



MINISTERSTVO DOPRAVY

Odbor liniových staveb a silničního správního úřadu

# **TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ**

## **Kapitola 29 ZVLÁŠTNÍ ZAKLÁDÁNÍ**

Schváleno: Ministerstvem dopravy, Odborem liniových staveb a silničního správního úřadu  
pod č. j. MD-43401/2023-930/2 ze dne 27. 12. 2023 s účinností od 1. 1. 2024 se současným zrušením  
znění této kapitoly TKP schváleného MD-OSI pod č. j. 1126/10-910-IPK/1 ze dne 16. 12. 2010

prosinec 2023

## OBSAH

<b>29.1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
29.1.1	Všeobecně.....	9
29.1.2	Názvosloví a zkratky .....	9
29.1.3	Systém zabezpečení kvality.....	11
<b>29.2</b>	<b>OBSAH DODÁVKY .....</b>	<b>11</b>
<b>29.3</b>	<b>KONTROLNÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>11</b>
<b>29.4</b>	<b>VYTYČENÍ STAVBY .....</b>	<b>12</b>
<b>29.5</b>	<b>SLEDOVÁNÍ OKOLNÍCH OBJEKTŮ .....</b>	<b>12</b>
<b>29.6</b>	<b>ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ.....</b>	<b>13</b>
29.6.1	Odsouhlasení prací.....	13
29.6.2	Převzetí prací.....	13
<b>29.7</b>	<b>EKOLOGIE.....</b>	<b>13</b>
29.7.1	Všeobecně.....	13
29.7.2	Provoz strojů.....	14
29.7.3	Skládkování .....	14
<b>29.8</b>	<b>BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA .....</b>	<b>14</b>
<b>A.</b>	<b>INJEKTÁŽE (Injektáž hornin a zemin a injektáž v tunelech).....</b>	<b>15</b>
<b>29A.1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>15</b>
29A.1.1	Všeobecně.....	15
29A.1.2	Systém zabezpečení kvality.....	15
29A.1.3	Obsah dodávky .....	15
29A.1.4	Vytýčení stavby.....	15
29A.1.5	Sledování okolních objektů.....	15
<b>29A.2</b>	<b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ .....</b>	<b>15</b>
29A.2.1	Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků).....	15
29A.2.2	Materiály k výrobě injekční směsi .....	16
29A.2.3	Injekční směsi .....	17
<b>29A.3</b>	<b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ .....</b>	<b>18</b>
29A.3.1	Všeobecně.....	18
29A.3.2	Místo provádění prací.....	18
29A.3.3	Údaje o strojích.....	18
29A.3.4	Vrtné práce .....	19
29A.3.5	Injekční směs .....	19
29A.3.6	Postupy injektáží .....	20
<b>29A.4</b>	<b>DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ.....</b>	<b>23</b>
29A.4.1	Všeobecně.....	23
29A.4.2	Cement .....	23
29A.4.3	Chemické látky, přísady a příměsi.....	23
29A.4.4	Kamenivo .....	23
29A.4.5	Bentonit .....	23
<b>29A.5</b>	<b>PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY.....</b>	<b>23</b>
29A.5.1	Všeobecně.....	23
29A.5.2	Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky .....	23
29A.5.3	Injekční směsi (suspenze, roztoky a malty).....	24

29A.5.4	Zkušební pole (předběžná zkouška) .....	24
29A.5.5	Jiné průkazní zkoušky .....	24
29A.5.6	Monitoring .....	24
29A.6	<b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, provozní A KONTROLNÍ ZKOUŠKY</b> .....	24
29A.6.1	Všeobecně.....	24
29A.6.2	Provozní zkoušky .....	24
29A.6.3	Kontrolní zkoušky .....	25
29A.7	<b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY</b> .....	25
29A.8	<b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ</b> .....	26
29A.9	<b>ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ</b> .....	26
29A.9.1	Odsouhlasení prací.....	26
29A.9.2	Převzetí prací.....	26
29A.10	<b>SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ</b> .....	26
29A.11	<b>EKOLOGIE</b> .....	26
29A.11.1	Všeobecně.....	26
29A.11.2	Provoz strojů .....	26
29A.11.3	Skládkování .....	26
29A.12	<b>BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA</b> .....	26
29A.13	<b>NORMY A PŘEDPISY</b> .....	27
29A.13.1	Citované normy .....	27
29A.13.2	Související kapitoly TKP .....	27
PŘÍLOHA 29A.P1	Provozní záznam o vrtání.....	28
PŘÍLOHA 29A.P2	Záznam o injektáži.....	29
PŘÍLOHA 29A.P3	Vodní tlaková zkouška.....	30
PŘÍLOHA 29A.P4	Měření parametrů injektážních směsí.....	31
<b>B.</b>	<b>KOTVY A MIKROPILOTY</b> .....	32
29B.1	<b>ÚVOD</b> .....	32
29B.1.1	Všeobecně.....	32
29B.1.2	Systém zabezpečení kvality.....	32
29B.1.3	Obsah dodávky .....	32
29B.1.4	Vytýčení stavby.....	32
29B.1.5	Sledování okolních objektů.....	32
29B.2	<b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ</b> .....	33
29B.2.1	Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků).....	33
29B.2.2	Injektované horninové kotvy .....	33
29B.2.3	Mikropiloty .....	36
29B.3	<b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ</b> .....	38
29B.3.1	Všeobecně.....	38
29B.3.2	Místo provádění prací .....	38
29B.3.3	Údaje o strojích.....	39
29B.3.4	Vrtné práce .....	39
29B.3.5	Výroba, přeprava a osazení táhel, výztuže .....	39
29B.3.6	Injektáž kořene kotvy a mikropiloty .....	40
29B.3.7	Napínání kotev .....	41
29B.3.8	Zaplnění výztužné a injektážní trubky.....	41
29B.3.9	Ochrana proti agresivitě prostředí .....	41

29B.3.10	Předtížené mikropiloty .....	41
29B.3.11	Ochrana před účinky bludných elektrických proudů .....	41
29B.4	<b>DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ.....</b>	<b>41</b>
29B.4.1	Všeobecně .....	41
29B.4.2	Ocel pro výztuž .....	42
29B.4.3	Ocelové profily .....	42
29B.4.4	Cement.....	42
29B.4.5	Chemické látky, přísady a příměsi.....	42
29B.4.6	Kamenivo.....	42
29B.5	<b>PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>42</b>
29B.5.1	Všeobecně .....	42
29B.5.2	Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky .....	42
29B.5.3	Průkazní zkoušky komponent kotev a mikropilot .....	43
29B.5.4	Zatěžovací zkoušky kotev.....	43
29B.5.5	Zatěžovací zkoušky mikropilot.....	44
29B.5.6	Jiné průkazní zkoušky.....	45
29B.5.7	Monitoring.....	45
29B.6	<b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, provozní A KONTROLNÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>45</b>
29B.6.1	Všeobecně .....	45
29B.6.2	Provozní zkoušky .....	45
29B.6.3	Kontrolní zkoušky .....	45
29B.7	<b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY .....</b>	<b>47</b>
29B.7.1	Přípustné odchylky u kotev.....	47
29B.7.2	Přípustné odchylky u mikropilot.....	48
29B.8	<b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ.....</b>	<b>48</b>
29B.9	<b>ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ .....</b>	<b>48</b>
29B.9.1	Odsouhlasení prací .....	48
29B.9.2	Převzetí prací .....	48
29B.10	<b>SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ .....</b>	<b>48</b>
29B.11	<b>EKOLOGIE .....</b>	<b>48</b>
29B.11.1	Všeobecně .....	48
29B.11.2	Provoz strojů .....	49
29B.11.3	Skládkování.....	49
29B.12	<b>BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA.....</b>	<b>49</b>
29B.13	<b>NORMY A PŘEDPISY .....</b>	<b>50</b>
29B.13.1	Citované normy.....	50
29B.13.2	Související kapitoly TKP a TP .....	50
29B.13.3	Související předpisy .....	51
PŘÍLOHA 29B.P1	<b>Záznam o vrtání kotvy .....</b>	<b>52</b>
PŘÍLOHA 29B.P2	<b>Záznam o kotvě .....</b>	<b>53</b>
PŘÍLOHA 29B.P3	<b>Předávací protokol kotvy .....</b>	<b>54</b>
PŘÍLOHA 29B.P4	<b>Záznam o vrtání mikropiloty .....</b>	<b>55</b>
PŘÍLOHA 29B.P5	<b>Záznam o mikropilotě .....</b>	<b>56</b>
PŘÍLOHA 29B.P6	<b>Předávací protokol mikropiloty.....</b>	<b>57</b>
C.	<b>TRYSKOVÁ INJEKTÁŽ.....</b>	<b>58</b>
29C.1	<b>ÚVOD .....</b>	<b>58</b>
29C.1.1	Všeobecně.....	58

29C.1.2	Systém zabezpečení kvality .....	58
29C.1.3	Obsah dodávky .....	58
29C.1.4	Vytýčení stavby .....	58
29C.1.5	Sledování okolních objektů .....	58
29C.2	<b>POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ .....</b>	<b>58</b>
29C.2.1	Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků).....	58
29C.2.2	Materiály k výrobě injekční směsi.....	58
29C.2.3	Jílové materiály .....	59
29C.2.4	Voda .....	59
29C.2.5	Přísady .....	59
29C.2.6	Příměsi .....	59
29C.2.7	Injekční směsi.....	59
29C.2.8	Výztuž.....	59
29C.3	<b>TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ.....</b>	<b>59</b>
29C.3.1	Všeobecně.....	59
29C.3.2	Místo provádění prací.....	60
29C.3.3	Údaje o strojích .....	60
29C.3.4	Vrtné práce .....	60
29C.3.5	Metody tryskové injektáže .....	60
29C.3.6	Provádění sloupů z tryskové injektáže .....	61
29C.3.7	Provádění lamel z tryskové injektáže a usměrněné TI .....	61
29C.3.8	Alternativní provádění tryskové injektáže.....	61
29C.3.9	Kalibrace.....	61
29C.3.10	Vyplavený materiál.....	61
29C.3.11	Ukládání výztuže .....	61
29C.4	<b>DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ.....</b>	<b>61</b>
29C.4.1	Ocel pro výztuž.....	62
29C.4.2	Ocelové profily.....	62
29C.4.3	Cement .....	62
29C.4.4	Chemické látky, přísady a příměsi .....	62
29C.5	<b>PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>62</b>
29C.5.1	Všeobecně.....	62
29C.5.2	Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky .....	62
29C.5.3	Monitoring.....	64
29C.6	<b>ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, Provozní A KONTROLNÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>64</b>
29C.6.1	Všeobecně.....	64
29C.6.2	Provozní zkoušky .....	64
29C.6.3	Kontrolní zkoušky.....	65
29C.7	<b>PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY .....</b>	<b>66</b>
29C.8	<b>KLIMATICKÁ OMEZENÍ .....</b>	<b>66</b>
29C.9	<b>ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ .....</b>	<b>66</b>
29C.9.1	Odsouhlasení prací.....	66
29C.9.2	Převzetí prací.....	67
29C.10	<b>SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ.....</b>	<b>67</b>
29C.11	<b>EKOLOGIE .....</b>	<b>67</b>
29C.11.1	Všeobecně.....	67
29C.11.2	Provoz strojů .....	67
29C.11.3	Skládkování .....	67

29C.12	BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA .....	67
29C.13	NORMY A PŘEDPISY .....	68
29C.13.1	Citované normy .....	68
29C.13.2	Související kapitoly TKP.....	68
PŘÍLOHA 29C.P1	Provozní záznam TI z automatického zapisovače dat.....	69
PŘÍLOHA 29C.P2	Protokol o zkoušce pevnosti v tlaku TI.....	70
<b>D.</b>	<b>HLOUBKOVÉ ZLEPŠOVÁNÍ ZEMIN (DEEP SOIL MIXING) .....</b>	<b>71</b>
29D.1	ÚVOD .....	71
29D.1.1	Všeobecně.....	71
29D.1.2	Systém zabezpečení kvality.....	71
29D.1.3	Obsah dodávky .....	71
29D.1.4	Vytýčení stavby.....	71
29D.1.5	Sledování okolních objektů.....	71
29D.2	POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ .....	71
29D.2.1	Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků).....	71
29D.2.2	Materiály k výrobě injekční směsi .....	72
29D.2.3	Výztuž.....	72
29D.3	TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ .....	72
29D.3.1	Všeobecně.....	72
29D.3.2	Místo provádění prací .....	73
29D.3.3	Údaje o strojích.....	73
29D.3.4	Metody hloubkového zlepšování zemin (tekutým pojivem).....	73
29D.3.5	Provádění sloupů hloubkovým zlepšováním zemin .....	74
29D.3.6	Ukládání výztuže .....	74
29D.4	DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ .....	74
29D.4.1	Ocel pro výztuž .....	75
29D.4.2	Ocelové profily .....	75
29D.4.3	Cement .....	75
29D.4.4	Chemické látky, přísady a příměsi.....	75
29D.5	PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY.....	75
29D.5.1	Všeobecně.....	75
29D.5.2	Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky .....	75
29D.5.3	Monitoring .....	77
29D.6	ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, provozní A KONTROLNÍ ZKOUŠKY.....	77
29D.6.1	Všeobecně.....	77
29D.6.2	Provozní zkoušky.....	77
29D.6.3	Kontrolní zkoušky .....	78
29D.7	PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY .....	80
29D.8	KLIMATICKÁ OMEZENÍ .....	80
29D.9	ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ.....	80
29D.9.1	Odsouhlasení prací .....	80
29D.9.2	Převzetí prací.....	80
29D.10	SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ.....	80
29D.11	EKOLOGIE.....	80
29D.11.1	Všeobecně.....	80
29D.11.2	Provoz strojů.....	80
29D.11.3	Skládkování.....	80

29D.12	BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA.....	80
29D.13	NORMY A PŘEDPISY .....	81
29D.13.1	Citované normy .....	81
29D.13.2	Související kapitoly TKP .....	81
PŘÍLOHA 29D.P1 Provozní záznam z hloubkového zlepšování zemin.....		82
E.	HLOUBKOVÉ ZHUTŇOVÁNÍ ZEMIN .....	83
29E.1	ÚVOD .....	83
29E.1.1	Všeobecně.....	83
29E.1.2	Systém zabezpečení kvality.....	83
29E.1.3	Obsah dodávky .....	83
29E.1.4	Vytýčení stavby.....	83
29E.1.5	Sledování okolních objektů.....	83
29E.2	POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ .....	83
29E.2.1	Kvalita stavebních výrobků (materiálů) .....	83
29E.2.2	Materiály .....	84
29E.2.3	Voda.....	84
29E.3	TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ .....	84
29E.3.1	Všeobecně.....	84
29E.3.2	Místo provádění prací .....	85
29E.3.3	Údaje o strojích.....	85
29E.3.4	Metody hloubkového zhutňování.....	85
29E.3.5	Zhutňovací práce.....	86
29E.4	DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ .....	87
29E.5	PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY .....	87
29E.5.1	Všeobecně.....	87
29E.5.2	Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky .....	87
29E.5.3	Štěrka, drcené kamenivo, recyklovaný materiál .....	88
29E.5.4	Zkušební pole – hloubkové vibrační zhutňování (vibroflotace) .....	88
29E.5.5	Zkušební pole – štěrkové pilíře .....	88
29E.5.6	Monitoring .....	89
29E.5.7	Jiné průkazní zkoušky .....	89
29E.6	ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY .....	89
29E.6.1	Všeobecně.....	89
29E.6.2	Kontrolní zkoušky – hloubkové vibrační zhutňování .....	89
29E.6.3	Kontrolní zkoušky – štěrkové pilíře.....	90
29E.7	PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY.....	91
29E.8	KLIMATICKÁ OMEZENÍ .....	91
29E.9	ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ.....	91
29E.9.1	Odsouhlasení prací .....	91
29E.9.2	Převzetí prací.....	91
29E.10	SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ .....	91
29E.11	EKOLOGIE.....	91
29E.11.1	Všeobecně.....	91
29E.11.2	Provoz strojů.....	91
29E.11.3	Skládkování .....	91
29E.12	BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA .....	91

<b>29E.13</b>	<b>NORMY A PŘEDPISY.....</b>	<b>92</b>
<b>29E.13.1</b>	<b>Citované normy .....</b>	<b>92</b>
<b>29E.13.2</b>	<b>Citované předpisy a dokumenty .....</b>	<b>92</b>
<b>29E.13.3</b>	<b>Související kapitoly TKP, TP .....</b>	<b>92</b>
<b>29E.13.4</b>	<b>Související předpisy a dokumenty .....</b>	<b>92</b>
<b>PŘÍLOHA 29E.P1</b>	<b>Zkušební pole – hloubkové vibrační zhutňování (vibroflotace) .....</b>	<b>93</b>
<b>PŘÍLOHA 29E.P2</b>	<b>Zkušební pole – štěrkové pilíře – popis metodiky provádění.....</b>	<b>94</b>
<b>PŘÍLOHA 29E.P3</b>	<b>Provozní záznam z hloubkového zhutňování .....</b>	<b>97</b>



## 29.1 ÚVOD

### 29.1.1 Všeobecně

- (1) Tato kapitola se musí vykládat a chápat ve smyslu ustanovení, definic, pokynů a doporučení uvedených v TKP 1. Použití TKP 29 je možné pouze společně s TKP 1. Přílohy TKP 29 mají stejnou závaznost jako text vlastní kapitoly
- (2) TKP jsou vydány pouze v elektronické podobě ve formátu .pdf (Portable Document Format) a jsou dostupné na [pjpk.rsd.cz](http://pjpk.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.
- (3) Pokud jsou v textu této kapitoly TKP uvedeny odkazy na legislativní dokumenty, ČSN, technické předpisy Ministerstva dopravy, interní předpisy Objednatele, případně jiné dokumenty, je uvedeno jejich základní označení s tím, že pro ně obecně platí dovětek „v platném znění“.
- (4) Tato kapitola TKP obsahuje požadavky na materiály, technologické postupy, zkoušení a převzetí výkonů a dodávek při provádění injektovaných prvků, kotev, mikropilot, tryskové injektáže, hloubkového zhutňování, šterkových pilířů a hloubkového zlepšování. Prostorovou polohu, členění, rozměry injektovaných prvků, kotev, mikropilot, tryskové injektáže, hloubkového zhutňování, šterkových pilířů a hloubkového zlepšování a použité materiály určuje dokumentace stavby (dále jen „dokumentace“), která musí být vypracována v souladu se Směrnicí pro dokumentaci staveb PK, touto kapitolou TKP a kapitolami souvisejícími.
- (5) 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 TKP nebo se jedná o ojedinělé technické řešení, stanoví Objednatel podmínky ve zvláštních technických kvalitativních podmínkách stavby (ZTKP).
- (6) V případě, že dokumentace stavby předepisuje nebo Zhotovitel navrhne použití jiných pracovních postupů a jiných technologií, než je uvedeno v této kapitole TKP, předloží Zhotovitel Objednateli / Správci stavby doklady charakterizující jeho metodu včetně Technologického předpisu. Technologické postupy výroby musí dosahovat alespoň takové podrobnosti, jakou stanovují uvedené normy a TKP a nesmí být v rozporu s jejich zásadami. Do dokumentace stavby mohou být zařazeny a na stavbě použity pouze se souhlasem Objednatele / Správce stavby.
- (7) Všechny typy injektáží, kotev, mikropilot, tryskové injektáže, hloubkového zhutňování, a hloubkového zlepšování se zhotovují podle dokumentace stavby a schválených technologických předpisů, případně s respektováním ZTKP. Zhotovitel je povinen předložit Technologický předpis ke schválení Objednateli / Správci stavby. Jsou-li požadovány jiné práce nebo použití jiných pracovních postupů a jiných technologií, které nejsou obsaženy ve výše uvedených evropských normách a TKP, je Zhotovitel povinen kromě Technologického předpisu předložit Technické a kvalitativní parametry těchto prací, pracovních postupů a technologií, podmínky pro přesnost jejich výroby v souladu s Přílohou č. 9 kapitoly 1 TKP, podmínky pro kontrolu jakosti a jejich dodací podmínky.
- (8) Tato kapitola TKP se týká následujících technologií speciálního zakládání staveb:
  - a) injektáže (Injektáž hornin a zemin a injektáž v tunelech), provedené v souladu s ČSN EN 12715,
  - b) mikropilot a horninových kotev, provedených v souladu s ČSN EN 14199 a ČSN EN 1537,
  - c) tryskové injektáže provedené v souladu s ČSN EN 12716,
  - d) hloubkového zlepšování zemin provedeného v souladu s ČSN EN 14679,
  - e) hloubkového zhutňování zemin vibrováním provedeného v souladu s ČSN EN 14731 a předražených šterkových pilířů.
- (9) Základové prvky zhotovené ražením spadají pod piloty. Jejich provádění se řídí TKP 16.
- (10) Požadavky na opravu a údržbu trvale obnažených částí mikropilot jsou pro betonové konstrukce uvedeny v TKP 18, pro ocelové konstrukce v příloze TKP 19.

### 29.1.2 Názvosloví a zkratky

#### 29.1.2.1 Názvosloví

- (1) Názvosloví použité v této kapitole je v souladu s definicemi a termíny uvedenými v ČSN EN 12715, ČSN EN 14199, ČSN EN 1537, ČSN EN 12716, ČSN EN 14731 a ČSN EN 14679, přičemž pro potřeby této kapitoly TKP jsou definovány následující termíny:

- a) Injektované horninové kotvy jsou stavební prvky, kterými se přenáší tahová síla ze stavebního objektu do horninového masivu. Stavebním objektem může být i část horninového masivu, která tvoří stavební dílo, např. tunel nebo zářez. Kotvy se skládají z kotevní hlavy, volné délky umožňující předpětí a kořenové délky přenášející tahovou sílu. Kořenová část kotvy se do horniny upíná pomocí injektáže. Kotvy se zpravidla aktivují napínáním. Injektované horninové kotvy se provádějí jako dočasné s životností do 2 let, dočasné s prodlouženou životností do 7 let a trvalé s životností překračující 2 roky. Liší se zejména způsobem antikorozní ochrany jednotlivých částí kotvy. Táhlo je standardně z oceli.
- b) Vrtané mikropiloty jsou stavební prvky s průměrem menším než 300 mm, kterými se přenáší tlaková nebo tahová síla, výjimečně i příčná síla a ohybový moment nebo jejich kombinace ze stavebního objektu do horninového masivu. Používají se k omezení deformací nadzákladové konstrukce či jako konstrukční prvky pro vytváření mikropilotových stěn. Nosný prvek je standardně z oceli a tvoří jej buď trubní výztuž, tyčová výztuž anebo armokoš. Pata mikropiloty může být rozšířena. Pro zvýšení vnější únosnosti se mikropiloty často injektují. Mikropiloty se provádějí jako dočasné s životností do 2 let, dočasné s prodlouženou životností do 7 let a trvalé s životností překračující 2 roky. Liší se zejména způsobem antikorozní ochrany mikropiloty.
- c) Trysková injektáž (jet grouting) je technologií (procesem) hydraulického rozrušení zeminy nebo skalní horniny, kterého je dosaženo tryskáním kapaliny o vysoké energii, jež může být sama cementačním činidlem, a současném smícháním a částečném nahrazení cementovou směsí za účelem vytvoření prvku z trykové injektáže, po zatvrdnutí hydraulického pojiva.
- d) Geotechnicky ekvivalentní zóna je skupina vrstev zeminy, zřetelně odlišená od sousedních zón, která může být upravena jednotnou sadou parametrů trykové injektáže.
- e) Hloubkové zlepšování zemin (deep soil mixing) se provádí mechanickým rozrušováním zemin při využití hlavně vertikálního pohybu rotační mísicí jednotky a zavedením pojiva, které je se zeminou homogenizováno během zapouštění a/nebo vytahování. Hloubkové zlepšování se může provádět suchým nebo tekutým pojivem. Použití hloubkového zlepšování suchým

pojivem je z důvodu geologické skladby České republiky málo časté, a proto není v této kapitole TKP řešeno.

- f) Šterkové pilíře jsou prvky, které jsou vyrobeny z kameniva vibrováním nebo předrážením. Pokud kamenivo v pilíři není zhutněno, pak tento prvek plní pouze drenážní funkci.

#### 29.1.2.2 Zkratky

- a) BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- b) BRN – Počet otáček bříty
- c) CHA – Cross hole analyzer (Kontrola integrity ultrazvukem)
- d) DSPS – Dokumentace skutečného provedení stavby
- e) ETAG – European Technical Approval Guidelines
- f) CHKO – Chráněná krajinná oblast
- g) KZP – Kontrolní a zkušební plán
- h) MLT – Statická zatěžovací zkouška se stupňovitým zatížením
- i) MP SJ-PK – Metodický pokyn Systém jakosti v oboru pozemních komunikací
- j) OP – Obchodní podmínky
- k) PDPS – Projektová dokumentace pro provádění stavby
- l) PIT – Pile Integrity Test
- m) POV – Plán organizace výstavby
- n) RDS – Realizační dokumentace stavby
- o) SIT – Sonic integrity test
- p) STO – Stavebně technického osvědčení
- q) TEP – Technologický postup
- r) TePř – Technologický předpis
- s) TKP – Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací
- t) TP – Technické podmínky (číselná řada MD)
- u) VTZ – Vodní tlaková zkouška
- v) ZDS – Zadávací dokumentace pro zadání stavby pozemní komunikace
- w) ZOP – Zvláštní obchodní podmínky
- x) ZTKP – zvláštní technické kvalitativní podmínky (doplnění TKP pro konkrétní stavbu).

### 29.1.3 Systém zabezpečení kvality

#### 29.1.3.1 Všeobecně

- (1) Zhotovitel musí prokázat způsobilost pro zajištění kvality při výrobě a dopravě výrobků, stavebních materiálů a směsí a při provádění a opravách injektáže (injektáž hornin a zemin a injektáž v tunelech), mikropilot a horninových kotev, tryskové injektáže, hloubkového zlepšování zemin, hloubkového zhutňování zemin podle metodického pokynu Systém jakosti v oboru pozemních komunikací MP SJ-PK a v souladu s čl. 1.4 TKP 1 a ČSN EN 12715, ČSN EN 14199, ČSN EN 1537, ČSN EN 12716, ČSN EN 14731 a ČSN EN 14679.
- (2) Zhotovitel dále musí prokázat způsobilost v oblasti zkušebnictví (laboratorní činnosti) podle MP SJ-PK, část II/3 a podle TKP 1.

#### 29.1.3.2 Zajištění kvality

- (1) Kvalita při výrobě a dopravě výrobků, stavebních materiálů a směsí a při provádění a opravách injektáže (injektáž hornin a zemin a injektáž v tunelech), mikropilot a horninových kotev, tryskové injektáže, hloubkového zlepšování zemin, hloubkového zhutňování zemin je považována za zajištěnou, jsou-li v praxi splněny požadavky SJ-PK, čl. 1.4 TKP 1, Obchodních podmínek staveb PK (OP), ZDS a příslušných ustanovení této kapitoly TKP.

#### 29.1.3.3 Způsobilost Zhotovitele

- (1) Požadavky na způsobilost Zhotovitele a způsoby prokazování a dokladování jsou stanoveny v čl. 1.4.1 TKP 1.
- (2) Zhotovitel/ Podzhotovitel musí před zahájením prací (a/nebo v termínu určeném Objednatel / Správcem stavby) prokázat způsobilost pracovníků, strojního zařízení, skladování, dopravy, zkušeben, kontrolního systému, systému řízení výroby a dalších činností, které mohou ovlivnit stálou kvalitu činností při provádění injektáže (injektáž hornin a zemin a injektáž v tunelech), mikropilot a horninových kotev, tryskové injektáže, hloubkového zlepšování zemin, hloubkového zhutňování zemin tak i výrobu a dopravu výrobků, stavebních materiálů a směsí v souladu se ZDS, požadavky TKP 1 a následujícími požadavky:
  - a) Speciální oprávnění je požadováno pro realizaci trvalých kotev podle ČSN EN 1537.

#### 29.1.3.4 Technologické předpisy v systému kvality Zhotovitele

- (1) V dokumentaci systému kvality musí být stanoveno následné předložení technologických

předpisů (TePř) konkretizovaných na dané podmínky výroby a dopravy výrobků, stavebních materiálů a směsí a na podmínky staveb pozemních komunikací z injektáže (injektáž hornin a zemin a injektáž v tunelech), mikropilot a horninových kotev, tryskové injektáže, hloubkového zlepšování zemin, hloubkového zhutňování zemin, které zároveň vyhovují ZDS pro konkrétní objekty a stavbu.

## 29.2 OBSAH DODÁVKY

- (1) Práce prováděné podle této kapitoly TKP obsahují dodávku všech potřebných materiálů, mechanismů, zařízení a pracovníků Zhotovitele a provedení všech úkonů nutných k injektáži, k tryskové injektáži, k provedení kotev, mikropilot, hloubkového zhutňování zemin, a hloubkového zlepšování zemin, včetně předepsaných zkoušek podle dokumentace stavby a příslušných norem, v souladu s touto kapitolou a TKP 1.

## 29.3 KONTROLNÍ ZKOUŠKY

- (1) Kontrolní zkoušky jsou zkoušky stavebních materiálů, směsí, výrobků a hotových konstrukcí nebo jejich částí a zajišťuje je Zhotovitel za účelem zjištění a prokázání, že jejich vlastnosti odpovídají smluvním požadavkům, dokladům o shodě a průkazním zkouškám. Vlastní odběry a zkoušky, zajišťované Objednatel / Správcem stavby, se řídí TKP 1 a TKP 18. Pro Kontrolní zkoušky Zhotovitele platí ustanovení o provádění zkoušek uvedená v TKP 1 a TKP 18.
- (2) V průběhu a po dokončení prací se ověřuje dosažení technických a kvalitativních parametrů, které jsou předepsány Dokumentací stavby, TKP, nebo určeny průkazními zkouškami. Zajištění těchto zkoušek je povinností Zhotovitele. Originály protokolů s výsledky zkoušek a jejich vyhodnocení předkládá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby.
- (3) Zhotovitel musí před zahájením prací vypracovat Kontrolní a zkušební plán a předložit jej Objednateli / Správci stavby ke schválení. Kontrolní a zkušební plán je součástí plánu kvality na stavbu, případně součástí Technologického předpisu. V případě, je-li Kontrolní a zkušební plán v rozporu s TKP, platí požadavky TKP.
- (4) Kontrolní zkoušky musí provádět laboratoř se způsobilostí podle MP SJ-PK, část II/3, přičemž Objednatel / Správce stavby určí rozsah zkoušek, které může provést laboratoř závislá na Zhotoviteli stavby.
- (5) Výsledky kontrolních zkoušek musí Zhotovitel předkládat Objednateli / Správci stavby průběžně bez prodlení.

- (6) Protokoly zkoušek se evidují v laboratorním deníku nebo jiné průkazné evidenci a jsou součástí dokladů pro odsouhlasení a převzetí prací. Evidence dokladů o zkouškách je věcí laboratoře. Protokoly musí být průkazné a věrohodné, vylučující jakékoliv dodatečné změny, a musí obsahovat odkaz na přiznanou způsobilost ve smyslu části II/3 MP SJ-PK.
- (7) Objednatel / Správce stavby a jím pověřené osoby mají kdykoliv přístup do laboratoří, na staveniště, do skladů a výroben Zhotovitele za účelem kontroly správnosti odběru vzorků, kontroly zkoušek a měření. Objednatel / Správce stavby je oprávněn od laboratoře Zhotovitele vyžadovat, případně si pořizovat, kopie záznamů o průběhu zkoušek nebo měření. Zhotovitel je povinen čas a místo konání zkoušky nebo měření Objednateli / Správci stavby včas oznámit, a to minimálně 24 hodin předem, pokud se individuálně nedohodnou na kratší lhůtě. Jestliže se Objednatel / Správce stavby k odběru nebo zkoušce nedostaví, může Zhotovitel zkoušku přesto provést, nedostal-li od Objednatele / Správce stavby jiný pokyn. Zhotovitel pak předá Objednateli / Správci stavby výsledky zkoušky nebo měření písemně a má se za to, že byly provedeny za účasti Objednatele / Správce stavby. Jestliže má Objednatel / Správce stavby v odůvodněných případech pochybnosti o správnosti provedení kontrolní zkoušky nebo o jejím výsledku, může požadovat na Zhotoviteli její opakování. Dále si Objednatel / Správce stavby může vyžádat na Zhotoviteli zajištění většího počtu kontrolních zkoušek, než určují TKP za účelem přesnějšího ověření požadované kvality. Jestliže tyto dodatečné zkoušky prokáží, že zkoušené technologické zařízení, materiály nebo práce nejsou v souladu se Smlouvou, náklady na provedení těchto zkoušek hradí Zhotovitel. V opačném případě náklady na tyto zkoušky hradí Objednatel / Správce.
- (8) Není-li Objednatel / Správce stavby přesvědčen o hodnověrnosti výsledků kontrolních zkoušek prováděných Zhotovitelem nebo jsou pochybnosti o jakosti stavebních prací, může si provádět své kontrolní (ověřovací) zkoušky ve vlastní zkušebně nebo je zajistit v jiné způsobilé a nezávislé zkušebně. Pokud výsledky těchto zkoušek mluví v neprospěch Zhotovitele, musí příslušný materiál nebo provedenou práci Zhotovitel odstranit nebo dalšími zkouškami a podklady prokázat, že vyhovují požadavkům Smlouvy nebo požádat Objednatele / Správce stavby o provedení rozhodčích zkoušek. Zkoušky zajišťované Objednatel / Správce stavby nezavazují Zhotovitele žádných závazků vyplývajících ze Smlouvy a nezapočítávají se do počtu požadovaných kontrolních zkoušek Zhotovitele.
- (9) Jestliže přezkoumáním, kontrolou, měřením nebo zkoušením Objednatel / Správce stavby zjistí, že některá technologická zařízení, práce nebo materiál vykazují vady nebo jinak neodpovídají smluvním dokumentům a tato technologická zařízení, práce nebo materiál byly Objednatel / Správce stavby odmítnuty a následně byly Zhotovitelem odstraněny tak, aby odpovídaly Smlouvě, může Objednatel / Správce stavby požadovat, aby byla tato technologická zařízení, práce nebo materiál znovu za stejných podmínek zkoušena. Náklady na tyto opakované zkoušky nese Zhotovitel.

## 29.4 VYTYČENÍ STAVBY

- (1) Objednatel předá Zhotoviteli při předání Staveniště stabilizované body primární vytyčovací sítě a vytyčení obvodu Staveniště ve shodě s dokumentací stavby. Pro vytyčení Staveniště platí ustanovení čl. 1.8.4. TKP 1. Zhotovitel předané vytyčení zajistí tak, aby byl schopen provést injektáže, tryskové injektáže, kotvy, mikropiloty, hloubkové zhutňování zemin a hloubkové zlepšování zemin v tolerancích uvedených v čl. 16.6 této kapitoly TKP.
- (2) Za výškové a směrové umístění pracovních plošin, šablon, vodicích zídek, jednotlivých pilot a podzemních stěn zodpovídá Zhotovitel.

## 29.5 SLEDOVÁNÍ OKOLNÍCH OBJEKTŮ

- (1) Před zahájením stavebních prací předá Objednatel Zhotoviteli pasportizaci okolních objektů, které by mohly být vlivy prací prováděných při injektáži, tryskové injektáži a při provádění kotev, mikropilot, hloubkového zhutňování zemin a hloubkového zlepšování zemin postíženy. Způsob a rozsah pasportizace stanoví dokumentace stavby. Pasportizace se provádí podrobným popisem, fotografickou a/nebo grafickou dokumentací, videozáznamem nebo jiným vhodným způsobem se stejnou nebo vyšší vypovídací schopností. Na dokumentovaných charakteristických poruchách, jimiž jsou např. pukliny a trhliny, sleduje Zhotovitel případný obnovený pohyb a jeho časový průběh způsobem odsouhlaseným Objednatel / Správce stavby. Pokud pasportizace není součástí dokumentace stavby, rozhodne o rozsahu a způsobu pasportizace objektů Objednatel / Správce stavby. Dokumentace pasportizace musí být jednoznačně označena datem jejího zhotovení a signovaná účastníky.
- (2) V opodstatněných případech, zejména při použití technologií vyvolávajících dynamické a seismické účinky (vibrování, beranění, dlátování, trhací práce), určuje dokumentace stavby pomocí kritérií obsažených v ČSN EN 1998-1 minimální vzdálenost, při které nedojde k ohrožení staveb. Pokud to není

možné, určí dokumentace stavby způsob monitorování těchto účinků za účelem jejich omezení tak, aby vlivem těchto účinků nedošlo k ohrožení objektů.

- (3) Vliv výstavby na okolní objekty během prací sleduje Zhotovitel a kontroluje Objednatel / Správce stavby. Četnost a způsob sledování určuje dokumentace stavby. O sledování se provádějí písemné záznamy způsobem odsouhlaseným Objednatel / Správce stavby. V případě náročných staveb se doporučuje zřízení Rady monitoringu (RAMO), která jakožto odborný orgán hodnotí uvedené vlivy a podává doporučení Objednateli / Správci stavby k dalšímu postupu.
- (4) V případě provádění injecktáže, tryskové injecktáže v zóně ohrožení zvláště citlivých staveb a konstrukcí nebo podzemních i nadzemních staveb, je Zhotovitel povinen zajistit sledování objektů u nezávislé právnické nebo fyzické osoby se způsobilostí podle Metodického pokynu k SJ-PK II/3, která musí být odsouhlasena Objednatel / Správce stavby.

## **29.6 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **29.6.1 Odsouhlasení prací**

- (1) Pro odsouhlasení prací obecně platí ustanovení TKP 1.

### **29.6.2 Převzetí prací**

- (1) Pro převzetí prací obecně platí ustanovení TKP 1. Převzetí prací se provádí pro celé dílo nebo pro jeho sekce ve shodě s požadavkem Objednatele, který je uveden ve Smlouvě.
- (2) K převzetí prací je ze strany Zhotovitele vždy třeba předložit doklady stanovené v čl. 1.7.2 TKP 1, případně další doklady stanovené v ZTKP, pokud nebyly předány již v průběhu prací, zejména:
- a) kompletní RDS – dokumentace s vyznačením všech provedených změn,
  - b) DSPS, pokud ji zpracovával Zhotovitel,
  - c) speciální doklady uvedené ve Smlouvě a doklady podle specifikace jednotlivých prací, které jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách TKP,
  - d) zápisy o odsouhlasení následně zakrytých nebo nepřístupných prací, konstrukcí nebo zařízení Objednatel / Správce stavby,
  - e) zápisy a protokoly o zkouškách, měřeních, odzkoušení smontovaných zařízení,
  - f) výsledky zatěžovacích zkoušek,
  - g) dokumentaci prokazující kvalitu použitých výrobků (materiálů, dílců a konstrukcí), tj. kopie Prohlášení o shodě, certifikátů

a dalších dokladů o posouzení shody výrobků, včetně výsledků a hodnocení zkoušek,

- h) ověřenou geodetickou část DSPS, která byla v předstihu předána ke kontrole úředně oprávněnému zeměměřičskému inženýrovi Objednatele / Správce stavby ve smyslu § 13 zákona č. 200/1994 Sb. (o správnosti úředně oprávněný zeměměřický inženýr Objednatele / Správce stavby vydá protokol, který bude součástí převzetí díla nebo sekce), výsledky kontrolních měření, měření posunů a přetvoření,
- i) stavební deníky,
- j) zprávy Zhotovitele o hodnocení jakosti pro jednotlivé samostatné funkční celky společně se stanoviskem/vyhodnocením správnosti a úplnosti Objednatel / Správce stavby,
- k) všechny další doklady, které Objednatel / Správce stavby požadoval v průběhu stavby.

## **29.7 EKOLOGIE**

### **29.7.1 Všeobecně**

- (1) Při provádění stavby musí Zhotovitel dodržovat požadavky všech předpisů týkajících se životního prostředí. Ustanovení příslušných předpisů se musí uplatnit při skladování materiálů, jejich manipulaci, provádění všech stavebních i montážních prací a při nakládání s odpady.
- (2) Zásady ochrany životního prostředí se řídí obecnými právními předpisy, obecnými ustanoveními TKP 1 (čl. Životní prostředí), ustanoveními stavebního povolení a rozhodnutími ostatních orgánů státní správy. Při pracích prováděných podle této kapitoly TKP je třeba brát zřetel na charakter prací spojený s významnými zásahy do horninového prostředí. Práce prováděné v oblastech se zvláštním režimem (národní park, CHKO, pásma hygienické ochrany vodních zdrojů, lázní a zřídél atp.) se kromě obecných předpisů řídí ustanoveními příslušných státních orgánů, vydávajících pro dané práce povolení. Omezení ve stavební činnosti nebo způsobu provádění prací jsou součástí dokumentace stavby. Zhotovitel je povinen se těmito omezeními řídit. Objednatel / Správce stavby kontroluje dodržování předepsaných omezení.
- (3) Zhotovitel provádí výběr technologie mimo jiné s ohledem na požadavky na ochranu životního prostředí a zejména v exponovaných lokalitách volí technologie méně zatěžující okolí hlukem, prachem, emisemi spalovacích motorů a dynamickými účinky. Materiály a hmoty, které budou trvale nebo dočasně ve styku

s horninovým prostředím a podzemní a povrchovou vodou, musí splňovat požadavky uvedené v čl. 16.2 TKP 16. Jejich součástí jsou též certifikáty (doklady) o hygienické nezávadnosti materiálu, které jsou součástí dodávky prací.

#### **29.7.2 Provoz strojů**

- (1) Podmínky provozu strojů na stavbě se řídí obecnými právními předpisy a ustanoveními TKP 1. Stroje a zařízení musí být v dobrém technickém stavu, nesmí z nich unikát pohonné hmoty a maziva, nesmí produkovat nadměrné množství výfukových zplodin. Stroje musí být vybaveny zařízením proti nadměrné hlučnosti a prašnosti. Přípustnou hladinu hluku stanovuje stavební povolení podle hygienických předpisů v závislosti na prostředí, v němž se práce provádějí. Protihluková a protiprachová zařízení nesmí být vyřazena z činnosti. Vozidla vyjíždějící na veřejná prostranství a komunikace musí být řádně očištěna.
- (2) Za stav použitých mechanismů, jejich provoz a dodržování předpisů na ochranu životního prostředí odpovídá Zhotovitel.

#### **29.7.3 Skládání**

- (1) Skládání vývrtku, výkopku a odpadů vzniklých při výrobě injektáže, kotev, mikropilot, tryskové injektáže, hloubkového zhuňování zemin a hloubkového zlepšování zemin se řídí obecnými právními předpisy (zákon č. 541/2020 Sb., ČSN 83 8030) a ustanoveními TKP 1.

### **29.8 BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA**

- (1) Požadavky na bezpečnost práce a technických zařízení, jakož i na požární ochranu obecně, stanovuje TKP 1. Podle charakteru stavby (objektu) je nutné na každé stavbě zajistit ochranu zdraví a bezpečnost pracovníků a provést příslušná školení bezpečnosti práce podle profesí na stavbě. Zhotovitel je povinen vydat podmínky pro bezpečnost zdraví a hygienu práce při provádění a přepravě, skladování a používání příslušných materiálů a seznámit s nimi všechny pracovníky.
- (2) Na staveništi musí být k dispozici technické nebo bezpečnostní listy pro všechny typy používaných stavebních hmot s uvedením jejich zdravotní bezpečnosti, resp. postupu při kontaminaci očí či pokožky nebo vdechnutí.
- (3) Na pracovišti musí být k dispozici prostředky pro poskytování první pomoci a ruční hasicí přístroje. Funkce koordinátora BOZP musí být na každou stavbu určena v souladu s ustanoveními TKP 1.

## **A. INJEKTÁŽE (INJEKTÁŽ HORNIN A ZEMIN A INJEKTÁŽ V TUNELECH)**

### **29A.1 ÚVOD**

#### **29A.1.1 Všeobecně**

- (1) Tato část kapitoly 29 obsahuje požadavky Objednatele stavby na materiály, technologické postupy, zkoušení a převzetí výkonů a dodávek při injektáži skalních hornin, zemin a injektáží v tunelech a dále pro injektáž kamenného, příp. cihelného zdiva. Platí i pro provádění oprav a údržbu konstrukcí pomocí injektáže. Injektáže se provádějí za účelem zlepšení geotechnických vlastností hornin, zlepšení jejich pevnostních a deformačních vlastností, zvýšení vodotěsnosti, vytvoření kontaktu podzemního díla s okolní horninou, pro zlepšení únosnosti pilot v málo únosných horninách a pro kompenzování deformací horninového tělesa vzniklých v důsledku ražby podzemních děl.
- (2) Stanovení druhu injektáže skalních hornin, zemin a injektáže v tunelech, jejich prostorové polohy, členění a rozměrů, jakož i kvality materiálu určuje dokumentace stavby, která musí být vypracována v souladu se Směrnicí pro dokumentaci staveb pozemních komunikací a touto kapitolou TKP.
- (3) Část A TKP 29 se týká realizace injektáže skalních hornin, hrubozrnných (nesoudržných) a jemnozrnných (soudržných) zemin a injektáže v tunelech prováděných podle ČSN EN 12715 Provádění speciálních geotechnických prací – Injektáže a technologických předpisů Zhotovitele schválených Objednatelem. Injektáží kořene kotev a mikropilot se zabývá část B této kapitoly TKP, tryskovou injektáží se zabývá část C této kapitoly TKP.
- (4) Všechny typy injektáže se provádějí podle dokumentace a technologického předpisu Zhotovitele schválených Objednatelem / Správcem stavby. Technologické postupy výroby musí dosahovat alespoň takové úrovně, jakou stanovují uvedené normy a tato část TKP a nesmí být v rozporu s jejich zásadami. Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby doklady charakterizující jeho metodu včetně technologického předpisu. Do realizační dokumentace mohou být zařazeny a na stavbě použity pouze se souhlasem Objednatele / Správce stavby.
- (5) Injektované skalní horniny, jemnozrnné (soudržné) a hrubozrnné (nesoudržné) zeminy nejsou obvykle trvale odhaleny. Požadavky na opravy a údržbu trvale neodhalených konstrukcí z injektovaných hornin se proto nestanovují. V případě požadavku na trvalé odhalení částí injektovaných skalních hornin a zemin musí být

na jejich údržbu a opravu vypracovány ZTKP a následně dokumentace a/nebo technologický předpis. U trvale odhaleného injektovaného betonu a kamenného a cihelného zdiva jsou požadavky na opravy a údržbu uvedeny pro betonové konstrukce v TKP 31, pro zdivo v ZTKP.

#### **29A.1.2 Systém zabezpečení kvality**

- (1) Požadavky na systém zabezpečení kvality jsou uvedeny v čl. 29.1.3 této kapitoly TKP.

#### **29A.1.3 Obsah dodávky**

- (1) Požadavky na obsah dodávky jsou uvedeny v čl. 29.2 této kapitoly TKP.

#### **29A.1.4 Vytýčení stavby**

- (1) Požadavky na vytýčení stavby jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### **29A.1.5 Sledování okolních objektů**

- (1) Požadavky na sledování okolních objektů jsou uvedeny v čl. 29.4 této kapitoly TKP.

### **29A.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ**

#### **29A.2.1 Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků)**

- (1) Popis a kvalita veškerého materiálu, který se stane trvalou součástí předmětu díla, jsou stanoveny:
  - v technologickém předpisu Zhotovitele (TePř),
  - v ČSN EN 12715,
  - v dokumentaci stavby se specifikací v realizační dokumentaci, resp. ve výrobně-technické dokumentaci výrobce,
  - v této kapitole TKP, případně v dalších souvisejících kapitolách,
  - v příslušných TP ministerstva dopravy,
  - v TEP výrobce/dovozce jednotlivých výrobků.
- (2) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity k injektáži, předloží Zhotovitel Objednateli ke schválení (viz čl. 7.2 Obchodních podmínek) a zároveň doloží doklady o posouzení shody ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění nebo ověření vhodnosti ve smyslu MP SJ-PK část II/5 a to:
  - a) „Prohlášením o shodě“ vydaným výrobcem / dovozcem / zplnomocněným zástupcem v případě výrobků, na které se vztahuje nařízení vlády č.163/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů;
  - b) „Prohlášením o vlastnostech“ vydaným výrobcem v případě stavebních výrobků označovaných CE, na které se vztahuje přímo použitelný předpis EU (Nařízení

Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011);

- c) „Prohlášením shody“ vydaným výrobcem/dovozcem nebo „Certifikát“ vydaný certifikačním orgánem. Oba tyto dokumenty jsou vydané v souladu s platným MP SJ-PK část II/5 v případě „ostatních výrobků“.

- (3) Pokud je to v ZTKP požadováno, pak k prohlášením/certifikátům výrobků ve smyslu písm. a) až d) čl. 1.4.4.1 TKP 1 musí být přiloženy příslušné protokoly o zkouškách, dále protokoly o certifikaci obsahující posouzení splnění požadovaných parametrů dle této kapitoly TKP, ZDS a případných dalších a/nebo změněných (zejména zvýšených) požadavků dle ZOP/ZTKP. Není-li tento požadavek v ZDS uveden, může dodatečné předložení protokolu o certifikaci / posouzení shody / ověření stálosti vlastností požadovat Objednatel / Správce stavby i v průběhu stavby.
- (4) Průkazní zkoušky materiálů, které nejsou Výrobkem ve smyslu zákona č. 102/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a výrobků, které nejsou stanoveným výrobkem ve smyslu § 12 zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, musí být provedeny laboratorně se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3.
- (5) Souhlas k použití výrobků, stavebních materiálů a směsí jiných, než určených v ZDS dává Objednatel / Správce stavby po předložení příslušných dokladů (požadovaných ve výše uvedených odstavcích) Zhotovitelem stavby. Veškeré změny oproti ZDS se řeší dle OP.
- (6) Neschválené výrobky, stavební materiály, směsi a konstrukční prvky nesmějí být skladovány ani dočasně složeny na staveništi
- (7) Zkoušky stavebních výrobků předepsané v této kapitole TKP musejí být v procesu prokazování shody/vhodnosti respektovány.

## 29A.2.2 Materiály k výrobě injekční směsi

### 29A.2.2.1 Hydraulická pojiva a cementy

- (1) Hydraulická pojiva zahrnují všechny cementy a podobné hmoty používané ve vodních suspenzích pro výrobu injekčních směsí.
- (2) Při výběru typu hydraulického pojiva nebo směsi se musí zvážit křivka zrnitosti pojiva ve vztahu k rozměrům diskontinuit nebo porů injektovaného prostředí.
- (3) Cement musí odpovídat ČSN EN 197-1 ed. 2 a ČSN EN 197-2; metody zkoušení cementů podléhají ČSN EN 196-1. Vlastnosti a metody zkoušení specifické pro provádění injekčních prací, rozdílné od uvedených citovaných norem, podléhají normě ČSN EN 12715.

- (4) Požadovaná kvalita jemně mletého cementu musí být uvedena v dokumentaci nebo ji stanoví technologický předpis Zhotovitele.

### 29A.2.2.2 Jílové materiály

- (1) Přírodní jíly, aktivované nebo modifikované bentonity nebo jiné průmyslově vyráběné jíly se mohou míchat do cementových směsí s cílem snížení odstoje a filtrace pod tlakem, úpravy viskozity a koheze směsi nebo zlepšení čerpatelnosti směsi.
- (2) U používaných jíků má být známo jejich mineralogické složení, velikost zrn, vlhkost a konzistenční meze podle Atterberga. Dává se přednost průmyslově vyráběným jíům. Pokud s jílovými materiály, které se mají použít do injekční směsi, nejsou zkušenosti, je nutné provést zhodnocení jejich vlivu na směs.
- (3) *Bentonit* je jíl obsahující jílový minerál montmorillonit, který s vodou zvětšuje mnohonásobně svůj objem a má výrazné tixotropní vlastnosti. Jeho složení a vlastnosti jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.
- (4) *Tumerit* je jíl illitického typu (váže podstatně menší množství vody než bentonit). Jeho složení a vlastnosti jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.

### 29A.2.2.3 Písky, štěrky a plniva

- (1) Písek, štěrk a ostatní plniva jsou používány v cementových injekčních směsích nebo jílových suspenzích jako výplňový materiál nebo prostředek k úpravě konzistence injekční směsi, zvýšení jejího odporu proti vymývání nebo zlepšení mechanické pevnosti a tuhosti.
- (2) Přírodní písky a ostatní plniva nesmí obsahovat žádné škodlivé složky. Musí být u nich známa jejich granulometrická křivka.

### 29A.2.2.4 Voda

- (1) Voda pro injekční směs musí odpovídat ČSN EN 1008.

### 29A.2.2.5 Chemické látky a přísady

- (1) Chemické sloučeniny mohou být pro injekční práce používány pouze tehdy, jestliže vyhovují předpisům v oblasti ochrany životního prostředí. Při jejich použití se musí zvážit vliv všech látek vznikajících reakcí chemikálií obsažených v injekční směsi s ostatními komponenty směsi nebo s injektovaným prostředím.
- (2) Přísady jsou sloučeniny přidávané v malých množstvích během míchání směsi s cílem upravit jejich vlastnosti a dosáhnout požadované parametry směsi, jako je viskozita, doba tuhnutí, stabilita, pevnost, odpor, soudržnost a propustnost po zabudování. Přísady do směsi, jako jsou superplastifikátory, přísady zabraňující odlučování vody, provzdušňovací přísady a další musí odpovídat



ČSN EN řady 934 a jejich zkoušení musí odpovídat ČSN EN řady 480.

- (3) Složení a vlastnosti jednotlivých chemických látek použitých do chemických injekčních směsí jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.

#### 29A.2.2.6 Další materiály

- (1) Pucolány a popílek z tepelných elektráren nebo jiné inertní nebo reaktivní složky lze použít do injekčních směsí pouze za předpokladu, že jsou vzájemně chemicky kompatibilní a splňují požadavky na ochranu životního prostředí. Složení a vlastnosti jednotlivých složek použitých do injekčních směsí jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.

### 29A.2.3 Injekční směsi

#### 29A.2.3.1 Všeobecně

- (1) Injekční směsi se rozdělují na:
- roztoky: pravé a koloidní roztoky
  - suspenze: zrnité a koloidní suspenze,
  - malty.
- (2) Hlavní parametry, které definují vlastnosti injekčních směsí před a po tuhnutí jsou uvedeny v tabulce A1.

#### 29A.2.3.2 Suspenze

- (1) Suspenze<sup>1</sup> jsou charakterizovány:
- granulometrickým složením pevných částic,
  - poměrem obsahu voda/pevné částice,
  - rychlostí sedimentace a odstojení vody,
  - schopností udržet vodu při filtraci pod tlakem,
  - reologickými vlastnostmi a změnou chování suspenze v čase.

#### 29A.2.3.3 Roztoky

- (1) U roztoků se musí věnovat zvláštní pozornost:
- toxicitě jednotlivých složek směsí na bázi pryskyřic,
  - nebezpečí rozředění injekční směsí v podzemní vodě,
  - toxicitě jakýchkoliv látek, které se mohou uvolňovat do podzemní vody, pokud není dosaženo plné chemické reakce nebo je tato ovlivněna horninou,
  - možnosti bujení bakterií při použití organosilikátových gelů,
  - nestabilitě některých typů silikátových injekčních směsí s časem,
  - vlivu synereze na vlastnosti injektované horniny a na okolní prostředí.

- (2) Pryskyřice se běžně používají v podmínkách uvedených v tabulce A2.

**Tabulka A1**

	Roztoky	Suspenze	Malty
Před tuhnutím	Doba tuhnutí, hustota, pH, povrchové napětí, doba zpracovatelnosti, doba potřebná k vytvoření povlaku, doba gelace, viskozita, koheze, tixotropie	Doba tuhnutí, hustota, pH, křivka zrnitosti, viskozita, koheze, mez tečení, tixotropie, stabilita, schopnost vázat vodu	Doba tuhnutí, hustota, pH, křivka zrnitosti, viskozita, zpracovatelnost, schopnost zadržet vodu
Po tuhnutí	doba tvrdnutí, konečná pevnost, pH, tuhost, odolnost, smršťování, rozpínavost, pevnost ve smyku, synereze (roztoky na bázi křemičitanů)	Doba tvrdnutí, konečná pevnost, tuhost, odolnost, smršťování, rozpínavost, pevnost ve smyku, hustota	Doba tvrdnutí, konečná pevnost, tuhost, odolnost, smršťování, rozpínavost,

**Tabulka A2**

Typ pryskyřic	Typ horniny	Použití/účel
Akrylátové	Zrnité zeminy Jemně rozpukané skalní horniny	Snížení propustnosti Snížení propustnosti, event. zvýšení pevnosti
Polyuretany	S velkými póry	Napěňující, k zamezení přítoku vody (pryskyřice reagující s vodou) Stabilizace nebo zaplnění lokálních dutin (dvousložkové pryskyřice)
Fenolické	Jemné písky a písčité štěrky	Utěsnění a zpevnění
Epoxidové	Rozpukané skalní horniny	Zvýšení pevnosti Snížení propustnosti

Poznámka: Pryskyřice na bázi akrylamidu se z použití vylučují z důvodů vysoké toxicity.

<sup>1</sup> Nejpoužívanější suspenzí pro penetrační injektáže je suspenze jílocementová s typickým poměrem c:j:v = 5:1:10,5 se základními vlastnostmi: objemová hmotnost  $\rho = 1320 \text{ kg.m}^{-3}$ ; viskozita Marsh 35 – 38 s; dekantace max. 1 % za 3 hodiny; pevnost v prostém tlaku 0,4 MPa/7 dní a 1,0 MPa/28 dní

#### 29A.2.3.4 Malty

- (1) Malty vykazující velké vnitřní tření se používají pro plnění dutin a pro zhutňovací injektáž. Jejich reologické chování je popisováno testem sednutí kužele podle Abramse.
- (2) Malty tekoucí účinkem gravitace se běžně používají pro zaplňování dutin větších rozměrů, velkých trhlin, otevřených puklin a dutin v zrnitých zeminách. Musí být stabilní a jejich reologické chování se charakterizuje viskozitou měřenou průtokovým viskozimetrem.
- (3) Malty pro zhutňovací injektáž musí splňovat tyto požadavky
  - obsahovat minimálně 15 % jemných zrn pod 0,1 mm,
  - sednutí 9 cm +/- 3 cm zkoušeno dle ČSN EN 12350-2 (Abramsův kužel),
  - dobrá čerpatelnost směsi během injektáže,
  - má vysoké vnitřní tření.

### 29A.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

#### 29A.3.1 Všeobecně

- (1) Zhotovitel předloží před zahájením prací Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení technologický předpis pro injektáž, případně technické a kvalitativní parametry, podmínky pro přesnost jejího provádění, podmínky pro kontrolu jakosti a dodací podmínky. Tento technologický předpis musí být v souladu s dokumentací stavby, která musí obsahovat základní požadavky na injektážní práce, zejména délku, průměr a sklon injektážních prvků a parametry injektáže atp.
- (2) Zvolená technologie provedení injektáže musí umožnit její zhotovení v daných geotechnických poměrech v požadované kvalitě podle dokumentace. V technologickém předpisu Zhotovitel doloží:
  - metodu a geometrii vrtání,
  - metodu injektáže,
  - postup injektáže z hlediska času a pořadí injektážních míst,
  - dovolené hodnoty operačních parametrů (injekční tlak, rychlost a množství injektované směsi),
  - druh, složení a vlastnosti injekční směsi,
  - údaje o materiálech sloužících k výrobě injekční směsi včetně výsledků průkazných zkoušek nebo atestů a jejich vyhodnocení,
  - opatření k zamezení nedovolených deformací,
  - způsob kontroly, zkoušek, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu

díla, zejména měřitelné parametry vlastností, kterých má být dosaženo pro správnou funkci díla, instrumentaci požadovanou pro provádění monitoringu a pro záznam dat.

- (3) V technologickém předpisu musí být uvedeny přípustné odchylky v umístění návrtného bodu a směrových parametrů injektážních vrtů, jakož i složení a vlastnostech injekční směsi (viz čl. 29.A.7 této kapitoly TKP). Požadované odchylky odlišné od této kapitoly TKP a ČSN EN 12715 jