních sloupů.

24.A.3.17.3.3 V závislosti na vlastnostech horninového prostředí a nasazeného pracovního tlaku lze zřídit sloupky s různým průměrem a průřezem.

### **24.A.3.18 Trhací práce**

#### **24.A.3.18.1 Všeobecně**

24.A.3.18.1.1 Trhací práce lze provádět pouze na základě rozhodnutí, které vydává místně příslušné OBÚ ve smyslu zákona č. 61/1988 Sb. (§ 27 a další).

24.A.3.18.1.2 Trhací práce se dle vyhlášky ČBÚ č. 72/1998 Sb. rozdělují na:

- Trhací práce malého rozsahu – při přípravě a provádění staveb, terénních úprav, pokud jednotlivé nálože nepřesáhnou 10 kg trhavin a hmotnost celkové nálože nepřesáhne 100 kg, v souvislé zástavbě však jen 30 kg trhavin (§ 34, odst. 1),
- Trhací práce velkého rozsahu – při kterých hmotnosti nálože přesahují hmotnosti uvedené v předchozím odstavci.

#### **24.A.3.18.2 Přípravná fáze trhacích prací**

24.A.3.18.2.1 Přípravné práce postupují po dvou vzájemně se ovlivňujících liniích:

- Bezpečnostní – opatření pro vyloučení nebo omezení negativních účinků trhacích prací v zóně ovlivnění na společensky únosnou míru,
- Technická – dimenzování optimální hmotnosti náloží a jejich rozmístění a časování v rozpojovaném objemu horniny tak, aby použitá technologie byla technicky správná a cenově přijatelná.

24.A.3.18.2.2 V předstihu je nutné provést podrobnou pasportizaci všech objektů v zóně ovlivnění a stanovit parametry těchto objektů pro výpočet jejich seismické odolnosti.

#### **24.A.3.18.3 Povolení trhacích prací**

24.A.3.18.3.1 Žádost o povolení trhacích prací podává ten, pro koho mají být trhací práce prováděny nebo s jeho souhlasem ten, kdo bude trhací práce provádět, dle § 28 zákon č. 61/1988 Sb.

24.A.3.18.3.2 Žádost o povolení trhačích prací musí mít náležitosti stanovené § 25a a 28 zákon č. 61/1988 Sb.

24.A.3.18.3.3 K povolení je nutné zpracovat mj. dokumentaci trhačích prací s návrhem technických podmínek k bezpečnému provedení trhačích prací zpracovanou v rozsahu přílohy č. 4 vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb. Projekt zajišťuje a hradí Zhotovitel díla.

24.A.3.18.3.4 Pro trhačí práce malého rozsahu musí střelmistr vypracovat pro každé pracoviště technologický postup trhačích prací. Pro trhačí práce velkého rozsahu musí technický vedoucí odstřelu vypracovat pro každý odstřel technický projekt odstřelu.

24.A.3.18.3.5 Povinnou přílohou žádosti o povolení trhačích prací je návrh opatření k ochraně práv a právem chráněných zájmů organizací a občanů, jejichž práva nebo právem chráněné zájmy by mohly být ohroženy použitím výbušnin. V návrhu předkladatel žádosti prokazuje rozsah a dosah jím navržených bezpečnostních opatření při odstřelech.

24.A.3.18.3.6 Náklady na případný znalecký posudek potřebný k řízení o povolení trhačích prací hradí žadatel.

#### **24.A.3.18.4 Ochrana objektů v zóně ovlivnění**

24.A.3.18.4.1 Způsob odstřelu, jeho rozsah a velikosti dílčích náloží musí respektovat veškerá bezpečnostní omezení, zvláště je-li tunel ražen v intravilánu pod zastavěným povrchem či inženýrskými sítěmi.

24.A.3.18.4.2 Je nutné omezit vliv seismických účinků odstřelu, určit velikost prostoru pro možný rozlet horniny do okolí a tento prostor zabezpečit, omezit akustický efekt a jeho dopad na obyvatelstvo.

### **24.A.3.19 Likvidace mimořádných událostí**

#### **24.A.3.19.1 Prevence**

24.A.3.19.1.1 Součástí projektu musí být riziková analýza faktorů ovlivňujících bezpečnost provádění díla a objektů v dosahu možného ovlivnění na základě celkového vyhodnocení výsledků geologického a inženýrskogeologického průzkumu.

24.A.3.19.1.2 Projektová dokumentace stanoví také požadavky na náplň a rozsah geomonitoringu, stanoví zónu ovlivnění s ohledem na vyvolané deformace nadloží, seismické účinky a ovlivnění režimu podzemních vod.

24.A.3.19.1.3 Objednatel zajistí pravidelné vyhodnocování geomonitoringu s ohledem na případné dosažení varovných stavů a včasné použití stanovených opatření k bezpečnému provádění.

24.A.3.19.1.4 Pokud jsou v průběhu ražby zastiženy jiné inženýrskogeologické poměry oproti projektu, je nutno před další ražbou tyto zhodnotit, popřípadě provést změnu projektu nebo dodatečný inženýrskogeologický průzkum. Rozsah a obsah dodatečného průzkumu určí báňský projektant, který projekt zpracoval.

24.A.3.19.1.5 Při ražení musí být vyhodnocován vývoj deformací v čase pomocí geomonitoringu stanoveného projektem. Při odchylných projevech vlivu ražby na horninový masiv, podzemní dílo a objekty v nadloží oproti předpokladu uvedenému v projektu je nutné provést přehodnocení stanovených opatření k zajištění bezpečnosti provozu a objektů v nadloží. V případě nezbytnosti je nutné upřesnit tato opatření na základě nového statického výpočtu.

24.A.3.19.1.6 Pro vyhodnocení vývoje musí projektant určit varovné stavy z hlediska zajištění stability výrubu, únosnosti systému ostění – hornina, přípustných deformací výrubu a zajištění stability objektů v nadloží. Varovný stav může být kromě hodnoty určen i předpokládaným vývojem sledované veličiny v čase.

24.A.3.19.1.7 Zhotovitel je povinen učinit včas potřebná preventivní a zajišťovací opatření a bezodkladně odstraňovat nebezpečné stavy, které by mohly ohrozit zhotovovací práce Zhotovitele nebo zákonem chráněný zájem, zejména bezpečnost života a zdraví lidí.

24.A.3.19.1.8 Vykonává-li Zhotovitel hornickou činnost nebo činnost hornickým způsobem (zákon č. 61/1988 Sb., § 1, 2, 3) a v případech stanovených ČBÚ, musí Zhotovitel provádějící tyto činnosti na své náklady zajistit báňskou záchrannou službu.

#### **24.A.3.19.2 Plán zdolávání**

24.A.3.19.2.1 Zhotovitel (závodní) zajistí v součinnosti s báňskou záchrannou službou před zahájením činnosti prováděné hornickým způsobem vypracování plánu zdolávání závažné provozní nehody (havarijní plán) a jeho aktualizace tam, kde je stanovena povinnost jeho zpracování.

24.A.3.19.2.2 Pro každou takovou stavbu musí být organizací ustanoven vedoucí pracovník likvidace havárie, kterým je závodní podle § 14 vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb.

**24.A.3.19.3 Ohlášení závažných pracovních úrazů, provozních nehod, mimořádných událostí a havárií**

24.A.3.19.3.1 Zhotovitel provádějící práce podléhající dozoru státní báňské správy zajistí bezodkladné hlášení závažných pracovních úrazů, závažných událostí, závažných provozních nehod a nebezpečných stavů příslušnému obvodnímu

báňskému úřadu ve smyslu § 11 vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb.

24.A.3.19.3.2 Dále je Zhotovitel povinen tyto skutečnosti neprodleně ohlásit písemně Objednateli / Správci stavby v souladu s havarijním plánem stavby.

#### **24.A.3.20 Škody**

##### **24.A.3.20.1 Nezaviněné škody**

24.A.3.20.1.1 Škody vzniklé výstavbou tunelů v zóně ovlivnění, zejména na povrchových objektech, jsou hrazeny na konci stavby na základě soudně-znaleckého posudku. Podkladem je výchozí podrobná pasportizace a závěrečná repasportizace povrchové zástavby schválená Objednatel / Správce stavby a případně dílčí protokoly o poškození objektů.

24.A.3.20.1.2 Náklady na soudně-znalecký posudek hradí Objednatel / Správce stavby. V případě neshody si protistrana může objednat soudně-znalecký posudek na vlastní náklady.

24.A.3.20.1.3 Na základě soudně-znaleckého posudku hradí nezaviněné škody Objednatel / Správce stavby.

##### **24.A.3.20.2 Zavinené škody**

24.A.3.20.2.1 Škody vzniklé nedodržením předepsané technologie výstavby či pracovní nekázní hradí Zhotovitel stavby.

#### **24.A.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

##### **24.A.4.1 Dodávka a odběr zásilky**

###### **24.A.4.1.1 Podrobně viz TKP 1.**

24.A.4.1.2 Zhotovitel je povinen zajistit řádnou přejímku dodávaných výrobků tak, aby na staveništi byly k dispozici jen materiály, které odpovídají požadavkům Smlouvy.

24.A.4.1.2 Objednatel / Správce stavby musí být přizván Zhotovitelem k přejímce vybraných materiálů, stavebních dílů, konstrukcí a výrobků, které jsou určeny v TKP, ZTKP nebo v jiném dokumentu Smlouvy, a dále při těch případech, kdy si to Objednatel / Správce stavby vyhradí.

##### **24.A.4.2 Skladování**

24.A.4.2.1 Požadavky na způsob uskladnění jednotlivých materiálů a výrobků jsou uvedeny v příslušných TKP. Zhotovitel odpovídá za správné uskladnění materiálů a výrobků tak, aby byly v souladu s technickými podmínkami výrobců (viz TKP 1), jakož i za manipulaci s nimi tak, aby se zamezilo ztrátám z jejich poškození, znehodnocení nebo záměny.

##### **24.A.4.2.2 Materiál pro beton**

24.A.4.2.2.1 Pro dodávku a skladování materiálů pro beton platí ustanovení TKP 18.

##### **24.A.4.2.3 Výztuž betonu**

24.A.4.2.3.1 Pro dodávku a skladování výztuže platí obecně TKP 1 a TKP 18.

24.A.4.2.3.2 Skladování výztuže musí být takové, aby nedošlo k jejímu znečištění, poškození, záměně různých druhů a různých dodávek. Výztuž musí být chráněna před škodlivými vlivy během dopravy a skladování a uložení v konstrukci až do betonáže.

##### **24.A.4.2.4 Betonové dílce**

24.A.4.2.4.1 Betonové dílce se dodávají s dokladem o vydaném prohlášení o vlastnostech, včetně protokolů o výsledcích zkoušek a jejich hodnocení, včetně dokladů o splnění technických požadavků stanovených pro výrobek v dokumentaci stavby a v TKP.

24.A.4.2.4.2 Pokud se dílce skladují na staveništi, musí být uloženy tak, aby nedošlo k jejich poškození, znečištění a znehodnocení.

##### **24.A.4.2.5 Ocel pro kotvy**

24.A.4.2.5.1 Ocel pro kotvy, doložená dokladem o vydaném prohlášení o vlastnostech, se dodává ve svazcích nebo svitcích. Při dopravě a manipulaci se nesmí deformovat. Skladuje se proložena na odvodněných plochách nebo krytých skládkách odděleně podle kvalit (TKP 29).

##### **24.A.4.2.6 Konstrukční díly kotev a svorníků**

24.A.4.2.6.1 Jednotlivé konstrukční díly kotev a svorníků, doložené dokladem o vydaném prohlášení o vlastnostech, je třeba ukládat ve skladech tak, aby nedošlo k jejich poškození (TKP 29).

##### **24.A.4.2.7 Injektážní směs, izolace, materiál pro těsnění spár (TKP 29)**

24.A.4.2.7.1 Skladování na stavbě se provádí podle charakteru výrobku, technických a dodacích podmínek výrobku v závislosti na ročním období tak, aby nedocházelo ke změnám jejich vlastností. Zpravidla je třeba zajistit na stavbě krytý sklad, který je zabezpečen proti extrémním teplotním výkyvům (stinné místo, temperování v zimě apod.). Zejména poloha, způsob (např. skladování do výšky) a doba skladování výrobků musí být v souladu s podmínkami výrobce nebo po konzultaci s ním.

#### **24.A.4.3 Průkazní zkoušky**

##### **24.A.4.3.1 Všeobecně**

24.A.4.3.1.1 Základní ustanovení o průkazních zkouškách je uvedeno v TKP 1. Podrobná metodika průkazních zkoušek stavebních výrobků je dána

příslušnými TKP, ČSN a technologickými předpisy pro jednotlivé technologie odsouhlasené Objednatel / Správcem stavby.

24.A.4.3.1.2 Průkazní zkoušky výrobků (materiálů, směsí, prvků apod.) zajišťuje Zhotovitel u výrobce /dovozce. Doklady viz 24.A.2.2.

24.A.4.3.1.3 Průkazní zkoušky je nutné provádět u všech druhů stavebních výrobků a konstrukcí, které jsou součástí sekundárního ostění a u vybraných rozhodujících druhů stavebních výrobků, které jsou součástí primárního ostění.

24.A.4.3.1.4 Průkazní zkoušky se musí provést vždy, předepisuje-li to dokumentace stavby, TKP, případně ZTKP nebo vyžádá-li to Objednatel / Správce stavby. Tato vyžádaná zkouška se hradí jako zvláštní položka, viz VOP.

24.A.4.3.1.5 Průkazní zkoušky musí být provedeny laboratorně se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3 – Zkušebnictví. Tato laboratoř musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby. Doklad o vydaném prohlášení o vlastnostech a výsledky průkazní zkoušky ve formě laboratorní zprávy o zkouškách musí být předány nejpozději 14 dní před zahájením prací. Objednatel / Správce stavby se k nim musí vyjádřit do 7 dnů (neplatí pro stříkané betony primárního ostění).

24.A.4.3.1.6 Po schválení průkazních zkoušek vypracuje Zhotovitel technologický postup a předloží jej ke schválení Objednateli / Správci stavby.

24.A.4.3.1.7 Souhlas k použití výrobků, stavebních materiálů a směsí, které nejsou určeny zadávací dokumentací stavby (ZDS), dává Objednatel / Správce stavby Zhotoviteli po předložení průkazních zkoušek s tím, že zároveň musí být samozřejmě splněny příslušné požadavky na kvalitu stavebních výrobků, stanovené v odd. 24.A.2. této kapitoly TKP. Změny proti ZDS se řeší v souladu s pravidly uvedenými v obchodních podmínkách.

**24.A.4.3.2 Průkazní zkoušky mezerovitého betonu s drenážní funkcí**

24.A.4.3.2.1 Pro průkazní zkoušky platí přiměřeně ustanovení a zásady uvedené v Příloze P1 TKP 18, stejně jako pro drenážní polymerbeton.

**24.A.4.3.3 Průkazní zkoušky stříkaného betonu (zkoušky způsobilosti na stavbě)**

24.A.4.3.3.1 Pro stříkaný beton platí Příloha P6 TKP 18.

24.A.4.3.3.2 Průkazními zkouškami se zjišťují parametry SB v rozsahu tabulky 9 ČSN EN 14 487-1 pro zvolenou kategorii kontroly inspekce. Těmito zkouškami se před začátkem výroby ověřuje složení

nově vyráběného betonu, zda vyhovuje všem požadavkům na vlastnosti betonu.

24.A.4.3.3.3 Kategorie je určena pro kontrolu shody SB projektantem, resp. Objednatel / Správcem stavby se zohledněním charakteristik konstrukce, stupně rizika a požadované životnosti konstrukce.

24.A.4.3.3.4 Při průkazních zkouškách se podle potřeby prokazují i další vlastnosti požadované RDS a rovněž ukazatele pro kontrolní zkoušky, jako např. porovnání s minimálními předepsanými hodnotami nárůstu pevnosti v čase, minimální tloušťky nastříkané vrstvy SB apod.

24.A.4.3.3.5 Průkazní zkoušky se musí provádět na vzorcích ze stejných složek betonu a vyrobených stejným postupem, jako při zamýšleném konkrétním provádění. Průkazní zkoušky je třeba provádět při každé změně složek nebo technologických podmínek provádění SB.

24.A.4.3.3.6 Odběr vzorků (provedení vývrtů) a jejich ošetření do doby zkoušky musí zajistit laboratoř s odbornou způsobilostí podle MP SJ-PK, část II/3 se zkušeností s prováděním SB.

24.A.4.3.3.7 Průkazní zkoušky dokladující potřebnou odolnost vůči vlivům prostředí na dobu navrhované životnosti se požadují na stavbách pozemních komunikací pro stříkaný beton se zvláštní konstrukční funkcí sekundárního ostění tunelů a štol, železobetonových konstrukcí, systémů oprav konstrukcí a jiných trvalých konstrukcí PK. Stupeň vlivu prostředí a případně druh zkoušek prokazující potřebnou odolnost pro SB předepisuje odsouhlasená DSP/ZDS. Pro průkazní a kontrolní zkoušky platí stejné požadavky jako pro obyčejný hutný beton pro příslušný stupeň vlivu prostředí podle ustanovení TKP 18.

24.A.4.3.3.8 Pro stanovení skladby stříkaného betonu je třeba vyzkoušet alespoň dvě varianty záměsí s různým obsahem pojiva a k tomu přiměřeně změněným dávkováním přísad.

24.A.4.3.3.9 Pro zjištění vlivu přísad (urychlovače) na pevnostní a technologické parametry betonu je třeba připravit a vyzkoušet i beton se stejným složením bez urychlovače tuhnutí („referenční /nulový beton“) a výsledky obou porovnat. Průkazní zkoušky musí stanovit pro danou recepturu i maximální přípustné dávkování urychlovače tuhnutí.

24.A.4.3.3.10 Účinnost přísad do stříkaného betonu a jejich vzájemnou snášenlivost je třeba prokázat v rámci předběžných zkoušek.

24.A.4.3.3.11 S referenčním betonem počítá se také při ověření (druhými) průkazními zkouškami základní (výchozí) betonové směsi za daných podmínek na stavbě.

24.A.4.3.3.12 Zpráva o první etapě průkazných /ověřovacích zkoušek stříkaného betonu s konstrukční funkcí dočasných konstrukcí /primárního ostění (odebrané z nastříkané vrstvy SB zamýšlenou technologií a navrhovaným složením SB na předmětné stavbě), která obsahuje průkazní zkoušky složek SB, návrhové receptury minimálně ve 2 variantách s urychlující přísadou, výsledky kontrolních a průkazných zkoušek z předchozích staveb s obdobným složením SB, výsledky pevnosti v tlaku SB po 7 dnech, předkládá se k odsouhlasení Objednateli / Správci stavby nejdéle 8 pracovních dnů po zahájení nástřiku SB na stavbě. Zkušební tělesa o průměru 100 mm nebo 150 mm se odeberou z nastříkané konstrukce nebo je lze se souhlasem Objednatele odvrtnat z betonu nastříkaného do forem o rozměrech 50 x 50 x 15 cm bez spodního dna.

24.A.4.3.3.13 Kompletní zpráva z průkazných /ověřovacích zkoušek pro SB s konstrukční funkcí se předkládá Objednateli / Správci stavby nejdéle 45 dnů po zahájení nástřiku SB. Zkouška pevnosti v tlaku po 28 dnech SB pro konečnou zprávu o průkazných zkouškách se provede na zkušebních tělesech o průměru 100 mm nebo 150 mm odvrtných z konstrukce (ostění).

24.A.4.3.3.14 Zpráva o průkazných /ověřovacích zkouškách SB se zvláštní konstrukční funkcí pro trvalé konstrukce (sekundární ostění) se předkládá Objednateli / Správci stavby nejméně 7 dnů před zahájením stříkání SB trvalých konstrukcí (ostění) nebo jejich prvků.

#### **24.A.4.3.4 Průkazní zkoušky monolitického betonu**

24.A.4.3.4.1 Průkazními zkouškami Zhotovitel prokazuje optimální složení betonu a spolehlivé splnění požadovaných parametrů betonu s přihlédnutím k podmínkám betonáže, konstrukce, dopravy betonu, klimatických vlivů, ošetřování apod.

24.A.4.3.4.2 Základní požadavky na provádění průkazných zkoušek betonu stanoví ČSN EN 206+A2. Pro beton staveb PK jsou požadavky na vlastnosti betonu oproti ČSN EN 206+A2 stanoveny v širším rozsahu. Požadavky a kritéria jsou uvedena v jednotlivých ustanoveních TKP 18 a v příloze F ČSN P 73 2404 v tabulce F.1.2. Pokud nejsou stanovena, platí kritéria dle ČSN EN 206+A2.

24.A.4.3.4.3 Průkazní zkouška nesmí být před zahájením betonářských prací starší než 24 měsíců.

24.A.4.3.4.4 Zpráva o výsledcích průkazných zkoušek betonu musí obsahovat konkrétní údaje o splnění požadovaných vlastností a konkrétní informace o všech dalších požadavcích podle specifikace průkazných zkoušek. Podrobnosti a kompletní seznam údajů jsou v Příloze P1 TKP 18.

24.A.4.3.4.5 Referenční betonáž mimo stavbu lze provádět ve smyslu Přílohy P10 TKP 18.

#### **24.A.4.3.5 Průkazní zkoušky kotev předpínaných**

24.A.4.3.5.1 Průkaz únosnosti kotvy a velikost úbytku napínací síly kotevního systému se ověřuje dle ČSN EN 1537. Postupy zkoušek se musí používat pro dočasné i trvalé kotvy.

24.A.4.3.5.2 Podrobně viz TKP 29.

#### **24.A.4.3.6 Průkazní zkoušky horninových kotev (svorníků)**

24.A.4.3.6.1 Maximální únosnost daného typu kotvy (svorníku), osazeného do konkrétního horninového prostředí se zjišťuje průkazní ověřovací zkouškou, tzv. tahovou zkouškou. Svorník se zatěžuje tahem postupně až na mez porušení. Podle výsledků se stanoví vhodnost použitého typu svorníku v daném prostředí a velikost přípustného provozního zatížení. Počet a způsob provedení stanoví dokumentace. Zkoušet se musí min 3 ks svorníků každého druhu a typu horninového prostředí, který má být v daném horninovém prostředí na stavbě použit (TKP 29). „Hřebíky“ zajištění dočasných svahů se nezkouší.

#### **24.A.4.3.7 Průkazní zkoušky mikropilot**

24.A.4.3.7.1 Pro zatěžovací a kontrolní zkoušky mikropilot platí ustanovení ČSN EN 14199. Průkazní zkoušky se provádí na zkušebních pilotách před zahájením prací nebo na počátku prací. Počet a typ průkazných zkoušek stanoví dokumentace

24.A.4.3.7.2 Podrobněji viz TKP 29.

24.A.4.3.7.3 Pro ochranné deštníky z mikropilot se průkazní zkoušky neprovádí.

#### **24.A.4.3.8 Průkazní zkoušky injektážní směsi a materiálů pro těsnění spár**

24.A.4.3.8.1 Průkazní zkoušky injektážních směsí a materiálů pro těsnění spár dokladují vlastnosti směsí a těsnění určitého složení před vlastní injektáží a těsněním spár (objemová hmotnost, viskozita, odstoj vody, doba zpracovatelnosti) a po jejich zreagování (pevnost v tlaku, vodotěsnost, modul deformace apod). Průkazní zkouška může být nahrazena výrobovým certifikátem (TKP 29A).

#### **24.A.4.3.9 Průkazní zkoušky izolačního souvrství**

24.A.4.3.9.1 Zhotovitel izolačních prací je povinen prokázat kvalitu všech použitých materiálů a výrobků izolačního souvrství. Průkazní zkoušky slouží k prokázání vhodnosti izolačního souvrství, nesmí být starší pěti let.

24.A.4.3.9.2 Průkazní zkoušky včetně parametrů jsou uvedeny v TP 263.

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

### **24.A.5.1 Všeobecně**

**24.A.5.1.1** Kontrolní zkoušky (zkoušky pro hodnocení shody) – ověřují požadovanou kvalitu aplikovaného betonu během stavby.

**24.A.5.1.2** Kontrolní zkoušky jsou zkoušky stavebních materiálů, směsí, výrobků a hotových konstrukcí nebo jejich částí, které zajišťuje jen Zhotovitel za účelem zjištění a prokázání, že jejich vlastnosti odpovídají smluvním požadavkům – zejména TKP/ZTKP, dokladům o shodě a průkazním zkouškám. Vlastní odběry a zkoušky, zajišťované Objednatel / Správcem stavby, se řídí TKP 1 a u betonu TKP 18. Pro kontrolní zkoušky Zhotovitele platí ustanovení o provádění zkoušek uvedená v TKP 1.

**24.A.5.1.3** Postup odběrů vzorků čerstvého betonu se řídí ČSN EN 12350-1, postup odběru vzorků z konstrukce se řídí ČSN EN 12504-1. Postupy odběru vzorků ztvrdlého betonu z konstrukcí, pro zkoušení jiných parametrů než pevnosti betonu v tlaku, se řídí požadavky příslušných zkušebních norem a technických dokumentů.

**24.A.5.1.4** Výsledky kontrolních zkoušek a měření Zhotovitel předkládá Objednateli / Správci stavby průběžně, bez prodlení, tj. bezprostředně po zjištění výsledků.

**24.A.5.1.5** Pracovníci provádějící kontrolní zkoušky a vzorkování na stavbě (včetně osob zodpovědných za vyhotovování protokolů a vedoucí laboratoří) musí být ve stálém pracovním poměru nebo obdobném vztahu vůči způsobilé laboratoři ve smyslu H/3 SJ-PK čj. 20840/01-120, ve znění pozdějších změn (úplné znění Věstník dopravy č. 5/2013) a nesmějí být v jakémkoliv pracovním poměru vůči organizační jednotce Zhotovitele provádějící zhotovovací práce.

**24.A.5.1.6** Zkoušky zahrnují:

- odběr vzorků a jejich ošetření,
- dopravu vzorků z místa odběru do zkušebny,
- provedení zkoušky včetně zkušebního protokolu.

**24.A.5.1.7** Každý vzorek musí být označen popisem a následujícími informacemi:

- původ vzorku, název a místo stavby,
- místo zabudování (např. primární, sekundární ostění, základ, vozovka),
- označení typu směsi,
- kdo vzorky odebral, datum a hodina odběru,
- komu je vzorek určen, adresa.

**24.A.5.1.8** Zkoušky na konstrukci

Každé zkušební místo na konstrukci musí být označeno a v dokumentech vedeno pod tímto označením a specifikací zkoušené vlastnosti.

### **24.A.5.2 Kontrolní zkoušky**

**24.A.5.2.1** Výsledky zkoušek se protokolují a jsou součástí stavebního deníku a dokladů pro převzetí prací.

**24.A.5.2.2** V průběhu a po dokončení zhotovovacích prací Zhotovitel ověřuje dosažení technických a kvalitativních parametrů, které jsou předepsány dokumentací, touto kapitolou TKP, a kap. 3, 4, 6, 7, 10, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 29 a 31 TKP a případně ZTKP. Druhy a způsob provedení příslušných kontrolních zkoušek a jejich četnosti jsou určeny v jednotlivých kapitolách TKP a ZTKP. Výsledky zkoušek a jejich vyhodnocení předkládá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby (viz TKP 1).

**24.A.5.2.3** Kontrolní zkoušky provádí laboratoř, která musí splňovat ustanovení TKP 1 a části II/3 MP SJ-PK. Tato laboratoř musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby. Ostatní kontrolní zkoušky laboratorní i na pracovišti (např. ověřování pevností stříkaného betonu nedestructivními metodami, těsnost izolačního pláště a jeho svarů) provádí pověřenými pracovníky Zhotovitele za účasti Správce stavby. Objednateli / Správci stavby nebo jí pověřené osobě musí Zhotovitel umožnit přístup do laboratoří, na staveniště, do skladů.

**24.A.5.2.4** Zhotovitel odsouhlasí s Objednatel / Správcem stavby čas a místo konání zkoušky. Objednatel / Správec stavby sdělí nejméně 24 hodin předem, že se hodlá zkoušky zúčastnit. Jestliže se ke zkoušce nedostaví, může Zhotovitel zkoušku provést.

**24.A.5.2.5** Výsledky kontrolních zkoušek musí Zhotovitel předkládat Objednateli / Správci stavby průběžně bez prodlení. Protokoly zkoušek se evidují v laboratorním deníku a jsou součástí stavebního deníku a dokladů pro odsouhlasení a převzetí prací.

**24.A.5.2.6** Zhotovitel zpracovává kontrolní a zkušební plán a předkládá jej Objednateli / Správci stavby ke schválení. Kontrolní a zkušební plán je součástí plánu kvality na stavbu.

**24.A.5.2.7** Vzorky se odebírají a ošetřují na stavbě do doby dosažení vlastností umožňujících převoz do laboratoře. Následně se převážejí do zkušebny a zde jsou ukládány v normovém prostředí do doby provedení zkoušek. Zkoušejí se ve schválené zkušebně nebo na stavbě za přítomnosti Objednatele / Správce stavby. Pro ověření kvality vstupních materiálů zajišťuje Zhotovitel kontrolní zkoušky v místě jejich zpracování.

**24.A.5.2.8** Kontrolní zkoušky stříkaného betonu

**24.A.5.2.8.1** Pro SB se zvláštní konstrukční funkcí (trvalé konstrukce PK), platí pro vlastnosti ztvrdlého betonu a pro provádění kontrolních zkoušek stejné požadavky jako pro obyčejný beton pro příslušný stupeň vlivu prostředí dle ustanovení čl. 18.5.2

TKP 18. Podrobně jsou požadavky na kontrolní zkoušky SB uvedeny v Příloze P6 TKP 18.

24.A.5.2.8.2 Kontrolními zkouškami se doloží nárůst pevnosti v tlaku stříkaného betonu od prvních několika minut, hodin a dnů až do pevnosti po 28 dnech. Tyto hodnoty se porovnávají s minimálními předepsanými hodnotami nárůstu pevnosti v čase uvedenými v TePř.

24.A.5.2.8.3 Kontrolní zkoušky SB se provádí pro každé samostatné pracoviště (jiný Zhotovitel, jiné stříkací zařízení) zpravidla na každých 100 m<sup>3</sup> zabudovaného SB, resp. při velkých objemech po každých 14 dnech, minimálně však 1x za měsíc.

24.A.5.2.8.4 Případný obsah vláken rozptýlené výztuže SB je třeba přezkoušet v pravidelných intervalech, které určí RDS nebo TePř.

24.A.5.2.8.5 Kontrolní zkoušky pevnosti v tlaku, dokumentací požadované vodotěsnosti a odolnosti proti chemickým účinkům rozmrazovacích látek a agresivitě prostředí zjištěné in situ (a dalších vlastností) dle požadavků ZDS+ZTKP a RDS se provádí na tělesech odvrtných z konstrukce v místech určených Objednatel / Správcem stavby.

24.A.5.2.8.6 Zkušební tělesa se smí vyjmout z konstrukce při technologické pevnosti umožňující takové odebrání bez poškození vzorků, jež by zkreslovalo získané výsledky. Technologická pevnost se určí při provádění průkazných zkoušek.

24.A.5.2.8.7 Zkušební vzorky, které slouží pro stanovení (ověření) třídy pevnosti nebo E modulu, musí být uloženy až do stáří 10 dnů pod vodou a potom až do zkoušení na vzduchu v uzavřeném prostoru při teplotě 20 °C ± 2 °C.

24.A.5.2.8.8 Zkušební vzorky pro zkoušky v příčném tahu, vodotěsnosti a mrazuvzdornosti se skladují až do zkoušky (nebo alespoň po dobu 14 dnů před zkouškou) pod vodou při teplotě 20 °C ± 2 °C.

24.A.5.2.8.9 Zkoušky požadované vodotěsnosti, mrazuvzdornosti a odolnosti proti agresivitě se provádějí v souladu ČSN EN 206+A2 nebo ve zpřísněné četnosti dle RDS.

24.A.5.2.8.10 Pro stanovení pevnosti v tlaku a v příčném tahu je třeba vyzkoušet minimálně 5 vzorků, pro stanovení všech ostatních vlastností SB alespoň 3 vzorky.

24.A.5.2.8.11 Skutečné hodnoty tloušťky vrstvy nastříkaného betonu se získají na 5 jádrových vrtech zpravidla o průměru 100 mm, provedených namátkově na ostění po době stáří SB alespoň 48 hodin. Jádra vývrtů mohou být využita např. k vyšetření pevnosti v tlaku po 3, 7 nebo 28 dnech.

24.A.5.2.8.12 S ohledem na vyhodnocování pevností přímo na vzorcích z konstrukce in situ, postačuje, když průměrná kontrolní pevnost  $R_{b,cn}$  v tlaku bude vyšší než hodnota zaručené pevnosti  $R_{bg}$ .

#### **24.A.5.2.9 Kontrolní zkoušky monolitického betonu**

24.A.5.2.9.1 Kontrola kvality výroby a kontrola shody se provádějí podle ČSN EN 206+A2 a TKP 18. Kontrolní zkoušky betonu jsou součástí dodávky prací a provádí se výrobcem betonu v místě výroby betonu a v místě betonáže.

24.A.5.2.9.2 **Nedestruktivní metody zkoušení betonu.** Jsou dány Přílohou P8 TKP 18. Jedná se o následující metody – špičákové metody, odrazné metody, metody místního porušení, ultrazvuková impulzní metoda, radiometrická a radiografická metoda, indukční elektromagnetická metoda (zjišťování polohy výztuže), impakt echo metoda (akustická metoda), optická metoda, vodní tlaková zkouška ve vrtech.

#### **24.A.5.2.9.3 Metody destruktivního zkoušení betonu**

U tunelů se používají hlavně vzorky z jádrových vývrtů, které se odebírají, zkouší a vyhodnocují ve smyslu Přílohy P8.2 TKP 18.

#### **24.A.5.2.10 Kontrolní zkoušky injektážních malt**

24.A.5.2.10.1 Pro injektážní malty platí Příloha P9 TKP 18, která vychází z ČSN EN 447 a ČSN 73 2401. Kontrolní zkoušky výztuže a betonových dílců se provádí dle Přílohy P10 TKP 18. Kontrolní zkoušky betonu v konstrukci a měření konstrukcí jsou popsány v Příloze P6 TKP 18.

#### **24.A.5.2.11 Kontrolní zkoušky předpínaných kotev**

24.A.5.2.11.1 Kontrolní zkoušky se provedou u všech dočasných i trvalých předpínaných kotev, u kterých nebyla provedena průkazná zkouška. Pro tyto zkoušky platí TKP 29.

#### **24.A.5.2.12 Kontrolní zkoušky horninových kotev (svorníků)**

24.A.5.2.12.1 Kontrolní zkoušky kotev (svorníků) zajišťuje Zhotovitel v rozsahu požadovaném dokumentací RDS. Zkoušky provádí zkušebna se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3 -zkušebnictví. Tato zkušebna musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby.

24.A.5.2.12.2 Způsob provedení a vyhodnocení kontrolní zkoušky svorníků stanoví dokumentace a/nebo technologický předpis (TePř).

24.A.5.2.12.3 Počet prováděných zkoušek stanoví RDS a/nebo TePř.

24.A.5.2.12.4 Únosnost svorníků s upevněním kořene lepením nebo rozpínáním (prováděných

báňským způsobem) se ověřuje alespoň u 10 % ze zabudovaných svorníků.

24.A.5.2.12.5 Únosnost dočasných svorníků osazovaných do malty nebo injektovaných se ověřuje kontrolními zkouškami alespoň u 3 % zabudovaných svorníků; při pochybnostech řádného upevnění svorníků v horninovém prostředí Objednatel / Správce stavby může požadovat ověření až 10 % ze zabudovaných svorníků podle svého určení.

#### **24.A.5.2.13 Kontrolní zkoušky mikropilot**

24.A.5.2.13.1 Pro provádění kontrolních zkoušek mikropilot platí TKP 29.

24.A.5.2.13.2 Kontrolní zkoušky kvazi horizontálních mikropilot ochranného deštníku se neprovádí; integrita obalu trubkové mikropiloty s horninovým prostředím se sleduje při ražbě a její porušení se zaznamená do dokumentace (pasového listu).

#### **24.A.5.2.14 Kontrola injektážní směsi**

24.A.5.2.14.1 Pro provádění kontrolních zkoušek injektážních směsí platí TKP 29 a v omezeném rozsahu ve smyslu Přílohy P9 TKP 18.

#### **24.A.5.2.15 Kontrola izolačního souvrství**

24.A.5.2.15.1 Zhotovitel izolačního souvrství provádí kontrolní zkoušky jednotlivých izolačních vrstev včetně kontroly kvality betonového podkladu. O výsledcích musí být sepsán protokol, který je součástí stavebního deníku.

24.A.5.2.15.2 Kontrolní zkoušky včetně parametrů jsou uvedeny v TP 263.

#### **24.A.5.2.16 Kontrola spárovací směsi (hmoty)**

24.A.5.2.16.1 Kontrolní zkoušky kvality spárovacích směsí a hmot jsou stanoveny RDS nebo technologickým předpisem (TePř, TEP).

#### **24.A.5.2.17 Pomůcky a kontrola výroby stříkaného betonu**

24.A.5.2.17.1 Přístroje a zařízení pro kontrolní zkoušky používá zpravidla nezávislá akreditovaná laboratoř a garantuje jejich správnou funkci i kalibraci. Pokud jsou přístroje a pomůcky pro kontrolní zkoušky skladovány a používány stavbou, musí být jejich kalibrace prováděna minimálně 1x za rok.

24.A.5.2.17.2 Kalibraci vah dávkovacího zařízení staveništní míchárny je třeba provádět 1x za 3 měsíce.

24.A.5.2.17.3 Kalibraci dávkovacího zařízení urychlovačů a jiných přísad stříkacího přístroje je třeba provádět 1x měsíčně.

#### **24.A.5.2.18 Kontrolní zkoušky zajištěné Objednatel**

24.A.5.2.18.1 K prověření kvality prováděných prací nebo hodnověrnosti zkoušek Zhotovitele je Objednatel / Správce stavby oprávněn provádět zkoušky podle vlastního systému kontroly kvality. Provádí je buď ve vlastní laboratoři nebo u jiné nezávislé akreditované laboratoře.

24.A.5.2.18.2 Pro hrazení nákladů na zkoušky platí příslušná ustanovení VOP uvedené též v TKP 1.

### **24.A.5.3 Kontrola tvarů a rozměrů konstrukce**

24.A.5.3.1 Tvar a rozměry konstrukce je třeba zkontrolovat jak z hlediska statické funkce, tak ve vztahu k požadovanému průřezu příslušného tunelu.

24.A.5.3.2 Tunely je nutno proměřit před zahájením provádění vozovek. Rozsah a způsob kontrol dodržení tvaru (průřezu stavby a průjezdního prostoru) je stanoven v dokumentaci stavby (DSP/ZDS, RDS) nebo v ZTKP.

24.A.5.3.3 Zhotovitel musí provést protokolární kontrolu průjezdního prostoru, která je součástí první hlavní prohlídky (viz SDS-PK a TP 154).

### **24.A.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY**

#### **24.A.6.1 Obecně**

24.A.6.1.1 Přípustná mezní odchylka je hodnota, o kterou je dovoleno zvětšit nebo zmenšit geometrický rozměr (parametr) konstrukce tunelu nebo jejích částí (dílů).

24.A.6.1.2 Pokud není v DSP/ZDS, předpisech výrobců, v ustanoveních příslušných TKP nebo ZTKP stanoveno jinak, platí pro přípustné odchylky ustanovení ČSN 73 0205. Geometrické parametry musí být v mezích stanovených tolerancí.

24.A.6.1.3 Při nesplnění předepsaných kritérií a tolerancí, tj. v případě neshody, má Objednatel / Správce stavby právo uplatnit finanční nároky z důvodů vadného plnění dle ustanovení uvedených v TKP 1.

24.A.6.1.4 Veškerá opatření, která Zhotovitel hodlá na základě nesplnění předepsaných kritérií pro posuzování shody vlastností materiálů nebo nesplnění geometrických tolerancí na hotových konstrukcích provést, musí být předem odsouhlasena projektantem a Objednatel / Správcem stavby.

#### **24.A.6.2 Primární ostění**

24.A.6.2.1 Přípustné odchylky primárního ostění jsou stanoveny v RDS.

24.A.6.2.2 Průřezy výrubů jsou stanoveny výkresovou dokumentací daným teoretickým lícem sekundárního ostění tunelu, předepsanou tloušťkou

sekundárního ostění a tloušťkou primárního ostění ze stříkaného betonu pro jednotlivé technologické třídy výrubu a nadvýšením (dočasným nadvýrubem).

**24.A.6.2.3** Teoretický líc primárního ostění je třeba považovat za nepodkročitelný (s výjimkou lokálních výčnělků, jako např. ojedinělých zastříkaných hlav kotev, pokud tím není oslabeno krytí výztuže sekundárního ostění).

**24.A.6.2.4** Zvětšení (nedostřikání) prostoru za rubem sekundárního ostění z monolitického betonu nesmí přesáhnout přípustné odchylky od předepsané tloušťky sekundárního ostění (viz 24.A.6.3).

### **24.A.6.3 Sekundární ostění**

**24.A.6.3.1** Přípustné odchylky sekundárního ostění jsou stanoveny v ZDS a upřesněny RDS.

**24.A.6.3.2** Pokud není stanoveno jinak, odchylka dovnitř nesmí překročit líc světlého průřezu (gabaritu).

**24.A.6.3.3** Předepsaná (minimální) tloušťka sekundárního ostění musí být dodržena (s výjimkou ojedinělých lokálních výčnělků, např. zastříkaných hlav kotev, pokud tím není oslabeno krytí výztuže).

**24.A.6.3.4** V návaznosti na sekundární ostění nesmí veškeré TVT a vnitřní konstrukce, včetně dopravního značení, zasahovat do průjezdního profilu tunelu (nutná výška průjezdního profilu (4,8 m) navýšená o bezpečnostní vzdálenost 0,15 m, dle ČSN 73 6201).

### **24.A.6.4 Izolační systém**

**24.A.6.4.1** Parametry a možné přípustné odchylky použitého hydroizolačního systému stanoví ZDS a technologický předpis Zhotovitele ve smyslu TP 263.

### **24.A.6.5 Chyba v přípustných odchylkách**

**24.A.6.5.1** Pokud Zhotovitel zjistí na provedených konstrukcích chybu mimo přípustné odchylky, musí pochybnosti či chybu prověřit a ve spolupráci s projektantem vypracovat návrh řešení opravy.

**24.A.6.5.2** Návrh řešení opravy musí předem projednat a odsouhlasit s Objednatelem / Správcem stavby. Následně zapsat změnu do stavebního deníku a případně ji zapracovat do DSPS (případně do změny RDS).

## **24.A.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ**

### **24.A.7.1 Betonáž za zvláštních klimatických podmínek**

**24.A.7.1.1** Betonáž za zvláštních klimatických podmínek (např. za nízkých a záporných teplot, nebo betonování v horkém a suchém prostředí) a ošetřování betonu v těchto podmínkách se řídí

ustanoveními TKP 18, ČSN EN 206+A2, ČSN 73 2401, ČSN EN 13670.

**24.A.7.1.2** Zhotovitel musí zpracovat zvláštní TePř pro konkrétní objekt a konkrétní situaci betonáže zohledňující klimatické podmínky (při výrobě betonu, jeho dopravě, ukládání a ošetřování), včetně návrhu provádění kontrolních zkoušek.

### **24.A.7.2 Betonáž**

**24.A.7.2.1** Před betonáží musí být mimo jiné provedena kontrola:

- speciálních opatření v případě betonáže za zvláštních klimatických podmínek,
- speciálních opatření při extrémních povětrnostních podmínkách (např. při průtrži mračen).

**24.A.7.2.2** Čerstvý beton monolitického ostění tunelu musí být po dobu tuhnutí a tvrdnutí chráněn proti vzniku mikrotrhlin podle čl. 24.A.3.8.5.

**24.A.7.2.3** Při provádění konstrukcí ze stříkaného betonu musí být sledována teplota podkladu nástřiku, prostředí a namíchané betonové směsi. Pokud teploty podkladu a prostředí klesnou pod +5 °C a betonové směsi pod +10 °C musí být provedena zimní opatření (např. ohřátí složek betonu, zvýšené dávkování urychlující přísady apod.), která zaručí náběh tuhnutí a tvrdnutí nástřikové vrstvy. Aplikace stříkaného betonu ostění je zakázána při teplotě okolního prostředí nižší než – 5 °C. Pokud nejsou provedena ochranná opatření při tuhnutí a tvrdnutí stříkaného betonu, nesmí průměrná denní teplota prostředí klesnout pod +5 °C.

**24.A.7.2.4** Klimatická omezení a zvláštní ošetřování se vztahují též na izolační práce, spárování a injektáže na bázi cementu. Při zpracování, tuhnutí a tvrdnutí směsí a komponentů, používaných pro tyto práce, nesmí průměrná teplota na pracovišti klesnout pod +5 °C, přičemž absolutní teplota v daném místě nesmí klesnout pod +1 °C. Teplota čerstvého betonu v době dodávání nesmí klesnout pod +5 °C.

### **24.A.7.3 Realizace zpětných zásypů a speciálních zemních konstrukcí**

**24.A.7.3.1** Zpětné zásypy hloubených tunelů (případně hloubených částí ražených tunelů) se provádějí za klimatických podmínek ve smyslu TKP 4 Zemní práce.

**24.A.7.3.2** Speciální zemní konstrukce připortálových zářezů a portálů (gabionové stěny, armované a hřebíkové svahy apod.) se provádějí za klimatických podmínek stanovených v TKP 30.

## **24.A.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **24.A.8.1 Odsouhlasení prací**

**24.A.8.1.1** Odsouhlasení prací znamená, že předmětné práce byly provedeny v souladu se závazky Zhotovitele, obsaženými ve Smlouvě, tj. že jejich poloha tvar, rozměry, kvalita a ostatní charakteristiky odpovídají požadavkům dokumentace, TKP, ZTKP a případně dalším dokumentům smlouvy. Toto odsouhlasení je nutné zejména:

- pro zahájení následných prací, které na posuzované práce navazují nebo je zakryjí,
- před zahájením každého úseku betonáže, kdy je nutné odsouhlasení a převzetí hydroizolačního systému na základě provedených kontrolních zkoušek v souladu s čl. 24.A.5.2.7,
- pro potvrzení měsíčních plateb za provedené práce,
- při ukončení prací a při celkové (výsledné) fakturaci.

**24.A.8.1.2** Zhotovitel musí i nadále o odsouhlasené práce řádně pečovat a udržovat je a zodpovídá za vzniklé škody až do doby převzetí prací Objednatel (viz TKP 1).

### **24.A.8.2 Zakrytí konstrukce**

**24.A.8.2.1** Charakter tunelových staveb vyžaduje, aby Zhotovitel vyzval Objednatel / Správce stavby k odsouhlasení prací, které při dalším postupu prací budou zakryty nebo se stanou nepřístupnými. Jedná se zejména o primární ostění, izolace, odvodnění vozovky a šachet, boční drenáže, kanalizace, dílčí prvky sekundárního ostění.

**24.A.8.2.2** Zápis o výsledku odsouhlasení stavebních prací, které budou zakryty, zapíše Zhotovitel stavby ihned po jejím ukončení spolu se zaměřením prostorové polohy geodetickými metodami z bodů vytyčovací sítě těchto prací do stavebního deníku a rozsah potvrdí podpisem Objednatel / Správce stavby.

**24.A.8.2.3** Objednatel / Správce stavby je povinen u vybraných prací uvedených v TKP a ZTKP zajistit jejich posouzení a stanovisko nezávislé organizace.

### **24.A.8.3 Převzetí prací**

**24.A.8.3.1** Převzetí prací se provádí pro celé dílo nebo pro jeho jednotlivé části (objekt, oddíl, provozní soubor nebo jejich část, úsek) ve shodě s požadavkem Objednatel / Správce stavby uvedeným ve Smlouvě.

**24.A.8.3.2** Převzetí prací se uskutečňuje přejímacím řízením, které svolává Správce stavby po oznámení Zhotovitele (viz TKP 1). Současně se žádostí o zahájení přejímacího řízení o převzetí ucelených celků předá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby

písemnou zprávu o hodnocení kvality prací. Její součástí je přehled všech měření a výsledků všech druhů zkoušek a dokumentace, prokazující kvalitu použitých výrobků, materiálů (směsí, prvků apod.). Součástí je i protokol o geodetickém zaměření a sady dokumentace skutečného provedení stavby.

**24.A.8.3.3** Objednatel / Správce stavby, resp. jím pověřená právnická nebo fyzická osoba, provede závěrem celkové hodnocení kvality provedených prací, jehož kopii předá při zahájení přejímacího řízení Zhotoviteli stavby a následnému Správci tunelu PK.

**24.A.8.3.4** Podkladem pro hodnocení je zpráva o hodnocení kvality vypracovaná Zhotovitelem a vyjádření Správce stavby k činnosti Zhotovitele a výsledky zkoušek a měření Objednatel.

**24.A.8.3.5** Důležitým podkladem je také vizuální posouzení provedené Objednatel / Správce stavby.

**24.A.8.3.6** Závěrem hodnocení je srovnání všech výsledků s požadavky DSP/ZDS, RDS, TKP, ZTKP a příslušných norem a předpisů, Smlouvy a případně návrh na srážky z ceny nebo jiné opatření.

### **24.A.8.4 Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS)**

**24.A.8.4.1** V průběhu realizace musí Zhotovitel stavby pravidelně zaznamenávat veškeré změny a doplňky schválené Objednatel / Správce stavby.

**24.A.8.4.2** Po dokončení stavby musí Zhotovitel vypracovat trvanlivým způsobem dokumentaci skutečného provedení stavby, která musí být předložena k odsouhlasení Objednateli / Správci stavby při převzetí prací a pak následně trvale uložena u majetkového Správce dokončeného tunelového díla a na příslušném stavebním úřadě.

**24.A.8.4.3** Vybrané části DSPS jsou součástí Správní dokumentace tunelu uložené u Správce/provozovatele tunelu.

### **24.A.8.5 Úhrada prací**

**24.A.8.5.1** Veškeré provedené práce a zabudované materiály a výrobky, které mají být uhrazeny, musí Zhotovitel doložit přesným měřením (např. vhodnou formou zaměření apod.).

**24.A.8.5.2** Popis a rozklad jednotlivých položek je uveden v OTSKP PK.

**24.A.8.5.3** Veškeré nezaviněné i zaviněné nadvýruby budou Zhotovitelem zaměřeny a zdokumentovány. Odborný odhad množství nadvýrubů je uveden ZDS.

**24.A.8.5.4** Zaviněný i nezaviněný nadvýrub případně zával musí Zhotovitel na příkaz Objednatel / Správce stavby zlikvidovat a vyplnit, u zaviněného nadvýrubu na vlastní náklady.

V případě havárie se její likvidace řídí vyhláškou ČBU č. 55/1996 Sb.

**24.A.8.5.5** Rozsah neproběhnutých konvergencí a nezaviněných nadvýrubů potvrzuje RAMO.

**24.A.8.5.6** Vyplnění prostoru po neproběhnutých konverzacích hradí Objednatel / Správce stavby po odsouhlasení RAMO.

**24.A.8.5.7** Za přítoky vody se považují výrony podzemních vod z horninového masivu a technologické vody používané při stavbě.

## **24.A.9 GEOTECHNICKÁ BEZPEČNOST**

### **24.A.9.1 Všeobecně**

**24.A.9.1.1** Konvenční metody ražby (např. NRTM) jsou observačními metodami, které cíleně vědomě využívají spolupůsobení okolního horninového masivu s tunelovým ostěním.

**24.A.9.1.2** Při použití observačních metod pro výstavbu musí být ve smyslu vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. současně s výstavbou tunelového díla realizován GTM, který zajistí systematické kontrolní sledování a ověřování platnosti předpokladů návrhu.

**24.A.9.1.3** Před zahájením prací musí být zpracována projektová dokumentace (RDS), která bude posouzena odborným znalcem dle § 5c odst. 1 zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění zákona č. 184/2011 Sb.

**24.A.9.1.4** Ve smyslu § 22 vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. je nutné, aby projektová dokumentace (RDS) upřesnila pásma (zóny) poklesů, včetně hodnot vyvolaných poklesů v závislosti na technologických možnostech vybraného Zhotovitele a na vlastnostech horninového masivu.

**24.A.9.1.5** Ražení podzemního díla může být zahájeno, byl-li ověřen stav inženýrských sítí a kabelových vedení, podzemních prostor, prosakování nebo výron škodlivých látek, stavební stav dotčených objektů, archeologických památek, stav povrchových komunikací a provoz na nich. Pokud se během ražeb objeví nové skutečnosti, musí být provedena neprodleně potřebná opatření nebo se razičské práce ihned zastaví.

**24.A.9.1.6** V návaznosti na § 16a vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 sb. a ve smyslu § 28 stejné vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. musí být v projektové dokumentaci (RDS) (oproti ZDS zprůměrně dle technologických možností Zhotovitele) rozdělení horninového masivu v trase a okolí díla do kvazihomogenních celků s uvedením předpokládaného chování horninového masivu při ražbě na základě výsledků inženýrskogeologického průzkumu a rozdělení do technologických tříd výrubu (§ 28 odst. 3) a stanovené možnosti úprav způsobu zajištění stability výrubu v dané technologické třídě výrubu,

na základě skutečných inženýrskogeologických podmínek zastižených při ražbě.

**24.A.9.1.7** Každý záběr pak musí být při realizaci zařazen do technologické třídy výrubu podle zastižených inženýrskogeologických podmínek a na základě výsledků GTM. Toto zařazení provádí specialista geotechnik a schvaluje závodní.

### **24.A.9.2 Řízení geomechanické bezpečnosti**

**24.A.9.2.1** Na stavbách Objednatel jmenuje radu GTM z geotechnických odborníků a účastníků výstavby a realizace GTM, která operativně řídí činnost GTM, vyjadřuje se k výsledkům měření a sledování i jejich hodnocení a přijímá rozhodnutí po odborné diskusi v radě.

**24.A.9.2.2** Vyhodnocené výsledky GTM jsou radě předkládány na pravidelných i mimořádných jednáních k jejich posouzení a vydání rozhodnutí k dalšímu postupu ražby a činnosti GTM.

**24.A.9.2.3** Rozhodnutí rady je doporučením pro Objednatele / Správce stavby, který následně rozhodne a Zhotovitel/projektant na základě tohoto rozhodnutí navrhne další podrobný postup výstavby (ražby).

**24.A.9.2.4** Statut rady GTM a příklad organizace činnosti GTM na stavbě tunelu je uveden v příloze 24P.3 těchto TKP.

### **24.A.9.3 Geotechnický monitoring (GTM)**

**24.A.9.3.1** Projekt GTM a jeho provádění se řídí TP 237 a Vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb.

**24.A.9.3.2** Geotechnický monitoring (GTM) je soubor měření a pozorování, spočívající ve sledování a kontrole odezvy horninového prostředí na stavbu a ve sledování všech vyvolaných (indukovaných) účinků v okolí stavby, respektive v zóně ohrožení a v zóně sledování. Signalizují v předstihu stavy, které mohou vést ke vzniku mimořádných událostí. Zvyšují bezpečnost práce a prognózují další vývoj chování sledovaného systému. Jsou jednou z podmínek pro použití observační metody při návrhu a realizaci díla.

**24.A.9.3.3** Pro Objednatele stavby vykonává geotechnický monitoring stavby odborná inženýrská organizace z oboru geotechniky, nezávislá na potencionálním Zhotoviteli stavby a na zpracovateli zadávací dokumentace. Za realizaci GTM zodpovídá Objednatel.

**24.A.9.3.4** GTM musí být pravidelně vyhodnocován, a to s ohledem na případné dosažení varovných stavů a včasných použití stanovených opatření k bezpečnému provádění. Rozsah parametrů stanovených ZDS, které definují technologickou třídu výrubu, musí být v průběhu ražby aktualizován v souladu se zastiženými inženýrskogeologickými a hydrogeologickými podmínkami.

**24.A.9.3.5** Zhotovitel GTM musí pravidelně konzultovat svůj harmonogram provádění prací GTM se Zhotovitelem stavby a příslušně ho upravovat dle aktuálního postupu výstavby.

**24.A.9.3.6** Absolutní měření musí být navázána na základní vytyčovací síť stavby.

**24.A.9.3.7** Veškerá měření se zdokumentují, zpracují a odpovědný pracovník kanceláře GTM veškerá data uloží na datové úložiště pro ukládání, sdílení a vyhodnocování datových souborů (server s interaktivním webovým rozhraním apod.). Datové úložiště musí být zálohováno a zabezpečeno před neoprávněnými přístupy.

**24.A.9.3.8** Termín pro zpracování a vystavení dat musí být určen ZTKP.

**24.A.9.3.9** Výsledky měření a jejich vyhodnocení se poskytuje radě GTM a radou GTM určeným účastníkům stavby.

**24.A.9.3.10** Realizační projekt (dokumentace) GTM má závaznou platnost v ustanoveních o druhých realizovaných měření a sledování, o postupu zpracování a předávání výsledků a organizaci GTM. Množství skutečně realizovaných měření a sledování upřesňuje rada GTM tak, aby potřebné výsledky byly zajištěny v potřebném rozsahu, ale bez zbytečné ekonomické náročnosti. Realizační projekt GTM se podle potřeby upřesňuje, (např. při postupném předávání RDS jednotlivých objektů stavby).

**24.A.9.3.11** GTM z hlediska účelu a časového plnění se dělí na:

- **Předstihový GTM** – mapuje stávající stav dané oblasti před zahájením prací (hladina podzemní vody, stav objektů, povrchové toky apod.), provádí se minimálně po dobu 1 roku před zahájením vlastních stavebních prací.
- **Bezpečnostní (operativní) GTM** – probíhá v aktivní zóně horninového masivu kolem výrubu a na ostění, provádí se po celou dobu výstavby díla v oblasti aktuálně dotčené stavebními pracemi.
- **Periodický (kontrolní) GTM** – probíhá v zónách ovlivnění a sledování na celém systému bodů a značek, provádí se v delších intervalech pravidelně po celou dobu výstavby.
- **Trvalý GTM** – probíhá na vybraných bodech či konstrukcích (trvalé kotvy, drenážní vrtvy apod.) v zóně ovlivnění a na vlastní stavbě, využívá stávající body GTM z bezpečnostního a kontrolního GTM, provádí se zpravidla po dobu záruky díla, pokud Objednatel nerozhodne jinak.

**24.A.9.3.12** Pro zachování kontinuity a průkaznosti výsledků měření GTM se doporučuje, aby všechny etapy GTM zajišťovala jedna organizace.

**24.A.9.3.13** Součástí GTM tunelů je také monitorování stability svahů navazujících úseků příportálových zářezů a dalších staveb 3. geotechnické kategorie dle ČSN EN 1997-1.

**24.A.9.3.14** GTM je nutno provádět také při klasických injektážích a při tryskové injektáži vždy tam, kde se v dosahu těchto prací nachází povrchová zástavba nebo inženýrské sítě.

**24.A.9.2.5** Při nepřetržitém pracovním režimu (např. ražeb) musí Objednatel / Správce stavby zajistit stálou přítomnost specialisty GTM na stavbě.

#### **24.A.9.4 Varovné stavy**

**24.A.9.4.1** RDS příslušného stavebního objektu stanoví předpokládaný průběh chování příslušného objektu a horninového prostředí a k nim příslušné varovné stavy:

**24.A.9.4.1.1 Stav dostatečné bezpečnosti** vyjadřuje, že výsledky měření dosahují max. 60 % projektem předpokládaných hodnot a projevuje se jasná tendence k ustálení deformací. Zatížení do technologické třídy výrubu a vystrojovací prostředky je možno případně optimalizovat.

**24.A.9.4.1.2 Stav přípustných změn** nastává v případě překročení 60 % projektem předpokládaných hodnot deformací. Pokud vyhodnocené výsledky měření mají tendenci překročit hodnoty určené RDS, musí Zhotovitel upravit další postup výstavby doplněním vystrojovacích opatření, obsažených zpravidla v dokumentaci RDS a příslušně doplnit technologický předpis.

**24.A.9.4.1.3 Stav mezní přijatelnosti** nastává při překročení projektem daných hodnot deformací. Zavede se **pohotovostní režim** se zvýšenou četností měření a sledování, včetně případného zapojení dalších druhů měření podle předpokladů geomonitoringu. Zhotovitel ve spolupráci s Radou GTM upraví a doplní vystrojovací opatření, případně i o vystrojovací prvky či opatření, která nejsou obsažena v RDS, aby se zabránilo dosažení kritického stavu.

**24.A.9.4.1.4 Kritický stav** je dosažen při překročení 125 % projektem předpokládaných hodnot deformací. Při jeho dosažení je třeba v rámci **pohotovostního režimu** nasadit mimořádná opatření, která nebyla RDS uvažována, aby se zabránilo havarijnímu stavu. Zhotovitel a odpovědný projektant RDS musí neodkladně v dokumentaci RDS upravit další postup výstavby a příslušně doplnit technologický předpis.

**24.A.9.4.1.5 Havarijní stav** nastává při destrukci konstrukce, tj. když dojde k mimořádné události. V tomto případě je neprodleně započato s postupem dle havarijního plánu. Z důvodu odvrácení havárie

a obecného ohrožení rozhoduje Zhotovitel díla (závodní), dodatečně odsouhlasuje projektant a Objednatel / Správce stavby.

Varovný stav	Chování konstrukce	Kritérium deformací	Měření GTM	Činnost
<b>Dostatečné bezpečnosti</b>	Klid, tendence k ustálení deformací	< 60 %	dle projektu	žádná
<b>Přípustných změn</b>	Deformace odpovídající projektu	60–100 %	dle projektu	žádná
<b>Mezní přijatelnosti</b>	Tendence ke zvyšování deformací, riziko vývoje kritického stavu	100–125 %	zvýšení četnosti, sledování tendence deformací	POHOTOVOSTNÍ REŽIM Technická opatření dle projektu a dle rozhodnutí RAMO
<b>Kritický</b>	Skokový nebo setrvalý zrychlený nárůst deformací	> 125 %	doplnění nových měření, výrazné zvýšení četnosti	ZASTAVENÍ VÝSTAVBY Technická opatření neuvedená v projektu
<b>Havarijní</b>	Destrukce konstrukce		bezodkladné provedení prací dle schváleného havarijního plánu	

Tab. 2: Varovné stavy

#### 24.A.9.5 Supervize geotechnického monitoringu

**24.A.9.5.1** Supervize GTM řeší sporné technické případy mezi Zhotovitelem a Objednatel / Správcem stavby nebo vedoucím GTM.

**24.A.9.5.2** Supervizi GTM vykonává nezávislý specialista v oboru geotechniky (nezávislý jak na Zhotoviteli, tak na Objednateli), nejlépe soudní znalec v oboru geotechnika. Je jmenován Objednatel ve shodě se Zhotovitelem stavby. Jeho činnost hradí Objednatel stavby (pokud není smlouvou stanoveno jinak).

#### 24.A.9.6 Podrobná pasportizace

**24.A.9.6.1** V předstihu před vlastní stavbou je Objednatel / Správce stavby povinen zajistit podrobnou pasportizaci všech dočasných i trvalých objektů a nemovitostí, které mohou být nepříznivě ovlivněny či poškozeny stavební činností (objekty v zóně ovlivnění) v souladu se SDS-PK.

**24.A.9.6.2** Platnost podrobné pasportizace objektu je 1 rok. Následně musí být provedena aktualizace.

### 24.A.10 EKOLOGIE

#### 24.A.10.1 Obecně

**24.A.10.1.1** Při provádění stavebních prací je třeba dbát pokynů a ustanovení uvedených v TKP 1.

#### 24.A.10.2 Hluk

**24.A.10.2.1** Přípustné hladiny hluku stanoví zákon č. 258/2000 Sb., respektive nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

**24.A.10.2.2** Opatření ke snížení hlukové zátěže musí zamezit překročení limitních hodnot, které závisí na

typu území. Orgán hygienické služby může ve stavebním povolení stanovit i přísnější podmínky pro provádění stavby s ohledem na hluk. Tato opatření jsou součástí dokumentace a stavebního povolení a jsou závazná pro Zhotovitele.

**24.A.10.2.3** Měření hladiny hluku jsou prováděna na náklady Zhotovitele. Měření hluku se provádí podle ČSN ISO 1996-1 a ČSN ISO 1996-2. Protihluková opatření se navrhuji na podkladě metodiky „Výpočet hluku z automobilové dopravy – aktualizace metodiky. Manuál 2018“ a TP 104.

#### 24.A.10.2.4

#### 24.A.10.3 Likvidace důlních vod

**24.A.10.3.1** Návrh odvodnění tunelu při ražbě včetně zajištění čerpání musí být zpracován v souladu s vyhláškou ČBÚ č. 55/1996 Sb. a zákonem č. 44/1988 Sb.

**24.A.10.3.2** V dokumentaci Zhotovitele (TePř) musí být zpracován způsob a postup odvodňování díla (včetně čerpání) při realizaci tunelu a ekologické likvidace důlních vod.

**24.A.10.3.3** Všechna voda odváděná z tunelu během výstavby musí být na náklady Zhotovitele před vypouštěním do kanalizace nebo recipientu zbavena všech nečistot (ropné produkty, nerozpustné pevné látky apod.) včetně neutralizace.

#### 24.A.10.4 Práce v podzemním díle ohroženém přívaly vod a zvodnělého materiálu

**24.A.10.4.1** Zařazení stavby tunelu nebo jeho části do kategorie s nebezpečím průvalu vod a zvodnělého materiálu stanoví projektant DSP/ZDS včetně příslušných opatření. Toto projedná a odsouhlasí s OBÚ.

**24.A.10.4.2** Dílo je třeba chránit před účinky nadměrného množství vody (přivalových srážek, povodní) z prostoru před portály (předzářezu) a z šachet.

**24.A.10.4.3** Objeví-li se v podzemním díle příznaky průvalu vod nebo zvodnělých materiálů, musí být práce zastaveny, ohrožené dílo podle možností zajištěno a osoby z podzemí neprodleně odvolány.

**24.A.10.4.4** Zmáhání díla lze zahájit až tehdy, když je zajištěna ochrana všech osob, zabezpečen odtok vody, zvodnělý materiál dostatečně odvodněn, zajištěno větrání a záchranná cesta a provedena opatření proti dalšímu průvalu.

#### **24.A.10.5 Vyvolaná opatření**

**24.A.10.5.1** Pro omezení vlivu hluku a exhalací na okolí je třeba u tunelových staveb provádět následující opatření:

- stroje, které jsou výrazným zdrojem hluku pokud možno umístit do podzemí – ventilátory, kompresory, míchací centra,
- kompresory používat v provedení s výrazným omezením hluku,
- zřizování protihlukových clon (např. u šachet),
- ventilátory opatřit tlumiči hluku,
- při použití stříkaného betonu sací ventilátory opatřit filtry proti prašnosti.

Při práci se škodlivými látkami a následném zneškodnění odpadů musí Zhotovitel postupovat v souladu se zákonem č. 541/2020 Sb., ve znění předpisů pozdějších.

## 24.B TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ TUNELŮ (TVT)

### 24.B.1 ÚVOD

#### 24.B.1.1 Všeobecně

**24.B.1.1.1** Tato část TKP 24 se musí vykládat a chápat ve smyslu ustanovení, definic, pokynů a doporučení uvedených v TKP 1, na které TKP 24 Tunely navazuje. Tato část kapitoly technických a kvalitativních podmínek stanovuje požadavky Objednatel stavby na materiál a zhotovovací práce technologického vybavení tunelů PK (dále jen TVT) nově budovaných a stávajících opravovaných, nebo rekonstruovaných. Požadavky definované a uvedené v TKP jsou závazné rovněž pro zpracovatele realizační dokumentace stavby (RDS) Zhotovitele (viz SDS-PK).

**24.B.1.1.2** TVT slouží k zajištění plynulého silničního provozu při zachování bezpečnosti a hygienických limitů pro jejich účastníky. Rozsah TVT je navržen dokumentací pro stavební povolení (DSP) a zadávací dokumentací stavby (ZDS) dle ČSN 73 7507 a platných TP 98 (včetně dalších novel a doplnění).

**24.B.1.1.3** TVT třetích stran (např. mobilní operátoři) musí být navrženo dle SDS-PK a provedeno v souladu s tímto předpisem. Před započítím prací musí být projekt těchto zařízení odsouhlasen Objednatel/ Správcem stavby a Zhotovitelem stavby. Pro vlastní realizaci musí být zpracován TePř. Z důvodu údržby musí být prostor v PTO určený třetím stranám opatřen samostatným vstupem z vnějšího prostoru PTO. Zařízení mobilních operátorů musí být napájeno samostatným vývodem s měřením odběru elektrické energie.

**24.B.1.1.4** Při požadavku na předávání dat třetím stranám (mimo datovou síť ŘSD ČR) musí být realizace v souladu s požadavky ICT ŘSD ČR (Information Communication Technologies), především musí splňovat Zákon č.181/2014 Sb. o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů (zákon o kybernetické bezpečnosti) vč. změn a Vyhlášku č. 82/2018 Sb. o bezpečnostních opatřeních, kybernetických bezpečnostních incidentech, reaktivních opatřeních, náležitostech podání v oblasti kybernetické bezpečnosti a likvidaci dat (vyhláška o kybernetické bezpečnosti).

**24.B.1.1.5** TVT zahrnuje hlavní celky (viz TP 98):

- Dopravní systémy (dopravní značky pevné i proměnné, zařízení provozních informací (ZPI) a dopravní detektory).
- Komunikační a přenosové systémy (SOS kabiny, rádiové spojení, nouzový zvukový

systém, přenosová zařízení, optické a metalické slaboproudé kabely a ostatní audio-vizuální komunikační systémy, včetně přenosu požadovaných informací pro složky IZS).

- Monitorovací systémy a čidla (elektrická zabezpečovací signalizace, kamerový systém vč. videodetekce, měření fyzikálních veličin).
- Vzduchotechnické systémy (provozní/ požární větrání tunelu a propojek, klimatizace, vytápění a větrání provozně technických prostor).
- Osvětlení – hlavní osvětlení (akomodační a průjezdni), venkovní osvětlení (osvětlení příportálových úseků), vodící osvětlení (na hraně chodníku), nouzové (evakuační), bezpečnostní (zvýraznění vstupu do únikových cest, SOS kabin apod.).
- Elektrická požární signalizace včetně zařízení dálkového přenosu.
- Řídicí systém technologie a dopravy v tunelu (ŘS).
- Systémy zásobování elektrickou energií včetně rozvodů.

**24.B.1.1.6** Tunelové dílo se zprovožňuje jako celek, buď uvedením do předčasného užívání nebo kolaudací.

**24.B.1.1.7** TVT musí splňovat požadavky uvedené v této kapitole TKP, TP 98, PPK, zejména PPK-TUN (tento předpis dále definuje minimální požadavky těchto TKP), SDS-PK, v ČSN 73 7507 a dále zejména v těchto normách:

- ČSN 33 2130,
- ČSN 33 2000-1,
- ČSN 33 2000-4-41,
- ČSN 33 2000-5-52,
- ČSN 33 2000-5-54,
- ČSN 33 2000-6,
- ČSN 33 2000-7-729,
- ČSN EN 50522,
- ČSN EN 61936-1,
- ČSN 34 2710,
- ČSN 33 4010,
- ČSN 34 1610,
- ČSN EN 54-1 až 5, 7, 10 až 12,
- ČSN EN 60204-1,31,32;
- ČSN EN 50849;
- ČSN 73 0802,
- ČSN 73 0875;
- ČSN EN 12464-1,
- ČSN EN 1838,
- ČSN EN 60598-1,-2-3;
- ČSN CEN/TN 13 201-1,
- ČSN EN 13201-2 až 4, pro osvětlení tunelu;
- ČSN EN ISO 13349, pro větrání tunelu;

- ČSN 36 5601-1,
- ČSN 73 6021,
- ČSN EN 12899-1,
- ČSN EN 1436 + A1,
- ČSN EN 12966-1 + A1
- a TP 65, TP 165 pro dopravní značky a zařízení;
- TKP 14 a 15.

#### 24.B.1.2 Rozsah části kapitoly 24.B

**24.B.1.2.1** Tato část kapitoly 24.B TKP obsahuje požadavky na výrobky a jejich výběr, stavebně montážní práce, montáž TVT a konstrukcí, vyzkoušení a uvedení do provozu TVT. Platí pro nově budované tunely a pro rekonstrukci a obnovu TVT v provozovaných tunelech.

**24.B.1.2.2** Vzhledem k charakteru stavby je nutno vypracovat ZTKP, kde Objednatel / Správce stavby doplní a upřesní požadavky na TVT, uvedené v těchto TKP.

#### 24.B.1.3 Odborná způsobilost

**24.B.1.3.1** Zhotovitelé mohou provádět montážní práce na realizaci technologického vybavení tunelů PK, je-li podle obchodního rejstříku tato činnost předmětem jejich podnikání a mají platná oprávnění a doklady pro provádění příslušných zhotovovacích prací (živnostenské listy, autorizace). Zhotovitel musí prokázat způsobilost k zajištění kvality prací podle MP SJ-PK, případně certifikátem SJ podle ČSN EN ISO 9001.

**24.B.1.3.2** Pracovníci Zhotovitele, realizující příslušné zhotovovací práce, musí mít potřebnou kvalifikaci pro jednotlivé technické a dělnické profese a musí být vedeni odborným pracovníkem. Vzdělání, praxi v oboru, školení, případně autorizaci pracovníků rozhodujících profesí je Zhotovitel povinen na požádání Objednateli / Správci stavby doložit.

**24.B.1.3.3** Zhotovitel musí prokázat technickou způsobilost strojního vybavení, zkoušek, kontrolního systému a dalších činností, které mohou ovlivnit kvalitu prací. Zkušenost Zhotovitel také prokazuje referenčním listem realizovaných prací.

**24.B.1.3.4** Na konkrétní stavbu musí Zhotovitel zpracovat a předložit Objednateli / Správci stavby plán kvality, obsahující technologické předpisy výroby, dopravy materiálů a výrobků. Plán kvality musí také obsahovat kontrolní a zkušební plán pro jednotlivé druhy TVT.

### 24.B.2 POPIS A KVALITA JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ TVT

#### 24.B.2.1 Všeobecně

**24.B.2.1.1** Hlavní požadavky na kvalitu TVT jsou stanoveny v DSP/ZDS (vč. ZTKP), ČSN 73 7507 a v TP 98 (včetně dalších novel a doplnění).

**24.B.2.1.2** Všechny výrobky, stavební materiály, které budou použity ke/na stavbě, předloží Zhotovitel Objednateli / Správci stavby ke schválení – vydání souhlasu s použitím (podčlánek 7.2 OP) a zároveň doloží doklady o posouzení shody ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. nebo ověření vhodnosti ve smyslu MP SJ-PK část II/5, a to:

- Prohlášení o shodě** vydané výrobcem / dovozcem / zplnomocněným zástupcem, v případě stavebních výrobků, na které se vztahuje nařízení vlády č. 163/2002 Sb. a v případě jiných než stavebních stanovených výrobků podle příslušného nařízení vlády;
- ES prohlášení o shodě** vydané výrobcem / dovozcem / zplnomocněným zástupcem v případě jiných než stavebních výrobků označených CE, na které je vydána harmonizovaná norma nebo evropské technické schválení (ETA);
- Prohlášení o vlastnostech** vydané výrobcem v případě stavebních výrobků označovaných CE, na které se vztahuje přímo použitelný předpis ES (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 305/2011)
- Prohlášení shody** vydané výrobcem/dovozcem nebo **Certifikát** vydaný certifikačním orgánem. Oba tyto dokumenty vydané v souladu s platným MP SJ-PK část II/5 v případě Ostatních výrobků.

**24.B.2.1.3** Pokud je to v ZOP nebo ZTKP požadováno, pak k prohlášením / certifikátům musí být přiloženy příslušné protokoly o zkouškách s jejich výsledky a dále posouzení splnění požadovaných parametrů dle těchto TKP a případně dalších a /nebo změněných (zejména zvýšených) požadavků dle ZTKP.

**24.B.2.1.4** Průkazní zkoušky materiálů, které nejsou Výrobkem ve smyslu zákona č. 102/2001 Sb., a Výrobků, které nejsou Stanoveným výrobkem ve smyslu § 12 zákona č. 22/1997 Sb., musí být provedeny laboratorně se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3.

**24.B.2.1.5** Souhlas s dodáváním výrobky TVT, které nejsou určeny zadávací dokumentací stavby (ZDS) dává Objednatel / Správce stavby po předložení příslušných dokladů uvedených v čl. 24.B.2.1.2. Veškeré změny oproti ZDS se řeší podle OP. Žádné ostatní výrobky a materiály nesmí být použity bez písemného schválení Objednatel / Správce stavby. Každá změna výrobku nebo

materiálu musí být předem schválena Objednatelům / Správcem stavby a zapsána do stavebního deníku.

**24.B.2.1.6** Životnost zařízení / TVT se předpokládá 15 let a musí odolávat stupni korozní agresivity min. C4 (vysoká agresivita atmosféry dle ČSN EN ISO 9223) se zohledněním individuálního korozního prostředí objektu. Pokud životnost některého TVT (nebo jeho části) je navržena kratší, musí toto být v DSP/ZDS i v RDS jasně uvedeno a Objednatelům odsouhlaseno.

**24.B.2.1.7** Upevňovací a nosné konstrukce TVT musejí být provedeny v nehořlavém provedení a musí odolávat stupni korozní agresivity min. C4 (vysoká agresivita atmosféry dle ČSN EN ISO 9223) se zohledněním individuálního korozního prostředí objektu.

**24.B.2.1.8** Veškeré TVT musí odpovídat stanoveným vnějším vlivům v jednotlivých prostorách. Prostředí je uvedeno v protokolu vnějších vlivů, který je součástí DSP/ZDS. Veškerá TVT musí vyhovovat požadovanému krytí proti prachu a vodě.

**24.B.2.1.9** Technologické vybavení tunelu se navrhuje tak, aby nedocházelo k zavlékání bludných proudů do konstrukce tunelu. Požadavky na zemnici soustavu jsou definovány v kapitole 5.6.4 TP 124.

**24.B.2.1.10** V provozovaných tunelech musí být navržena a provedena ochrana před atmosférickým předpětím (např. před účinkem blesku) a účinky atmosférické elektřiny – viz kapitola 5.6 TP 124.

**24.B.2.1.11** Zařízení pro kontrolu vlivu bludných proudů (například trvalé rozvody pro sledování vlivu bludných proudů dle kap. 7 TP 124) musí být navrženo a provedeno odděleně od elektrických silnoprůdých instalací v tunelu.

**24.B.2.1.12** Zařízení pro kontrolu vlivu bludných proudů tvoří vývody z provařené výztuže, kabelová vedení a čidla (sledování výskytu korozních produktů, korozní rychlosti a dalších elektrických parametrů indukujících korozní chování výztuže v betonu).

**24.B.2.1.13** Požaduje se nedestruktivní diagnostika koroze výztuže. Kabelová vedení jsou zakončena do svorkovnicových skříněk umístěných mimo průjezdní prostor tunelu (do výklenků, kleneb nad úrovní komunikace, případně do technologických prostorů tunelu). Skřínky a prvky diagnostiky se umísťují obvykle v blízkosti portálů tunelu a v místech přechodu ražených a hloubených částí.

**24.B.2.1.14** Vývody z výztuže navržené pro sledování vlivu bludných proudů, mohou být využity i pro účely uzemnění TVT.

**24.B.2.1.15** Umístění TVT musí umožnit provádění údržby, servisu a mytí v maximálním možném objemu prací, přímo z prostoru vlastní tunelové trouby, pouze při dílčím omezení provozu v době

minimální dopravní intenzity (např. umístění svítidel na boku tunelové trouby).

**24.B.2.1.16** TVT musí být v maximální možné míře umístěno nad úrovní strojního mytí tunelového ostění, které se provádí zpravidla do výšky 4,5 m.

**24.B.2.1.17** Ve středovém pásu dálniční komunikace procházejí optické kabely hlavní trasy určené pro potřeby ŘSD ČR (jedná se minimálně o 5 ks chráničků DN 110). Při výstavbě šachet a kabelovodů v příportálových částech a v samotném tunelu je nutné počítat s průchodem této trasy přes tunelové dílo. Případné navýšení počtu chráničků kabelovodů je možné přidáním chráničků pod vozovku s ohledem na technologii pokládky optických kabelů.

**24.B.2.1.18** Z důvodu zajištění bezpečnosti zasahujících složek IZS, je nutné zajistit možnost vypnutí napájení celého tunelu – beznapětový stav.

**24.B.2.1.19** Dodavatelé jednotlivých výrobků TVT musí garantovat dosažitelnost náhradních dílů po celou dobu předpokládané životnosti daného zařízení. Není-li to možné, musí být tato skutečnost specifikována v RDS.

**24.B.2.1.20** Veškeré TVT musí být zajištěno před vandalizmem a odcizením v souladu s MP „Zabezpečení objektů PK před odcizením nebo úmyslným poškozením“.

**24.B.2.1.21** TVT musí v každé situaci umožňovat bezpečné (nouzové) uzavření tunelu.

**24.B.2.1.22** Mezi silnoprůdácí elektrotechnická zařízení patří zejména:

- spínací stanice a rozvodny VN,
- kabelové rozvody VN,
- trafostanice,
- hlavní a podružné rozvodny NN,
- kabelové rozvody NN,
- bezvýpadkové zdroje UPS,
- záložní napájecí zdroje (stabilní a mobilní motor-generátory),
- osvětlení,
- vzduchotechnika,
- automatická tlaková stanice (ATS) požárního vodovodu,
- zařízení pro temperování požárního vodovodu.

**24.B.2.1.23** Mezi slaboprůdácí zařízení patří zejména:

- zařízení pro tísňové volání (SOS),
- rádiové spojení, spojení mobilními operátory,
- nouzový zvukový systém,
- servisní telefonní síť,
- optické a metalické slaboprůdácí kabely,
- elektrická zabezpečovací signalizace (EVS),
- kamerový systém vč. videodetekce,
- měření fyzikálních veličin,
- elektrická požární signalizace (EPS),

- řídicí systém technologie a dopravy tunelu (ŘS),
- zařízení pro měření výšky vozidel, pro měření dopravních přestupků (MÚR, ADR, vážení vozidel).

**24.B.2.1.24** Zhotovitel je povinen doložit Objednateli / Správci stavby kvalitu dodávaných výrobků elektrického zařízení „prohlášením o shodě“ dle zákona č. 22/1997 Sb. a ve smyslu nařízení vlády č. 118/2016 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí (jmenovitých napětí od 50V do 1000V střídavého proudu a od 75V do 1500V stejnosměrného proudu) s výjimkou zařízení a jevů uvedených v příloze č. 2 NV č. 118/2016 Sb. Elektrická zařízení vysokého napětí nejsou stanovenými výrobky. Dále je možné doložit Prohlášení o vlastnostech dle Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 305/2011.

#### **24.B.2.2 Požadavky na jednotlivé části TVT**

**24.B.2.2.1** VN rozvodna musí být připravena na dva nezávislé dálkově odpínané přívody a dva jištěné dálkově odpínané VN vývody pro dvě trafostanice.

**24.B.2.2.2** V chodnicích musejí být slaboproudé a silnoproudé kabely přednostně uloženy odděleně. Zpravidla jsou vlevo ve směru jízdy uloženy silnoproudé kabely a vpravo slaboproudé.

**24.B.2.2.3** Požární ucpávky v místech, kde kabely prostupují požárně dělicími stěnami záchranné cesty, musejí být umístěny mimo dopravní prostor tunelu.

**24.B.2.2.4** V prostoru kabelovodů a šachet (především v příportálových úsecích) musí stavební řešení a způsob instalace kabelů zabránit dlouhodobému působení vody na kabely.

**24.B.2.2.5** V prostoru trafokobek musí být zajištěno větrání, pro olejové transformátory musí být navíc instalována havarijní jímka.

**24.B.2.2.6** Zařízení pro temperování požárního vodovodu musí zajišťovat funkčnost vodovodu až do teplot  $-20^{\circ}\text{C}$ . Systém musí umožňovat při dlouhodobém poklesu teplot dálkové vypuštění požárního vodovodu.

**24.B.2.2.7** Na vnějším plášti PTO musí být umístěna odpínatelná přípojka k rozvaděči DA pro připojení externího náhradního zdroje. Na ploše před touto přípojkou musí být vyhrazený dostatečný manipulační prostor pro takovýto náhradní zdroj.

**24.B.2.2.8** Nouzový zvukový systém musí být umístěn v blízkosti propojek, uvnitř propojek, na portálech a na požárně nástupních plochách.

**24.B.2.2.9** EZS musí zajišťovat veškeré vstupy do provozních objektů. Ostatní technologické a únikové prostory tunelu je nutné zajistit dveřními kontakty, případně i kamerovým dohledem.

**24.B.2.2.10** Kamerový systém musí kromě dopravního prostoru tunelu a příportálových oblastí monitorovat také vnitřní prostor propojek.

**24.B.2.2.11** ŘS tunelu je nutné navrhnout a provést tak, aby byl funkční i bez podpory hlavní řídicí stanice ŘS. Při výpadku spojení s hlavní řídicí stanicí musí v každém řízeném úseku s podstanicí ŘS dojít k automatickému přechodu na scénář připravený pro tuto situaci (nedostačuje zachování stávajícího stavu).

**24.B.2.2.12** ŘS tunelu přímo řídí také portály dopravního značení před vjezdu do tunelu a komunikuje s ŘS DIS dálnice, ve smyslu monitorování a ovládání přilehlých úseků komunikace včetně nejbližších mimoúrovňových křižovatek (MÚK).

**24.B.2.2.13** Vodicí osvětlení (na chodníku) musí být z důvodu spolehlivosti provedeno jako bezkontaktní (např. indukční) s odolností vůči CHRL a odolné vůči přejezdu vozidel.

**24.B.2.2.14** Dodávka zařízení pro větrání musí obsahovat veškerý montážní, spojovací, těsnicí a ostatní materiál, potřebný k montáži a provozu zařízení včetně upevnění ventilátorů na ostění, zajištění proti pádu a zařízení pro signalizaci vibrací.

**24.B.2.2.15** Instalovány mohou být pouze ventilátory, které zajišťují spolehlivý provoz při dlouhodobému působení vstupujících vzdušnin  $-20^{\circ}\text{C}$  až  $+100^{\circ}\text{C}$  s relativní vlhkostí mezi 30 % až 100 %. Ventilační zařízení se instaluje při teplotách určených výrobcem.

**24.B.2.2.16** U dopravních značek „návestí“ (skupiny IS 6 a IS 8) není nutné použití rozměrů dopravního značení určené pro volnou trasu příslušné komunikace, lze použít upravené velikosti značek se zachováním čitelnosti (při návrhové rychlosti v tunelu).

**24.B.2.2.17** Proměnné dopravní značení musí být provedeno tak, aby dílčí výpadek jednoho elementu nezpůsobil nečitelnost celé značky.

#### **24.B.2.3 Další doporučení pro projektování, dodávky a montáž TVT**

**24.B.2.3.1** Je vhodné, aby zařízení TVT i v PTO byla navržena jako dálkově ovladatelná a monitorovaná prostřednictvím vizualizace ŘS.

**24.B.2.3.2** Doporučuje se, aby provedení veškerého TVT bylo připraveno pro možnost budoucí obnovy TVT v jedné tunelové troubě při zachování dopravy v druhé tunelové troubě (vedení kabelů, uspořádání polí rozvaděčů apod.).

## **24.B.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ**

### **24.B.3.1 Všeobecně**

**24.B.3.1.1** Před zahájením montážních prací musí Zhotovitel předložit technologický předpis (TePř) Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení, který zpracuje na základě technologických postupů stanovených výrobcem jednotlivých zařízení.

**24.B.3.1.2** Technologický předpis (TePř) TVT obsahuje zejména:

- požadavky na stavební připravenost,
- časový sled montážních prací,
- systém zabezpečení kvality od dodávek až po oživení jednotlivých výrobků, zařízení nebo systémů,
- podmínky nasazení a pohyb mechanizačních prostředků,
- přístupové cesty pro pracovníky, a především pro dopravu TVT na místo určení,
- pomocné konstrukce pro montážní práce (včetně závěsů),
- způsob zajištění ochrany zaměstnanců a dotčených pracovišť,
- způsob dočasného kotvení a jiných stabilizačních zajištění.

**24.B.3.1.3** Montážní práce mohou provádět pouze kvalifikovaní pracovníci s příslušným oprávněním, při dodržení všech bezpečnostních předpisů.

**24.B.3.1.4** Stavební připravenost musí být stanovena projektem RDS na základě podkladů od Zhotovitele TVT.

**24.B.3.1.5** Upevnění TVT musí být výhradně mimo spáry mezi bloky sekundárního ostění, minimální vzdálenost upevnění je 0,5 m od spáry.

**24.B.3.1.6** Provádění montážních prací musí být pravidelně kontrolováno stavebním dozorem, viz 24.B.8.2.1.

**24.B.3.1.7** Zhotovitel TVT dodá seznam strojů a zařízení, návody na použití včetně pravidel pro obsluhu a údržbu, které tvoří přílohu Správní dokumentace tunelu. Veškeré dokumenty musejí být v českém jazyce. Dokumenty budou také použity jako podklad pro zpracování Provozní dokumentace.

**24.B.3.1.8** Zhotovitel předá dokumentaci skutečného provedení TVT, včetně sestavy rozvaděčů a kabelových rozvodů se zapracováním všech změn (včetně zapojení a umístění jednotlivých zařízení).

### **24.B.3.2 Elektrotechnická zařízení**

**24.B.3.2.1** Zařízení umístěné v tunelové troubě musí být upevněno na pomocných konstrukcích, pro které platí ustanovení TKP 19.

**24.B.3.2.2** Kabelové rošty a žlaby a další pomocné vnitřní stavební konstrukce v tunelu se montují ze speciální nekorodující oceli nebo z jiných materiálů

(např. kompozitů), které splňují požárně bezpečnostní požadavky. V PTO a dalších technologických prostorách (mimo dopravní prostor tunelu) je přípustné použití výrobků z oceli žárově pozinkované ponorem (viz Příloha 3TKP 19).

**24.B.3.2.3** Řezné plochy ocelových konstrukcí vzniklé dodatečným dělením konstrukce pro vybavení tunelů (rošty, žlaby, žebříky), musí být ošetřeny schváleným systémem protikorozi ochrany.

**24.B.3.2.4** Na kabelových lávkách musí být kabely upevněny, kabely menšího průměru mohou být svazkovány.

**24.B.3.2.5** Rozsah kabelů vedených v dopravním prostoru je nutné minimalizovat pouze na připojení jednotlivých zařízení.

**24.B.3.2.6** Kabel vedený po ostění musí být veden v chrániče, která je na ostění připevněná úchytkami z materiálu s teplotní odolností (např. ocel nebo kompozit).

**24.B.3.2.7** Všechny kabely musí být opatřeny štítky na obou koncích a při každém odbočení. Jednotlivé žíly všech kabelů musí být před zapojením do svorky označeny nálepkou s označením čísla svorky (protisvorky).

**24.B.3.2.8** Při pokládce kabelů musí být dodrženy nejmenší vzájemné normové vzdálenosti vysokonapěťových, nízkonapěťových, ovládacích a sdělovacích kabelů (ČSN 34 2300, ČSN 73 6005, ČSN 73 0895, ČSN 73 0848, a také ČSN EN 50174-1 až 3, vyhláška č. 268/2011 Sb.). Vzdálenosti mohou být zpřísněny dle požadavků jednotlivých výrobců slaboproudých zařízení.

**24.B.3.2.9** Při pokládce kabelů musí být dodrženy dovolené podmínky dané TEP výrobce kabelů (poloměry ohybů kabelu, teplota pokládky, obsyp apod.).

**24.B.3.2.10** Rozvaděče v rozvodnách a spínacích zařízeních se usazují na ocelové rámy, které jsou součástí stavební připravenosti. U rozvaděčů s výsuvnými nebo výklopnými elementy musí být dodržena rovinnost rámu dle požadavků výrobce.

**24.B.3.2.11** Zdvojená podlaha musí umožnit manipulaci se všemi dotčenými částmi TVT.

**24.B.3.2.12** Způsob uzemnění je upřesněn v RDS podle schválené koncepce uzemnění DSP/ZDS, přičemž musí být uvážena i ochrana proti korozi, bludným proudům a elektrochemickým reakcím, které vznikají při styku dvou různých kovů v agresivním prostředí tunelu.

### **24.B.3.3 Osvětlení**

**24.B.3.3.1** Provedení kabeláže je shodné jako pro silnoproudá elektrotechnická zařízení (viz ČSN 33 2000-5-52).

**24.B.3.3.2** V místech nezbytného souběhu silových a slaboproudých kabelů (především v kabelových lávkách) je nutno příslušně je oddělit (např. chráničkou nebo přepážkou s příslušnou požární odolností).

**24.B.3.3.3** Uchycení svítidla musí být galvanicky odděleno od nosného profilu tunelového osvětlení.

#### **24.B.3.4 Větrací systémy**

**24.B.3.4.1** Proudové ventilátory musí být zavěšené v horizontální poloze pevně a bezpečně a se zabudovanými tlumícími elementy. Mimo pevné závěsy mají bezpečnostní zajištění proti pádu v případě poškození pevných závěsů (ocelové lano, řetěz apod.).

**24.B.3.4.2** Ventilátory musí být označeny štítky s výkonovými parametry a dále štítkem se směrem otáčení oběžného kola (u reverzovatelných ventilátorů směrem hlavním).

**24.B.3.4.3** Ventilátory se z důvodu bezpečného upevnění umísťují výhradně doprostřed bloku sekundárního ostění.

**24.B.3.4.4** Upevnění ventilátorů musí být z důvodu ochrany před bludnými proudy provedeno dielektricky.

#### **24.B.3.5 Dopravní značky a zařízení**

**24.B.3.5.1** Upevnění proměnných dopravních značek na konstrukci musí umožňovat posun a natáčení značky ve svislé i vodorovné rovině o 5° na každou stranu.

**24.B.3.5.2** Dále platí ustanovení TKP 14, TKP 18, TKP 19, TP 98, TP 65, TP 165.

### **24.B.4 DODÁVKA, SKLADOVÁNÍ A PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

#### **24.B.4.1 Dodávka a odběr zásilky**

**24.B.4.1.1** Zhotovitel je povinen zajistit řádnou přejímku výrobků tak, aby na staveništi byly k dispozici pouze výrobky pro TVT, které odpovídají požadavkům Smlouvy (TKP 1 a TKP 24, čl. 4.1).

**24.B.4.1.2** Odběrem zásilky se rozumí její převzetí Zhotovitelem ve výrobně nebo od přepravce na základě dodacího listu, viz TKP 1.

**24.B.4.1.3** Při přejímce u výrobce se kontroluje úplnost dodávky. Průkazní zkoušky provádí výrobce zařízení, který předá Zhotoviteli prohlášení o vlastnostech.

**24.B.4.1.4** Pro atypická zařízení vyráběná speciálně na zakázku pro daný tunel (transformátory, ventilátory velkých výkonů, rozsáhlé řídicí systémy apod.) se požaduje vyzkoušení a přejímka

smontovaného zařízení u výrobce za účasti stavebního dozoru.

**24.B.4.1.5** Objednatel / Správce stavby musí být přizván Zhotovitelem k přejímce vybraných výrobků, které jsou určeny v TKP, ZTKP nebo v jiném dokumentu Smlouvy, a dále v těch případech, kdy si to Objednatel / Správce stavby vyhradí (viz TKP 1).

#### **24.B.4.2 Skladování**

**24.B.4.2.1** Požadavky na způsob skladování výrobků jsou uvedeny v této kapitole TKP a TKP 14. Zhotovitel odpovídá za správné uskladnění výrobků tak, aby bylo v souladu s technickými podmínkami výrobců (viz TKP 1), jakož i za manipulaci s nimi tak, aby se zamezilo ztrátám z jejich poškození, znehodnocení nebo záměny.

**24.B.4.2.2** Skladovací podmínky se řídí podle požadavků předepsaných výrobcí zařízení. Zařízení, jako jsou rozvaděče se spínacími prvky, se skladuje v suchých prostorách. Rozvaděče s elektronickým zařízením se skladují v prostorách, kde je zaručen stanovený rozsah teplot a kde nedochází ke kondenzaci vodních par.

**24.B.4.2.3** Při delším skladování TVT s pohyblivými prvky (ventilátory, čerpadla apod.) je třeba provádět kontrolu jejich stavu, zejména izolace elektromotorů (před jejich uvedením do provozu), ochranných nátěrů apod. Současně je třeba zabezpečit protočení hřídele oběžných kol.

#### **24.B.4.3 Průkazní zkoušky**

**24.B.4.3.1** Průkazní zkoušky vzorku (typu) výrobku pro TVT zajišťuje výrobce podle zákona č. 22/1997 Sb., nařízení vlády č. 190/2002 Sb. a MP SJ-PK část II/5.

### **24.B.5 KONTROLNÍ ZKOUŠKY PRO TVT**

#### **24.B.5.1 Kontrolní zkoušky výrobce TVT**

**24.B.5.1.1** Kontrolní zkoušky výrobků pro TVT provádí výrobce dle svého schváleného systému kvality. Objednatel / Správce stavby má právo se na místě výroby přesvědčit, že jsou všechna opatření při výrobě dodržována a případně provést své vlastní kontrolní zkoušky.

#### **24.B.5.2 Kontrolní zkoušky zabudovaných výrobků TVT v průběhu montáže**

**24.B.5.2.1** Některé části technologického zařízení je nutno provozovat již v průběhu montáží a zkoušek dalších TVT (např. trafostanice, rozvodny, osvětlení).

**24.B.5.2.2** Před zprovozněním tohoto TVT je nutno provádět revize a dílčí zkoušky ověřující výsledky průkazních zkoušek výrobce a dalších vlastností předepsaných ve Smlouvě a zejména v TKP

a ZTKP. Výsledky zkoušek a revizí se předkládají Objednateli / Správci stavby průběžně bez prodlení a jsou součástí dokladů o převzetí díla.

**24.B.5.2.3** Záruční doba tohoto TVT začíná uvedením tunelu do provozu (předčasné užívání, kolaudace).

## **24.B.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY**

### **24.B.6.1 Všeobecně**

**24.B.6.1.1** Veškeré odchylky od dokumentace stavby, TKP a ZTKP musí být projednány a odsouhlaseny Objednatel / Správcem stavby a zapracovány do DSPS.

**24.B.6.1.2** Veškeré TVT a vnitřní konstrukce včetně dopravního značení nesmí zasahovat do průjezdního profilu tunelu (nutná výška průjezdního profilu (4,8 m) navýšená o bezpečnostní vzdálenost 0,15 m, dle ČSN 73 6201.

**24.B.6.1.3** Při měření výkonových parametrů větrání tunelu se připouští odchylka  $\pm 5 \%$ .

**24.B.6.1.4** Přípustné odchylky pro výrobu ocelových konstrukcí stanoví TKP 19.

**24.B.6.1.5** Tolerance osazení prvků TVT a jejich upevňovacích a nosných konstrukcí je  $\pm 25$  mm.

## **24.B.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ PRO MONTÁŽ TVT**

### **24.B.7.1 Všeobecně**

**24.B.7.1.1** Veškeré TVT včetně kabeláže se instaluje při teplotách určených TEP výrobcem (zpravidla při teplotě vyšší než  $5^{\circ}\text{C}$ ). Při nižších teplotách se provádí dodatečná opatření dle doporučení výrobců jednotlivých zařízení nebo dle ČSN 33 2000-5-52.

## **24.B.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **24.B.8.1 Všeobecně**

**24.B.8.1.1** Odsouhlasení a převzetí technologického vybavení se řídí ustanoveními v TKP 1 a TKP 24.A čl. 24.A.8.

### **24.B.8.2 Odsouhlasení prací**

**24.B.8.2.1** Odsouhlasení prací je nutno provést:

- při předání stavební připravenosti pro montáž TVT,
- po montáži dílčích částí TVT,
- po ukončení individuálních funkčních zkoušek jednotlivých provozních souborů,
- před provedením komplexní zkoušky,
- před uvedením do předčasného užívání,

- po ukončení prací při celkové výsledné fakturaci.

### **24.B.8.3 Individuální funkční zkoušky (IFZ)**

**24.B.8.3.1** IFZ jsou zkoušky výrobků smontovaných na stavbě nebo dodávky montážních prací a provádí se jimi vyzkoušení stroje nebo zařízení (které tvoří část technologického zařízení v provozním souboru) v rozsahu nutném pro prověření základních funkcí výrobku (stroje nebo zařízení) a řádného provedení montáže, zpravidla bez provozního zatížení. Po dokončení montážních prací se provádí nastavení požadovaných parametrů a revizní zprávy pro jednotlivá zařízení a funkční celky. Do protokolu z IFZ se zapracují nastavené parametry dle požadavků RDS. Po dokončení všech výše popsanych prací je možno zahájit komplexní funkční zkoušky (KFZ).

### **24.B.8.4 Komplexní funkční zkoušky (KFZ)**

**24.B.8.4.1** KFZ jsou zkoušky TVT, tvořícího samostatný funkční celek, jimiž Zhotovitel prokazuje, že dodávka je kvalitní a že je schopna zkušebního provozu. Komplexními funkčními zkouškami se prokazují vlastnosti dodávky – její kvalita jako celku, tj. správnost řešení v dokumentaci, splnění požadovaných parametrů, funkce strojů, zařízení a systémů ve vzájemných vazbách a ve vazbě na řídicí systém tunelu. V RDS musí být zpracován rozsah, náplň a podmínky pro provádění KFZ a o výsledku musí být vyhotoveny protokoly.

### **24.B.8.5 Komplexní zkouška technologického systému tunelu (KZ)**

**24.B.8.5.1** KZ musí prokázat bezporuchový provoz všech zařízení společně nepřetržitě v délce 72 h za účasti Objednatel / Správce stavby, pověřené osoby za bezpečnost tunelů dle NV č. 264/2009 Sb., složek IZS a budoucího provozovatele. Ke komplexní zkoušce může Objednatel / Správce stavby přizvat rovněž autorský dozor.

**24.B.8.5.2** Pokud dojde k přerušení průběhu zkoušky z důvodu technologického excessu, případně nesouladu s projektovou dokumentací, musí se celá zkouška opakovat.

**24.B.8.5.3** KZ TVT je součástí přejímacího řízení čl. 1.6.1.2 c) TKP 1. Úspěšné provedení této zkoušky je nezbytnou podmínkou pro uvedení tunelu do provozu.

**24.B.8.5.4** Zhotovitel odsouhlasí s Objednatel / Správcem stavby čas a místo KZ nejméně 7 dní předem. Jestliže se ke zkoušce pozvaní účastníci ve smyslu čl. 24.B.8.5.1 nedostaví, může Zhotovitel zkoušku provést a zkouška je považována za platnou.

**24.B.8.5.5** Výsledky komplexní zkoušky jsou součástí první hlavní prohlídky tunelu.

**24.B.8.5.6** Realizace komplexní zkoušky je součástí dodávky díla.

#### **24.B.8.6 Zkouška PBZ**

**24.B.8.6.1** Vyzkoušení požárního zabezpečení tunelu zkouškou, která prověří funkčnost bezpečnostních zařízení, se provádí na základě § 7 vyhlášky MV ČR č. 246/2001 Sb. o požární prevenci.

**24.B.8.6.2** Cílem zkoušek je ověřit, zda provedení požárně bezpečnostních zařízení a požárně bezpečnostní funkce systému jako celku odpovídá projekčním a technickým požadavkům na požárně bezpečnostní funkci.

**24.B.8.6.3** Tuto zkoušku lze provádět pouze při kompletní uzavěře tunelu (obou tunelových trub). Délku trvání uzavěry je nutné omezit pouze na nezbytně nutnou dobu.

#### **24.B.8.7 Měření vlivu bludných proudů**

**24.B.8.7.1** Požadavky na měření vlivu bludných proudů stanovuje TP 124, postupy měření stanovuje MP Dokumentace elektrických a geofyzikálních měření betonových mostních objektů a ostatních betonových konstrukcí pozemních komunikací.

**24.B.8.7.2** Měření se provádí v průběhu a po dokončení stavby. Průběžná měření realizovaných ochranných opatření během stavby zajišťuje Zhotovitel. Součástí je také fotodokumentace instalovaných zařízení. Po dokončení stavby se provádí závěrečné měření, které je pak součástí první hlavní prohlídky.

#### **24.B.8.8 Převzetí prací**

**24.B.8.8.1** Pro TVT platí kapitola 24.A.8.3 Převzetí prací. Součástí předávaného díla je dokumentace v souladu s ustanoveními TKP 1, TP 154 a průvodní technická dokumentace technologických zařízení.

**24.B.8.8.2** Převzetí prací se provádí pro celé dílo nebo pro jeho jednotlivé části (objekt, provozní soubor, jejich části nebo úseky) ve shodě s požadavky Objednatele / Správci stavby. Od okamžiku převzetí prací přechází povinnost pečovat o dílo nebo jeho příslušnou převzatou část na Objednatele.

**24.B.8.8.3** Do DSPS musí být zapracovány případné změny, které vyplynuly z provedených zkoušek (IFZ, KFZ, KZ a zkoušky PBZ).

**24.B.8.8.4** V rámci přejímky díla dokladuje Zhotovitel:

- ujištění o shodě zabudovaných výrobků ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb., prohlášení o vlastnostech,
- certifikáty prokazující požární odolnost,
- oprávnění k provádění požárně dělících konstrukcí nebo montáži PBZ dle vyhlášky č. 246/2001 Sb.,

- prohlášení dodavatele dle § 6 a § 10 vyhlášky MV č. 246/2001 Sb. o požární prevenci, tj. o tom, že konstrukce jsou provedeny v souladu s požadovanou odolností dle schválené projektové dokumentace a že byly dodrženy všechny právní, normativní předpisy a předpisy výrobce,
- oprávnění výrobce pro montáž klapek,
- protokol o funkční zkoušce, popř. požární klasifikační osvědčení,
- certifikáty použitých kabelových rozvodů prokazující splnění požadavků dle platných ČSN a PBŘ,
- certifikáty nosných kabelových systémů, včetně kabeláže prokazující splnění požadavků dle platných ČSN a PBŘ,
- certifikáty (v českém jazyce) k namontovaným zařízením a kabelovým trasám,
- návod na servis, údržbu a obsluhu (podklad pro PD),
- revizní zprávy pro veškerá elektrotechnická zařízení,
- protokoly o zkouškách (IFZ, KFZ, KZ, zkouška PBZ),
- geodetické zaměření umístění všech strojů a zařízení ve vztahu k průjezdnému prostoru tunelu,
- DSPS TVT.

**24.B.8.8.5** Další dokumentace nutné pro uvedení tunelu do provozu:

- provozní dokumentace (část TVT),
- správní dokumentace (část TVT),
- protokol z první hlavní prohlídky,
- protokol z prověřovacího taktického cvičení složek IZS a jeho vyhodnocení,
- protokol z vyhodnocení zkušebního provozu.

**24.B.8.8.6** Další požadavky pro jednotlivé TVT:

- manuál pro ovládání ŘS (popis reakcí ŘS a jeho ovládání),
- protokol o zareglování VZT zařízení,
- protokol o měření intenzity osvětlení (hlavní a nouzové),
- protokol o měření hluku,
- protokol o měření uzemnění a bludných proudů,
- doklady k nosnému systému ventilátoru (certifikáty kotev, doklady prokazující únosnost nosného systému při teplotách 400 °C).

### **24.B.9 SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ A MIMOŘÁDNÝCH STAVŮ**

#### **24.B.9.1 Všeobecně**

**24.B.9.1.1** Pohyblivé zařízení TVT, zvláště rotující, musí být vybaveno zařízením pro signalizaci nebo

vypnutí při deformaci a dosažení mimořádného stavu (např. rozkmitání, náraz vozidla).

## **24.B.10 EKOLOGIE**

### **24.B.10.1 Všeobecně**

**24.B.10.1.1** Požaduje se dodržet příslušná ustanovení TKP 1.

**24.B.10.1.2** Při realizaci je třeba důsledně respektovat požadavky dokumentace na umístění, dimenzování a provedení nasávacích a výfukových objektů tunelů, výkonové parametry zařízení a protihlukovou ochranu.

Je nutné dodržet pravidla pro likvidaci spotřebního materiálu (zdroje světla) a dalšího odpadu z montáže, servisu a údržby TVT

## 24.C SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY

- (1) Normy, předpisy a technické dokumenty uvedené v této kapitole TKP jsou v jejím textu citovány, nebo mají k obsahu kapitoly vztah a jsou pro zhotovení ZDS, RDS a zhotovení stavby závazné. Zhotovitelé ZDS, RDS a stavby jsou povinni uplatnit příslušnou normu, předpis nebo technický dokument v platném znění k Základnímu datu ve smyslu OP, nebo k datu zveřejnění zadávací dokumentace nejedná-li se o stavební práce. V případě změn norem, předpisů nebo technických dokumentů v průběhu stavby se postupuje podle příslušného ustanovení v TKP 1.

### 24.C.1 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ NORMY – ČÁST 24.A

ČSN EN ISO 868	Plasty a ebonit – Stanovení tvrdosti vtláčováním hrotu tvrdoměru (tvrdost Shore)
ČSN EN ISO 2815	Nátěrové hmoty – Buchholzova vrypová zkouška
ČSN EN 1062-3	Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro vnější zdivo a betony – Část 3: Stanovení a posuzování rychlosti pronikání vody v kapalně fázi
ČSN EN 1062-6	Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro vnější zdivo a betony – Část 6: Stanovení propustnosti oxidu uhličitého
ČSN EN 1062-7	Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro vnější zdivo a betony – Část 7: Stanovení schopnosti přemostování trhlin
ČSN EN ISO 5470-1	Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování odolnosti v otěru – Část 1: Taberův přístroj na zkoušení oděru
ČSN EN ISO 6272-1	Nátěrové hmoty – Zkoušky rychlou deformací (odolnost proti úderu) – Část 1: Zkouška padajícím závažím, velká plocha úderníku
ČSN ISO 1920-10	Zkoušení betonu – Část 10: Stanovení statického modulu pružnosti v tlaku
ČSN EN 206+A2	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 480-1	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody – Část 1: Referenční beton a referenční malta pro zkoušení
ČSN EN 480-2	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody – Část 2: Stanovení doby tuhnutí
ČSN EN 480-4	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody – Část 4: Stanovení odlučování vody z betonu
ČSN EN 480-10	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody – Část 10: Stanovení obsahu vodou rozpustných chloridů
ČSN EN 480-11	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody – Část 11: Stanovení charakteristik vzduchových pórů ve ztvrdlém betonu
ČSN EN 480-12	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody – Část 12: Stanovení obsahu alkálií v přísadách
ČSN EN 934-2+A1	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Část 2: Přísady do betonu – Definice, požadavky, shoda, označování a značení štítkem
ČSN EN 934-6	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Část 6: Odběr vzorků, kontrola shody a hodnocení shody
ČSN EN 1433	Odvodňovací žlábkové systémy pro dopravní a pěší plochy – Klasifikace, konstrukční zásady, zkoušení, označování a hodnocení shody
ČSN EN 1537	Provádění speciálních geotechnických prací – Horninové kotvy
ČSN EN 1538+A1	Provádění speciálních geotechnických prací – Podzemní stěny
ČSN EN 1542	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení soudržnosti odtrhovou zkouškou
ČSN EN 1770	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení součinitele tepelné roztažnosti
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 10079	Hutnictví železa. Definice ocelových výrobků
ČSN EN 12190	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení pevnosti v tlaku správkových malt
ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
ČSN EN 12390-6	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 6: Pevnost v příčném tahu zkušebních těles
ČSN EN 12390-7	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu

ČSN EN 12390-8	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou
ČSN EN 13501-1+A1	Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň
ČSN EN 12504-1	Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku
ČSN EN 12504-2	Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 2: Nedestruktivní zkoušení – Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem
ČSN EN 12504-3	Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 3: Stanovení síly na vytržení
ČSN EN 12617-1	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Část 1: Stanovení lineárního smrštění polymerů a systémů povrchové ochrany
ČSN EN 12620+A1	Kamenivo do betonu
ČSN EN 13396	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Měření průniku chloridových iontů
ČSN EN 13529	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení odolnosti vůči silnému chemickému napadení
ČSN EN 13578	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Slučitelnost s mokřým betonem
ČSN EN 13579	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Zkouška hydrofobní impregnace sušením
ČSN EN 13580	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Absorpce vody a odolnost hydrofobních impregnací proti alkáliím
ČSN EN 13581	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení úbytku hmotnosti hydrofobizovaného betonu po střídavém působení mrazu a rozmrazovacích solí
ČSN EN 13687-1	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení tepelné slučitelnosti – Část 1: Teplotní cyklování s ponořením do rozmrazovacího solního roztoku
ČSN EN 13687-2	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení tepelné slučitelnosti – Část 2: Teplotní cyklování s párovým skrácením (teplotní šok)
ČSN EN 13687-3	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení tepelné slučitelnosti – Část 3: Teplotní cyklování bez ponoření do rozmrazovacího solního roztoku
ČSN EN 13687-5	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení tepelné slučitelnosti – Část 5: Odolnost vůči teplotnímu šoku
ČSN EN 14199	Provádění speciálních geotechnických prací – Mikropiloty
ČSN EN ISO 3740	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku – Směrnice pro užití základních norem
ČSN EN 12464-1	Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory
ČSN EN 13201-2	Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky
ČSN EN 13201-3	Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet
ČSN EN 13201-4	Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření
ČSN 73 0039	Navrhování objektů na poddolovaném území
ČSN 73 0205	Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesnosti
ČSN 73 0810	Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
ČSN 73 0848	Požární bezpečnost staveb – Kabelové rozvody
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN 73 6100	Názvosloví pozemních komunikací – Část 1: Základní názvosloví
ČSN 73 6124	Stavba vozovek – Vrstvy ze směsí stmelovaných hydraulickými pojivy – Část 1: Provádění a kontrola shody
ČSN 73 6242	Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací
ČSN 73 7501	Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů. Společná ustanovení
ČSN 73 7507	Projektování tunelů pozemních komunikací

ČSN EN ISO 9223	Koroze kovů a slitin – Korozní agresivita atmosfér – Klasifikace, stanovení a odhad
ČSN ISO 1996-1	Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení
ČSN ISO 1996-2	Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 2: Určování hladin akustického tlaku

## 24.C.2 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ NORMY – ČÁST 24.B

ČSN EN 12792	Větrání budov – Značky, terminologie a grafické značky.
ČSN 33 0010 ed.2	Elektrická zařízení – Rozdělení a pojmy
ČSN 33 2000-4-41 ED.3	Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
ČSN 33 2000-4-43 ED.2	Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-43: Bezpečnost – Ochrana před nadproudy
ČSN 33 2000-5-52 ED.2	Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení
ČSN 33 2000-5-54 ED.3	Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče
ČSN 33 2000-6	Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize
ČSN EN 50522	Uzemňování elektrických instalací AC nad 1 kV
ČSN 33 4010	Elektrotechnické předpisy. Ochrana sdělovacích vedení a zařízení proti přepětí a nadproudu atmosférického původu
ČSN 34 1610	Elektrotechnické předpisy. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách
ČSN 34 2300 ed.2	Předpisy pro vnitřní rozvody vedení elektronických komunikací
ČSN 34 2710	Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba
ČSN EN 54-1	Elektrická požární signalizace – Část 1: Úvod
ČSN EN 54-2	Elektrická požární signalizace – Část 2: Ústředna
ČSN EN 54-3+A1	Elektrická požární signalizace – Část 3: Požární poplachová zařízení – Sirény a další zvuková zařízení
ČSN EN 54-4	Elektrická požární signalizace – Část 4: Napájecí zdroj
ČSN EN 54-5+A1	Elektrická požární signalizace – Část 5: Hlásiče teplot – Bodové hlásiče teplot
ČSN EN 54-7 ed.2	Elektrická požární signalizace – Část 7: Hlásiče kouře – Hlásiče bodové využívající rozptýleného světla, vysílaného světla a ionizace
ČSN EN 54-10	Elektrická požární signalizace – Část 10: Hlásiče plamene – Bodové hlásiče
ČSN EN 54-11	Elektrická požární signalizace – Část 11: Tlačítkové hlásiče
ČSN EN 54-12 ed.2	Elektrická požární signalizace – Část 12: Hlásiče kouře – Lineární hlásiče využívající optický paprsek
ČSN EN 54-13+A1	Elektrická požární signalizace – Část 13: Posouzení kompatibility a propojitelnosti komponentů systému
ČSN EN 54-18	Elektrická požární signalizace – Část 18: Vstupní/výstupní zařízení
ČSN EN 14604	Autonomní hlásiče kouře
ČSN CEN/TR 13201-1	Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení
ČSN EN 13201-2	Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky
ČSN EN 13201-3	Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet
ČSN EN 13201-4	Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření
TNI 36 0450	Rušivé oslnění při osvětlení vnitřních prostorů
ČSN EN 50556	Systémy silniční dopravní signalizace
ČSN 36 5601-1	Světelná signalizační zařízení. Technické a funkční požadavky. Část 1: Světelná signalizační zařízení pro řízení silničního provozu
ČSN 73 0802	Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
ČSN 73 0804	Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty

ČSN 73 0810	Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
ČSN 73 0875	Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požární bezpečnostního řešení
ČSN 73 6005	Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
ČSN 73 6021	Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel
ČSN EN 1436+A1	Vodorovné dopravní značení – Požadavky na dopravní značení
ČSN EN 1838	Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení
ČSN EN 12 899-1	Stálé svislé dopravní značení – Část 1: Stálé dopravní značky
ČSN EN 50174-1 ED.2	Informační technologie – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality
ČSN EN 50174-2 ED.2	Informační technologie – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách
ČSN EN 50174-3 ED.2	Informační technologie – Instalace kabelových rozvodů – Část 3: Projektová příprava a výstavba vně budov
ČSN EN 50266	Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru – Část 3-10: Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů – Zařízení
ČSN EN 60204-1 ED.2	Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky
ČSN EN 60204-11	Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 11: Požadavky na elektrická zařízení vn pro napětí nad 1 000 V AC nebo 1 500 V DC a nepřesahující 36 kV
ČSN EN 60204-32 ED.2	Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 32: Požadavky na elektrická zařízení zdvihacích strojů
ČSN EN 60598-1 ED.6	Svítidla – Část 1: Obecné požadavky a zkoušky
ČSN EN 60598-2-3 ED.2	Svítidla – Část 2-3: Zvláštní požadavky – Svítidla pro osvětlení pozemních komunikací
ČSN EN 50849	Nouzové zvukové systémy
ČSN EN 12966	Svislé dopravní značky – Proměnné dopravní značky
ČSN EN ISO 9223	Koroze kovů a slitin – Korozní agresivita atmosfér – Klasifikace, stanovení a odhad

#### 24.C.3 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY

Zákon č. 183/2006 Sb.	Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
Vyhláška č. 250/2021 Sb.	Zákon o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení a o změně souvisejících zákonů
Zákon č. 133/1985 Sb.	Zákon České národní rady o požární ochraně
Nařízení vlády č. 172/2001 Sb.	Nařízení vlády k provedení zákona o požární ochraně
Zákon č. 44/1988 Sb.	Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)
Zákon č. 61/1988 Sb.	Zákon České národní rady o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě
Vyhláška č. 72/1988 Sb.	Vyhláška Českého báňského úřadu o výbušninách
Vyhláška č. 104/1988 Sb.	Vyhláška Českého báňského úřadu o racionálním využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem
Vyhláška č. 26/1989 Sb.	Vyhláška Českého báňského úřadu o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu
Vyhláška č. 369/2004 Sb.	Vyhláška o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek
Zákon č. 17/1992 Sb.	Zákon o životním prostředí
Zákon č. 114/1992 Sb.	Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny

Zákon č. 100/2001 Sb.	Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)
Vyhláška č. 298/2005 Sb.	Vyhláška o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem
Vyhláška č. 435/1992 Sb.	a o změně některých právních předpisů Vyhláška Českého báňského úřadu o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem
Zákon č. 134/2016 Sb.	Zákon o zadávání veřejných zakázek
Vyhláška č. 15/1995 Sb.	Vyhláška Českého báňského úřadu o oprávnění k hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, jakož i k projektování objektů a zařízení, které jsou součástí těchto činností
Vyhláška č. 246/2001 Sb.	Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
Vyhláška č. 247/2001 Sb.	Vyhláška Ministerstva vnitra o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany
Vyhláška č. 55/1996 Sb.	Vyhláška Českého báňského úřadu o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí
Zákon č. 12/1997 Sb.	Zákon o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích
Zákon č. 13/1997 Sb.	Zákon o pozemních komunikacích
Zákon č. 22/1997 Sb.	Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů
Vyhláška č. 104/1997 Sb.	Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích
Zákon č. 239/2000 Sb.	Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů
Zákon č. 240/2000 Sb.	Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)
Zákon č. 258/2000 Sb.	Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
Nářízení vlády č. 272/2011 Sb.	Nářízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
Zákon č. 361/2000 Sb.	Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů
Vyhláška č. 294/2015 Sb.	Vyhláška, kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích
Nářízení vlády č. 361/2007 Sb.	Nářízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
Zákon č. 541/2020 Sb.	Zákon o odpadech
Zákon č. 254/2001 Sb.	Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
Vyhláška č. 328/2001 Sb.	Vyhláška Ministerstva vnitra o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému
Nářízení vlády č. 201/2010 Sb.	Nářízení vlády o způsobu evidence úrazů, hlášení a zasílání záznamu o úrazu
Nářízení vlády č. 375/2017 Sb.	Nářízení vlády o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů
Zákon č. 201/2012 Sb.	Zákon o ochraně ovzduší
Nářízení vlády č. 163/2002 Sb.	Nářízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky
Vyhláška č. 447/2002 Sb.	Vyhláška Českého báňského úřadu o hlášení závažných událostí a nebezpečných stavů, závažných provozních nehod (havárií), závažných pracovních úrazů a poruch technických zařízení
Nářízení vlády č. 117/2016 Sb.	Nářízení vlády o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh
Nářízení vlády č. 118/2016 Sb.	Nářízení vlády o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh
Nářízení vlády č. 176/2008 Sb.	Nářízení vlády o technických požadavcích na strojní zařízení
Nářízení vlády č. 251/2003 Sb.	Nářízení vlády, kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Nariadení vlády č. 426/2016 Sb.	Nariadení vlády o posuzování shody rádiových zařízení při jejich dodávání na trh
Zákon č. 181/2014 Sb.	Zákon o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů
Vyhláška č. 82/2018 Sb.	Vyhláška o kybernetických opatřeních, kybernetických bezpečnostních incidentech, reaktivních opatřeních, náležitostech podání v oblasti kybernetické bezpečnosti a likvidaci dat
Nariadení vlády č. 362/2005 Sb.	Nariadení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
Zákon č. 309/2006 Sb.	Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
Nariadení vlády č. 591/2006 Sb.	Nariadení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

#### 24.C.4 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ TECHNICKÉ PŘEDPISY MD

TP 65	Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích
TP 83	Odvodnění pozemních komunikací
TP 98	Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací
TP 104	Protihlukové clony pozemních komunikací
TP 124	Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce.
TP 152	Štěrbinové žlaby na pozemních komunikacích
TP 154	Provoz, správa a údržba tunelů PK
TP 231	Ošetřování betonu
TP 237	Geotechnický monitoring tunelů pozemních komunikací
TKP 1	Všeobecně
TKP 18	Betonové konstrukce a mosty
TKP 19B	Protikorozní ochrana ocelových mostů a konstrukcí
TKP 29	Zvláštní zakládání
TKP 31	Opravy betonových konstrukcí
MP	Výkon stavebního dozoru na stavbách PK
MP	Větrání silničních tunelů Volba systému, navrhování, provoz a zabezpečení jakosti větracích systémů silničních tunelů
MP	Dokumentace elektrických a geofyzikálních měření betonových mostních objektů a ostatních betonových konstrukcí PK
MP	Provádění hlavních prohlídek tunelů pozemních komunikací
	Výpočet hluku z automobilové dopravy – aktualizace metodiky. Manuál 2018
OTSKP-PK	Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací staveb PK
MP SJ-PK	Metodický pokyn – Systém jakosti v oboru pozemních komunikací
SDS-PK	Směrnice pro dokumentaci staveb pozemních komunikací

## PŘÍLOHA 24.P1 POUŽITÉ ZKRATKY A JEJICH VÝKLAD

AD	autorský dozor Zhotovitele dokumentace	PP	polypropylen
BOP	beton s omezenou hloubkou průsaku	PPK	požadavky na provedení a kvalitu
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci	PTO	provozně technický objekt
ČBÚ	Český báňský úřad	PVC	polyvinylchlorid (např. PVC-P – změkčený)
DIS	dopravní informační systém	RAMO	rada geotechnického monitoringu
DSP	dokumentace pro stavební povolení	RDS	realizační dokumentace stavby
DSPS	dokumentace skutečného provedení stavby	ŘS	řídící systém technologie a dopravy tunelu
DÚR	dokumentace pro územní rozhodnutí	SB	stříkaný beton
EPS	elektrická požární signalizace	SD	stavební dozor
EZS	elektrická zabezpečovací signalizace	SDS- PK	Směrnice pro dokumentaci staveb pozemních komunikací
FSB	stříkaný beton vyztužený vlákny	TEP	technické podmínky dodavatele výrobku
GTM	geotechnický monitoring	TePř	technologický předpis
HZS	hasičský záchranný sbor	TKP	technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací
CHRL	chemické rozmrazovací látky	TI	trysková injektáž
IFZ	individuální funkční zkoušky	TP MD	technické podmínky MD
ISO	mezinárodní organizace pro normalizaci	TP	technologický postup (ve smyslu vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb.)
KFZ	komplexní funkční zkoušky	TPO	termoplastické polyolefiny
KZ	komplexní zkouška technologického systému tunelu	TTV	technologická třída výrubu
KZP	kontrolní zkušební plán	TVT	technologické vybavení tunelů
MFV	měření fyzikálních veličin	ÚOZI	úředně oprávněný zeměměřičský inženýr
MP	metodický pokyn	VDZ	vodorovné dopravní značení
MP SJ- PK	metodický pokyn – Systém jakosti v oboru pozemních komunikací	VL	vzorové listy
MÚK	mimoúrovňová křižovatka	VOP	všeobecné obchodní podmínky staveb PK
NRTM	nová rakouská tunelovací metoda	VZT	vzduchotechnika
OBÚ	Obvodní báňský úřad	ZDS	zadávací dokumentace stavby
OTSKP PK	oborový třídník stavebních konstrukcí a prací staveb PK	ZOP	zvláštní obchodní podmínky stavby PK
PBŘ	požárně bezpečnostní řešení stavby	ZPI	zařízení provozních informací
PBZ	požárně bezpečnostní zařízení	ZS	zařízení stavenišť
PDZ	proměnné dopravní značení	ZTKP	zvláštní technické kvalitativní podmínky stavby PK
PE	polyetylen (např. PE-LD, PE-LLD, PE-VLD, PE-HD)		
PK	pozemní komunikace		

## PŘÍLOHA 24.P2 VÝKLAD POJMŮ

### Autorský dozor

Viz TKP 1.

### Doba stability výrubu

Doba, po kterou horninový masiv po provedení záběru zůstane bez zajištění stabilní.

### Geotechnický monitoring (GTM)

Soubor měření a pozorování zaměřený na sledování a kontrolu reakce horninového prostředí na stavbu podzemního díla a sledování vlivu stavby na okolní zástavbu, inženýrské sítě a jiné objekty včetně životního prostředí.

### Hloubka šachty

Svislá vzdálenost v ose šachty mezi korunou šachty (povrchem území) a dna výkopu šachty. Hloubka šachetní tůně se započítává do hloubky šachty, pokud plocha výrubu tůně je alespoň 50% plochy výrubu šachty.

### Hloubený tunel

Druh tunelu budovaný hloubením v otevřené stavební jámě nebo rýze, tj. s dočasným odstraněním nadloží nad tunelem, nebo budovaný na povrchu, později zasypaný.

### Horní klenba

Oblouková část ostění tunelu v horní části průřezu.

### Horniny

Zahrnují jak **skalní horniny** s pevnými strukturními vazbami (krystalizací a pevnými pojivky), tak **zeminy** bez pevných strukturních vazeb.

### Horninové prostředí (horninový masiv)

Část zemské kůry, složené z pevných hornin a/nebo zemin, včetně anizotropií, ploch nespojitosti a dutin s výplněmi z tekutých nebo plyných součástí.

### Indukované účinky

Všechny dočasné i trvalé účinky výstavby i provozu podzemního díla, které mohou nepříznivě působit v okolí tunelu.

### Izolační systém

Jedná se o systém, který zabraňuje pronikání vody do tunelu a vzniku negativních účinků působením podzemní vody na konstrukci a vybavení tunelu. Jedná se o souvrství složené z primárních, izolačních a ochranných vrstev, zahrnující případný pojistný systém. Podrobně řeší TP 263.

### Nadvýrub

Výlom přesahující teoretický výrub; rozděluje se na zaviněný a nezaviněný. Při zavinění nadvýrubu hradí vzniklé vícenáklady Zhotovitel, u nezaviněného nadvýrubu hradí vícenáklady Objednatel.

### Nadvýšení

Zvětšení teoretického tvaru výrubu o velikost přepokládané deformace horninového masivu, tolerancí atd. Velikost nadvýšení navrhuje projektant ZDS a RDS, při realizaci upřesňuje Zhotovitel díla po dohodě s investorem na základě skutečně zastižovaných geotechnických podmínek (výsledků GTM). Sanaci neproběhnutých konvergencí hradí Objednatel / Správce stavby.

### Observační metoda

Způsob návrhu a /nebo řízení výstavby, kdy výsledků systematického sledování (např. GTM) se používá přímo pro úpravu projektu a stavebního postupu. Je definována v Eurokódu 7.

### Objednatel

Právnícká nebo fyzická osoba uvedená v Příloze k nabídce, která přijala nabídku na zhotovení díla (stavby) a zavazuje se k zaplacení ceny za jeho provedení. Pojmem „Objednatel“ se rozumí i „stavebník“ nebo „investor“ ve smyslu stavebního zákona a „zadavatel“ ve smyslu Zákona o veřejných zakázkách.

### Odolnost objektu

Technická schopnost objektu reagovat na působící indukované účinky, vyvolané výstavbou tunelu bez vzniku škod na objektu.

### Ochranná zóna tunelu

Podzemní prostor ve tvaru válcového tělesa, obklopující tunelovou troubu, s podélnou osou procházející těžišti světlých tunelových průřezů.

### Ochranné pásmo tunelu

Pás šířky „B“ na povrchu území, jehož okraje jsou rovnoběžné s vnějšími konstrukcemi tunelu. Šířku stanoví projektant v DÚR v souladu se zákonem č. 13/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

### Okraj poklesové kotliny

Čára spojující okraje poklesové kotliny s nulovým, resp. zanedbatelným přetvořením.

### Ostění

Stavební konstrukce, která zabezpečuje vnitřní prostor tunelové trouby a odporuje tlaku horninového prostředí včetně vody, povrchové zástavby, účinků dopravy apod.

### Podrobná pasportizace

Prokazatelné zjištění a zdokladování technického stavu objektů před zahájením stavby (viz SDS-PK).

### Podzemní dílo (ve smyslu vyhlášky ČBU č. 55/1996 Sb.)

Prostor v podzemí vytvořený ražením nebo hloubením při činnosti prováděné hornickým způsobem, staré nebo trvale opuštěné důlní dílo nebo zpřístupněná část jeskyně. Je jím i velkopřůměrový vrt nebo protlak, pokud se v nich mohou zdržovat

osoby. Ve smyslu báňských předpisů se za podzemní dílo považuje podzemní stavba i mělce uložená podzemní liniová stavba, zejména ražená kanalizace či kolektor.

#### **Poklesová kotlina**

Deformace terénu mísovitého nebo nálevkovitého tvaru, která vznikla poklesem nadložních vrstev nad výrubem tunelu.

#### **Požárně bezpečnostní řešení (PBR)**

Dokumentace, která se zpracovává pro všechny stavby a stanovuje podmínky požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (dle Vyhlášky MV ČR č. 246/2001 Sb., o požární prevenci).

#### **Požární přepážka**

Konstrukce zamezující šíření požáru.

#### **Požární ucpávka**

Nehořlavá výplň prostupů a chrániček.

#### **Požární úsek**

Prostor stavebního objektu oddělený od ostatních částí objektu (nebo od sousedních objektů) požárně dělícími konstrukcemi nebo požárně bezpečnostním zařízením.

#### **Primární ostění**

Ostění podzemního díla zabezpečující stabilitu vyrubaného prostoru minimálně do doby dosažení nosné funkce sekundárního ostění. (*Dočasná výztuž* ve smyslu vyhlášky ČBU č. 55/1996 Sb.).

#### **Přípustná mezní odchylka**

Hodnota určená v DSP, o kterou je možno zvětšit nebo zmenšit geometrický rozměr konstrukce tunelu, součet absolutních hodnot odchylky tvoří toleranci.

#### **Projektovaný líc ostění**

Vnitřní obrys tunelu ohraničený polohou líce konstrukce (ostění) tunelu, stanovenou s ohledem na přípustné tolerance (= světlý průřez + přípustná odchylka).

#### **Projektovaný průřez výrubu**

Průřez výrubu stanovený dokumentací včetně vypočteného nadvýšení stanovený v DSP/ZDS.

#### **Provozní dokumentace tunelu (dle TP 154)**

Soubor předpisů a nařízení, který slouží k zajištění provozu, správy a údržby daného tunelu a je zpracováván ve smyslu TP 154.

#### **Provozní soubor**

Souhrn strojů a zařízení jednoho technologického celku TVT (včetně montáže a vyzkoušení).

#### **Rubanina**

Materiál, který vznikl rozpojením horniny při ražení.

#### **Sekundární ostění**

Konstrukce vnitřního ostění podzemního díla či stavby zabezpečující nároky na něj kladené po celou dobu životnosti díla. (*Trvalá výztuž* ve smyslu vyhlášky ČBU č. 55/1996 Sb.).

#### **Spodní klenba**

Betonová oblouková konstrukce tunelu v dolní části jeho průřezu.

#### **Správce stavby**

Viz TKP 1.

#### **Stavební dozor**

Viz TKP 1.

#### **Světlý průřez tunelu**

Plocha uvnitř líce konstrukce (ostění) tunelu stanovená s ohledem na přípustné mezní odchylky.

#### **Šachtice**

Dílo v podzemí, svislé nebo s úklonem od vodorovné roviny větším než 45 stupňů, jehož průřez nepřesahuje 3,75 m<sup>2</sup> a hloubka je větší než 3 m, nejvýše však 50 m.

#### **Štola**

Podzemní dílo vodorovné nebo úklonné až do úklonu 45 stupňů od vodorovné roviny s hrubým průřezem menším než 16 m<sup>2</sup>.

#### **Technologické třídy výrubu**

Definují technologický postup výstavby (členění plochy výrubu, délku záběru, vzájemné vzdálenosti čeleb dílčích výrubů atd.) a způsob a rozsah zajištění stability výrubu (schéma kotvení, druh výztuže, tloušťku ostění, předstihová opatření atd.) při ražbě konvenčními tunelovacími metodami. Rozdělení do technologických tříd výrubu je v projektové dokumentaci provedeno dle předpokládaných geotechnických podmínek a velikosti výrubního průřezu.

#### **Teoretický líc konstrukce ostění tunelu**

Poloha líce ostění tunelu stanovená dokumentací stavby (světlý průřez tunelu bez tolerancí).

#### **Teoretický průřez výrubu**

Průřez výrubu stanovený v dokumentaci stavby (ST, DÚR, DUSP, DSP) bez zvětšení o nadvýšení, tolerance, technologické a geologické nadvýrubu apod. Vnější líc teoretického výrubu definuje hranici pro výpočet nadvýšení, nadvýrubů, objemu jejich zpětné výplně a zaručuje dodržení minimální tloušťky ostění.

#### **Tunel**

Ve smyslu TKP se jedná o konstrukce na PK délky nad 100 m, do této délky se jedná o podjezdy. Ve smyslu báňských předpisů jde o podzemní dílo vodorovné nebo úklonné až do úklonu 45 stupňů od

vodorovné roviny s hrubým průřezem 16 m<sup>2</sup> a větším.

#### **Tunelovací metoda**

Soubor činností, jejichž výsledkem je bezpečné uvolnění potřebného prostoru v horninovém masivu a jeho zajištění na celou dobu projektované životnosti díla.

#### **Vnitřní stavební konstrukce**

Veškeré stavební konstrukce sloužící pro vybavení a vyztužení díla v podzemí, potřebné zejména pro umístění technologického vybavení a pro vlastní provoz podzemního díla.

#### **Vybavení tunelu**

Technologické a stavební úpravy, které slouží k zajištění bezpečného provozu vozidel a osob v tunelu při zachování ekonomických a ekologických požadavků. **Stavební vybavení tunelu** je určeno pro instalaci **technologického vybavení tunelu**, které slouží ke zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví účastníků provozu i pracovníků provozovatele, bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích a k zabezpečení odpovídajících podmínek pro výkon obsluhy a údržby pracovníky provozovatele.

#### **Výkop**

Prostor vytvořený hloubením z povrchu, tj. činností spojující v sobě rozpojení, naložení a odsun výkopku.

#### **Výrub**

Podzemní prostor vytvořený ražením v horninovém prostředí, tj. činností spojující v sobě rozpojení, naložení a odsun rubaniny.

#### **Záběr**

Výrub v celém průřezu nebo v jeho části (dílčí výrub), provedený v jedné pracovní fázi.

#### **Závodní**

Závodní je fyzická osoba odpovědná dle vyhlášky č. 55/1996 Sb. a dalších báňských zákonů a vyhlášek, za bezpečné a odborné řízení činnosti, prováděné hornickým způsobem na provozech, kde jsou tyto činnosti prováděny.

#### **Zhotovitel**

Viz TKP 1.

#### **Zhotovitel GTM**

Právníká nebo fyzická osoba (nezávislá na Zhotoviteli díla) oprávněná k činnosti geotechnického průzkumu a geotechnického plánování při přípravě i realizaci tunelové stavby, která se Smlouvou (v souladu s VOP) s Objednatelem / Správcem stavby, zavazuje k provádění a vyhodnocení geotechnického monitoringu podle zadávací dokumentace GTM.

#### **Zóna ovlivnění**

Část území v blízkosti stavby tunelu, ve které mohou působit indukované účinky stavby a kde existuje reálné riziko vzniku škod na majetku.

#### **Zóna poklesů**

Území podél podzemního díla, kde může ražbou dojít k poklesům nadloží a povrchu terénu.

#### **Zóna sledování**

Širší zóna (za zónou ovlivnění a poklesů), ve které sice existuje zcela minimální riziko vzniku škod, ale ve které existuje riziko uplatňování nároků na náhradu škod na majetku, vzniklých stavbou tunelu.

## **PŘÍLOHA 24.P3 STATUT RADY MONITORINGU STAVBY (RAMO)**

### **A. Úvod**

Při návrhu geotechnických konstrukcí vzniká obecně riziko, které závisí na složitosti geologických podmínek, náročnosti konstrukce a možných následcích jejího selhání. Geotechnické konstrukce tunelů, kanalizací, složitých zářezů a násypů jsou konstrukce s neobvyklým rizikem, u nichž lze s výhodou využít observační metodu. Zejména v případech, kdy předpověď chování navržené konstrukce je velmi obtížná, lze použít tuto metodu, spočívající v průběžném posuzování správnosti návrhu, sledování chování okolního horninového masivu, včetně vlastního díla a případných korekcí vlastního návrhu během výstavby. Součástí výstavby pak musí být geotechnický monitoring (GTM), pomocí kterého se pravidelně sleduje konstrukce a okolní horninové prostředí s úkolem odhalit případné anomálie v chování sledovaných prvků. Vyhodnocení výsledků měření a pozorování musí být prováděno okamžitě tak, aby bylo možné reagovat na nastalou situaci a včas provést případná nápravná opatření. Proto je třeba v předstihu ustanovit pracovní komisi RAMO, která zajistí pravidelné vyhodnocování výsledků sledování a měření. Pro Objednatele / Správce stavby je to poradní orgán, který následně doporučuje Objednateli / Správci stavby úpravy v technologii výstavby, (v průběhu stavby) úpravy rozsahu četnosti měření a sledování prováděných v rámci GTM.

Projektová organizace připraví ve smyslu platné vyhlášky č. 55/1996 Sb. Českého báňského úřadu ze dne 7. února 1996 v platném znění dle § 16a a § 17, požadavky na náplň a rozsah GTM, včetně pravidel pro použití observační metody (§ 28).

Při realizaci tunelového objektu za pomoci observační metody je nutné připravit dopředu plán možných opatření, která je nutné okamžitě přijmout, pokud GTM odhalí chování konstrukce mimo přijatelné meze. Tato opatření musí být součástí RDS.

#### **Složení RAMO:**

- zástupce Správce stavby,
- zástupce Objednatele (poradce pro geotechniku),
- zástupce SD – specialista geotechnik,
- zástupce projektanta stavby,
- zástupce Zhotovitele stavby,
- zástupce Zhotovitele GTM (viz 24.A.9.3).

#### **Supervizor:**

Specialista v oboru GTM a geotechnika (nejlépe soudní znalec) - osoba odsouhlasená společně Objednatelům a Zhotoviteli stavby

Prizvanými účastníky jednání RAMO budou zástupci organizací zajišťujících jednotlivá měření nebo jiní odborníci. Tyto zvou výhradně členové RAMO po odsouhlasení Objednatelům / Správcem stavby.

### **B. Cíl činnosti:**

1. Cílem činnosti RAMO je bezprostřední uplatňování výsledků geotechnického monitoringu při investorské a projektové přípravě, kontrole a realizaci tunelové stavby. Musí se ověřit mezní stav porušení nebo nadměrná deformace. Dále je nutné, po dosažení varovných stavů, zajistit včasné použití stanovených opatření k bezpečnému provádění stavebních prací (jsou uvedena v RDS).

### **C. Kompetence RAMO:**

1. RAMO je součástí řízení stavby, projednává výsledky monitoringu a přijímá doporučení pro řízení stavby a úpravy monitoringu. Členové RAMO se scházejí na pravidelných nebo operativních kontrolních dnech monitoringu RAMO. Součástí jednání je také pravidelná kontrola stavby.
2. RAMO nenahrazuje činnost technického dozoru Objednatele ani nepřebírá jeho odpovědnosti. Je specializovaným kontrolním a poradním orgánem Objednatele stavby. Účastníci RAMO vystupují jednotlivě, jako kompetentní zástupci účastníků výstavby se svou odpovědností vyplývající z uzavřených smluv.
3. Členy RAMO jsou pověřeni zástupci Objednatele (Správce stavby, technický dozor investora (dále jen TDI), Zhotovitel geotechnického monitoringu (dále jen GTM)), Zhotovitele stavby a případně dalších určených expertů.

### **D. Povinnosti členů RAMO:**

1. Scházejí se na jednáních zpravidla 1x za 2 týdny při provádění díla (např. při realizaci ražeb) v nebezpečném horninovém prostředí, při realizaci v příznivých geologických podmínkách zpravidla 1x za měsíc. V případě nebezpečného stavu plynoucího z dílčích vyhodnocení geotechnického monitoringu na žádost zástupce Objednatele, ve výjimečném případě i na žádost ostatních členů RAMO, se sejdou neprodleně.
2. Členové RAMO, nebo jejich náhradníci, budou v případě potřeby (identifikace nebezpečného stavu) připraveni k účasti na jednání v době co nejkratší, tj. nejdéle do 6 hodin od obdržení

- informace o jednání. Informace o tomto jednání bude zaslána na emailové adresy a textovou zprávou na mobilní telefony (SMS) členů RAMO a účast bude potvrzena obdobně spolu s informací, kdo se zúčastní (člen/náhradník). Průběžně aktualizovaný seznam kontaktů (email, mobil) bude k dispozici u Objednatel, TDI a Zhotovitele. Budou součástí prezenční listiny jednání RAMO.
3. S ohledem na postup stavby průběžně sledují výsledky měření i jejich dílčí vyhodnocení provedená podle realizační dokumentace geotechnického monitoringu nebo předchozích jednání RAMO.
  4. Formulují doporučení a po jejich schválení zástupcem Objednatel / Správcem stavby zajišťují jejich okamžité uplatnění u Zhotovitele stavby pro úpravu technologického a časového postupu stavby, dále u projektanta pro aplikaci observační metody při zpracování realizační dokumentace stavby a jejich změn či doplňků, u TDI z hlediska jeho kontrolní funkce a u monitoringu z hlediska provádění a vyhodnocování měření monitoringu.
  5. Projednávají na jednáních RAMO opatření provedená Zhotovitelem stavby nad rámec realizační dokumentace stavby, zapsaná ve stavebním deníku a doporučí další postup.
  6. Ve svých organizacích působících na projektu neprodleně uplatní doporučení a závěry z jednání RAMO s ohledem na právní a smluvní odpovědnosti jednotlivých partnerů výstavby.
  7. V případě, že některá organizace odmítne splnění doporučení RAMO, okamžitě o této skutečnosti informují zástupce Objednatel / Správce stavby a ostatní členy RAMO.
  8. Navrhují úpravy rozsahu či programu měření a způsob jeho vyhodnocování tak, aby byly zajištěny podklady pro bezpečné vedení stavby, ověření předpokladů a splnění požadavků uvedených v realizační dokumentaci stavby.
  9. V případě, že doporučení RAMO budou mít vliv na cenu díla nebo GTM, musí zástupce Objednatel / Správce stavby bezodkladně zaslat písemné vyjádření, zda s těmito doporučeními souhlasí a že práce požaduje provést stávajícími dodavateli. Vyjádření musí být podepsáno oprávněnými osobami Objednatel, aby tyto práce mohly být také následně fakturovány.
  10. Sledují hodnocení, prováděné GTM, shody mezi předpoklady projektu a zastiženými geotechnickými poměry. V případě zjištění rozporů okamžitě vyhodnocují správnost postupu realizace a případně doporučí jeho úpravy zajišťující bezpečnou realizaci stavby.
  11. Aktivně se podílejí na řešení případných mimořádných událostí nebo nebezpečných stavů v souladu s havarijním plánem stavby.
  12. Umožní kontrolu činnosti RAMO a výsledků geotechnického monitoringu organizacím nebo fyzickým osobám, které na základě samostatné smlouvy a Objednatel / Správcem stavby provádějí kontrolu/supervizi stavby.
- E. Pravomoci členů RAMO:**
1. Členové RAMO mají právo na trvalý přístup ke všem zdrojům informací od Zhotovitelů stavby, dodavatelů měření, projektovým podkladům a výsledkům průzkumů. Dále mohou navrhnout úpravy všech fází geotechnického monitoringu a uplatňování observační metody. Mohou navrhnout úpravy a rozsah měření geotechnického monitoringu.
  2. Kdykoliv navštěvují v doprovodu odpovědného pracovníka stavby jakoukoliv část stavby vyjma míst, kde by mohla být ohrožena jejich bezpečnost a získávají informace o postupu stavby od všech účastníků výstavby.
  3. Účastní se výrobních výborů při zpracování realizačních dokumentací a kontrolních dnů investora stavby, pokud se jejich předmět týká geotechnického monitoringu nebo s ním souvisí.
  4. Mohou vyžadovat vyjádření zpracovatele realizační dokumentace stavby a zástupce autorského dozoru k závěrům vyhodnocení GTM.
- F. Organizace činnosti:**
1. Činnost RAMO organizuje zástupce Objednatel / Správce stavby. Účast členů nebo náhradníků na jednáních je povinná, účast dalších přizvaných osob musí schválit Objednatel / Správce stavby.
  2. RAMO řídí zpravidla jmenovaný zástupce Objednatel / Správce stavby. Ten může pověřit vedením jednání RAMO jiného člena RAMO, který pak zodpovídá za pořízení zápisu z jednání a jeho následné podepsání všemi přítomnými členy RAMO. Zápis z jednání je vypracován neprodleně (nejlépe během, nebo ihned po jednání) a neprodleně rozeslán elektronickou poštou členům RAMO k připomínkování. Připomínky k zápisu budou zapracovány a zápis následně vydán a podepsán všemi účastníky (nejpozději při příštím zasedání RAMO) a pak vydán.

3. Zástupce Objednatele stavby zajišťuje prostřednictvím Zhotovitele GTM archivaci všech měření (včetně jejich vyhodnocení, závěrů, zpráv apod.) a zápisů z jednání RAMO a společně s autorským dozorem soustřeďuje podklady nutné pro rozhodování v případě mimořádných situací. Dále odpovídá za průběžnou aktualizaci telefonních čísel a elektronických adres odpovědných pracovníků RAMO a organizací provádějících měření.
4. V odůvodněných případech nebo před rozhodnutím mimořádného významu s dopadem do nákladů stavby, rozhodne zástupce Objednatele (na doporučení členů RAMO) o expertním posouzení předními odborníky v daném oboru.
5. Činnost poradců Objednatele a expertní posudky odborníků jsou hrazeny Objednatelem / Správcem stavby.
6. Výsledky činnosti RAMO ani samotného geotechnického monitoringu nesmí být zveřejňovány bez souhlasu zástupce Objednatele / Správce stavby.

#### **G. Rozpory:**

1. Pokud v případě podstatného problému nedojde k názorové shodě všech členů RAMO, rozhodne o způsobu řešení zástupce Objednatele / Správce stavby na základě vyjádření určeného supervizora, se kterým za tímto účelem uzavře Objednatel smlouvu.

#### **H. Varovné stavy**

1. Varovný stav (dále jen VS) v deformačním chování sledovaných konstrukcí vychází z RDS a je provázen provedením určitých opatření (snížením nebo zvýšením četnosti měření monitorovacích prvků, či přijetím stavebně-technických opatření apod.). Jedná se o opatření organizační, technická, technologická a bezpečnostní.

## **PŘÍLOHA 24.P4 GEOTECHNICKÝ MONITORING (GTM)**

GTM je soubor měření a pozorování spočívající ve sledování a kontrole odezvy horninového prostředí na stavbu tunelu, zářezu, násypu a jiného složitého geotechnického díla. Cílem je sledování všech vyvolaných (indukovaných) účinků v okolí stavby, respektive v zóně ovlivnění a v zóně sledování. Signalizují v předstihu stavy, které mohou vést ke vzniku mimořádných událostí. Zvyšují bezpečnost práce a prognózují další vývoj chování sledovaného systému. V případě, že pro ražbu tunelu (štoly) je použita tunelovací metoda využívající spolupůsobení horninového masivu (observační metoda), je vždy nutné provádět měření přetváření nosného systému hornina-ostění, viz § 28 vyhlášky ČBÚ č. 55 / 1996 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Pro Objednatele / Správce stavby vykonává GTM stavby odborná inženýrská organizace z oboru geotechniky a zeměměřictví, nezávislá na potencionálním Zhotoviteli stavby a na zpracovateli zadávací dokumentace. Součástí GTM je také provedení podrobné pasportizace dotčených povrchových objektů a inženýrských sítí v zóně ovlivnění těsně před zahájením stavby.

Monitorovací měření musejí být v předmětném území zahájena v předstihu určeném ZDS před započítáním stavební činnosti tak, aby bylo možno zdokumentovat původní klidový stav horninového prostředí. Výsledky a vyhodnocení měření se porovnávají s předpoklady uvedenými v realizační dokumentaci stavebního díla.

Veškeré výsledky měření, sledování a vyhodnocení jsou zdarma poskytovány Zhotoviteli díla pro vedení stavby. Zástupce Zhotovitele je členem skupiny RAMO.

### **Geotechnický monitoring se dělí na:**

- **předstihový GTM**, který mapuje stávající stav před zahájením prací,
- **bezpečnostní (operativní) GTM** realizovaný v aktivní zóně horninového masivu kolem výrubu a na ostění (pouze v oblasti vlastní stavební činnosti),
- **periodický (kontrolní) GTM** v zónách ovlivnění a sledování, (realizovaný periodicky po celou dobu stavby díla),
- **trvalý GTM** se provádí na vybraných bodech či konstrukcích v zóně ovlivnění a na vlastní stavbě (po dokončení stavby). Provádí se zpravidla min. po dobu záruky díla.

GTM se provádí podle realizačního projektu komplexního geotechnického monitoringu na celou stavbu, který vychází ze samostatné zadávací dokumentace pro výběr Zhotovitele GTM. Pro realizaci vlastního měření platí TP 237 Geotechnický monitoring tunelů pozemních komunikací.

### **1. Předstihový geotechnický monitoring**

Měření musí být prováděna tak, aby s ohledem na použitou metodu zaznamenala stav sledované veličiny (v období před zahájením vlastní stavební činnosti) po dobu min. 1 rok či lépe déle. Slouží k podchycení vlivu počasí (srážky, změna teploty v průběhu roku) na chování horninového masivu, režimu podzemní a povrchové vody. Je nutné prověřit chování nadzemní zástavby v zóně sledování. Důležité je také ověřit chemické složení podzemních a povrchových vod v oblasti budoucí stavby.

Aktuální rozsah a četnost měření řídí rada GTM (RAMO) pokud je zřízena, jinak Objednatel stavby, která pokračuje ve své činnosti i během realizace díla, případně i v době záruky díla. Složení RAMO je pak bez vlastního Zhotovitele díla, který většinou nebývá ještě vybrán.

### **2. Bezpečnostní (operativní) geotechnický monitoring**

Bezpečnostní (operativní) GTM zjišťuje aktuální rozsah a velikosti stavbou indukovaných účinků, měřením posunů stanovených bodů v podzemí, na povrchu i ohrožených objektech v oblastech, kde se právě pracuje. Při aplikaci observačních metod tunelování (např. NRTM), při návrhu a realizaci složitých geotechnických konstrukcí, zejména 3. geotechnické třídy, je bezpečnostní GTM povinnou součástí procesu výstavby. Sledování varovných stavů slouží jako zpětná rozhodovací vazba při aplikaci observační metody.

### **3. Periodický (kontrolní) geotechnický monitoring**

Periodický GTM je vykonáván před zahájením stavby, po celou dobu výstavby i po dokončení stavby během provozu.

Slouží také pro periodickou kontrolu celého systému bodů a značek GTM na stavbě, z důvodů možného poškození vlivem „třetích“ osob nebo vlastní stavební činnosti.

Výsledky periodického GTM jsou jedním z podkladů pro objektivní posouzení škod na nemovitostech a objektech, vzniklých v souvislosti se stavbou.

#### **4. Trvalý geotechnický monitoring**

Na monitoring prováděný v průběhu realizace stavby navazuje monitoring prováděný během provozu díla. Provádí se za provozu v rozsahu, který je dán realizačním projektem vlastního tunelového díla a projektem trvalého GTM. Musí být odůvodněn typem použité konstrukce (především primárním a sekundárním ostěním, konstrukcí trvalých kotev), poznatky získanými v době provádění GTM při realizaci stavby apod.

Provádí se s pravidelnou četností podle předem schválené dokumentace trvalého GTM, která má také vazbu na Provozní dokumentaci stavby. Musí splňovat požadavky uvedené v TP 154. Za trvalý GTM je zodpovědný Objednatel/ Správce tunelu.

## **PŘÍLOHA 24.P5 INDUKOVANÉ ÚČINKY SOUVISEJÍCÍ SE STAVBOU**

### **1. Všeobecně**

Indukovanými účinky stavby se rozumí všechny dočasné i trvalé účinky výstavby tunelu a provozu v něm (včetně příportálových konstrukcí), které mohou v jeho okolí působit nepříznivě.

### **2. Rozlišují se následující druhy indukovaných účinků:**

- a) deformace a jiné účinky, vyvolané změnou stavu napjatosti horninového masivu, tj.:
  - přídatné deformace – sedání, naklonění, posuny (zejména od poklesů hladiny podzemní vody),
  - ovlivnění stability území – sesuvy svahů, padání kamenů, zřícení skalních bloků, velké nadvýlomy apod.
- b) indukované dynamické účinky:
  - dočasné – vliv trhacích prací, pohyb těžkých stavebních mechanismů,
  - trvalé – doprava v okolí díla (hluk, exhalace),
  - poklesy či zdvihy při kolísání hladiny podzemní vody.
- c) deformace a jiné indukované účinky vyvolané zvláštními okolnostmi či procesy v horninovém masivu (změna teplotního režimu, působení přírodních plynů aj.).
- d) změna režimu podzemní vody, projevující se jako:
  - změna vydatnosti studní a pramenů, změna kvality jímané vody,
  - snížení hladiny podzemní vody a z toho vyplývající vysušení pozemků a změna bonity půdy,
  - snížení hladiny podzemní vody v podzákladí staveb, a s tím spojené objemové změny v horninovém prostředí s následkem přídatného sedání stavby,
  - zvýšení hladiny podzemní vody, způsobující snížení únosnosti základové půdy, vniknutí vody do objektů.
- e) indukované účinky, vzniklé kombinací vlivů výše uvedených, případně vyvolané jinými účinky stavby.

## **PŘÍLOHA 24.P6 POŽADAVKY K OBSAHŮM TECHNOLOGICKÝCH PŘEDPISŮ PRACÍ (TEPŘ) U ČINNOSTÍ PROVÁDĚNÝCH HORNICKÝM ZPŮSOBEM**

Technologické předpisy (TePř) jsou požadovány pro všechny rozhodující prováděné práce. Vzhledem k tomu, že činnosti prováděné hornickým způsobem (především ražba) jsou vždy specifickou činností záviselící na dovednosti a vybavení Zhotovitele je pro tyto činnosti vždy nutné zpracovat TePř.

Obsahem je podrobný technologický postup prací, použité materiály, jejich zpracování a kontrola kvality prací. Musí být vždy jasně vyznačena oblast, o kterou se jedná, včetně návaznosti na další TePř – TePř nemusí být zpracovány pro celou stavbu najednou.

TePř zpracovává přímý Zhotovitel prací a předkládá Zhotovitel díla v dostatečném předstihu před zahájením příslušných prací Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

Minimální požadavky na TePř jsou uvedeny v TKP 1 a dále musí obsahovat:

1. TePř je zpracován pro všechny očekávané kvazihomogenní celky horninového prostředí s přihlédnutím ke všem místním rizikům. Musí být v souladu s DSP/ZDS.
2. TePř v souladu s RDS upřesní jednotlivé etapy výstavby a časový sled (razicích) prací.
3. Dle technologických možností Zhotovitele je nutné stanovit podrobnosti vlastní technologie výstavby (zejména délka záběru, členění výrubu, primární ostění atd.).
4. Na základě provedení průkazných zkoušek je nutno v příslušném horninovém prostředí upřesnit údaje o únosnosti předpokládaných druhů a délek výztužných prvků.
5. TePř musí zajišťovat bezpečný pracovní postup ražení v souladu s DSP/ZDS. Musí být podrobně uvedena použitá technologie ražení, včetně způsobu rozpojování hornin (zásad případných trhacích prací), vyztužování výrubu a způsobu manipulace s rubaninou a materiály. Vždy je třeba podrobně uvést i způsob zajištění stability čelby a dílčích výrubů v jednotlivých fázích výstavby.
6. Součástí TePř musí být podélný profil díla s vyznačením doposud známých geologických a hydro-geologických údajů o dotčeném horninovém prostředí včetně očekávaných rizik.
7. V TePř musí být uvedena také opatření nutná k zahájení vlastních ražeb (zajištění portálu) a zajištění stability příportálového úseku.

8. V TePř se uvede způsob nakládání s odpady včetně odvodnění po dobu stavby (jímání a předčištění tunelových vod, způsob čištění usazovacích jímek, likvidace kalů i likvidace vod z tunelu a ZS). Je nutno se zmínit o případné potřebě separace kontaminovaného odpadu.
9. Další nezbytná dokumentace kromě TePř je havarijní plán (v jehož druhé, operativní části musí být uvedeno řešení všech předvídatelných druhů havárie, jejichž výskyt lze na podzemní stavbě předpokládat a dále těch havárií na povrchu, které by svými důsledky ohrožily osoby v podzemí (např. výbuchy, požáry, závaly, příval a průvaly vod do podzemí dle vyhlášky č. 55/96 Sb. ČBÚ).
10. V TePř se uvede kompletní popis větrání (sací nebo foukací) včetně konstrukce a umístění lutnových tahů, jejich upevnění, prodlužování či zkracování a odstup od čela výrubu. Při trhacích pracích se uvede čas nutný pro odvětrání čelby, ochrana luten před účinky trhacích prací (rozlet) apod.
11. V části BOZP TePř se mj. stanoví rozsah stálého dozoru, pokud je danou pracovní operací vyžadován (nepřetržité sledování pracovní činnosti zaměstnanců a stavu pracoviště, při němž zaměstnanec určený organizací k výkonu stálého dozoru se od zaměstnanců nevzdaluje a nezaměstnává ničím jiným než dozorem).
12. Nedílnou součástí (přílohou) TePř musí být i protokol o seznámení pracovníků s daným TePř, a to před zahájením prací v předmětné (vyznačené) oblasti.
13. V TePř je nutno uvést kvalitativní ukazatele díla a tolerance stavební i měřičské. Součástí jsou i vzory zpracování „záběrových listů“ podzemního díla, které je nutné před zahájením výstavby odsouhlasit všemi dotčenými účastníky výstavby.
14. V TePř musí být uvedeny varovné a limitní stavy pro GTM (sledované posuny v rámci konvergenčních, extenzometrických měření i poklesů povrchu a bodů ohrožených objektů) stanovené v RDS.

*Poznámka: Technologický postup (TP) ve smyslu vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. slouží pro zajištění bezpečného postupu prací a dále také pro zajištění zájmů společnosti (veřejnosti) a Objednatele, jednak jako technologický postup obdobně jako TePř. TP se zpracovávají na hornickou činnost a činnost prováděnou hornickým způsobem dle § 2 a 3 dle zákona č. 61/1988 Sb. a jsou součástí provozní dokumentace dle vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb.*

## PŘÍLOHA 24.P7 VLASTNOSTI ODRAZNÉ (SJEDNOCUJÍCÍ) VRSTVY

Požadavky na mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti odrazné (sjednocující) vrstvy ostění v tunelu.

Předpis	Popis jmenované vlastnosti	Požadovaná hodnota	Poznámka
ČSN EN ISO 2409	Přilnavost – mřížková zkouška	< GT2	
ČSN EN ISO 7783	Průnik vodní páry – třída I	$s_d < 5\text{m}$	
ČSN EN 1062-3	Kapilární absorpce a průnik vody	$W < 0,1 \text{ kg/m}^2 \times \text{h}^{0,5}$	
ČSN EN 13687-1	Odolnost vůči mrazovým cyklům v solném roztoku	> 2 MPa	Alternativa pro zkoušku odolnosti povlaků vůči vlivu CHRL
ČSN EN 13687-2	Odolnost vůči teplotním šokům se skrácením vodou	> 2 MPa	Alternativa pro zkoušku odolnosti povlaků vůči vlivu CHRL
ČSN EN 13687-3	Odolnost vůči prudkým změnám teplota bez ponoření do soli	> 2 MPa	Alternativa pro zkoušku odolnosti povlaků vůči vlivu CHRL
ČSN EN 13687-5	Odolnost vůči tepelným šokům	Bez viditelných poruch	
ČSN EN 13529	Odolnost proti vysokému stupni chemického vlivu – třída III, snížení tvrdosti (měřeno dle EN ISO 2815 nebo Shore EN ISO 868 nebo Buchholz)	Max. o 50 %	
ČSN 73 6242 Příloha C	Přilnavost – odtrhová zkouška – k betonu ostění tunelu	> 2 MPa	
	Možnost nanášení další vrstvy nátěru – barevné zvýraznění a spojení barev		
	Snadnost údržby během životnosti – prokázat na referenčním úseku		
ZTKP	Životnost odrazné vrstvy (zachování požadovaných vlastností za předpokladu běžné údržby a oprav)	20 let	
ZTKP	Životnost odrazné vrstvy (zachování požadovaných vlastností za předpokladu běžné údržby a oprav)	20 let	
ČSN EN 12617-1	Délkové změny (smrštění)	< 0,3%	
ČSN EN ISO 2812-1	Chemická odolnost – 30denní expozice	Bez viditelných poruch	
ČSN EN 1542	Přilnavost – odtrhová zkouška – k referenčnímu betonu	2,5 MPa	
	Barevná stálost = součinitel jasu povrchu 0,07		
	Barevná stálost = součinitel odrazu světla 0,03		
	Obsah škodlivých látek a mikrobiologická nezávadnost		Atest
	Nehořlavost – neuvolnění škodlivých látek při 800 °C		Atest ČSN EN 13501-1+A1
TP 121 a TKP 18	Odolnost povlaků vůči CHRL	75 cyklů	
ČSN EN ISO 5470-1	Odolnost proti abrazi (odrusnost) – odpad max. 2000mg pod kolem H22 se zátěží 1000 kg	1000 cyklů	120 mg (DIN 53109)
ČSN EN 13501-1+A1	Zařídění požární odolnosti – Fire class of construction products and building elements – Part1: Class, Using test data from reaction to fire test		
ČSN EN 13578	Přilnavost k vlhkému betonu	> 1,6 MPa	

*Poznámka: Požadavky splňuje např. nátěrová hmota na bázi epoxidové disperze provedená ve dvou vrstvách, nejdříve penetrace 0,15 kg/m<sup>2</sup> a následně nástřik 0,20 kg/m<sup>2</sup> (celkem 0,35 kg/m<sup>2</sup>) v celkové tloušťce 200 μm.*

## TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Schválilo: Ministerstvo dopravy  
Odbor pozemních komunikací

Zpracovatel kap. 24:

Ing. Michal Hnilička (Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.)

Ing. Jiří Svoboda (Pragoprojekt a.s.)

Ing. Jan Frantl (Subterra a.s.)

Počet stran: 74

Tech. redakční rada: Ing. Pavla Březnická (Ministerstvo dopravy)  
Mgr. František Rainer (Ředitelství silnic a dálnic ČR)  
Ing. Josef Jalůvka (Ředitelství silnic a dálnic ČR)  
Ing. Aleš Lebl  
doc. Dr. Ing. Jan Pruška (ČVUT v Praze)  
Ing. Ladislav Štefan (HOCHTIEF CZ a.s.)  
Radomír Zelenka (Metrostav a.s.)  
Ing. Libor Mařík (SAGASTA s.r.o.)

Zástupce koordinátora: Ing. Veronika Říhová (Ředitelství silnic a dálnic ČR)

Distribuce: Pouze v elektronické podobě na [www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz)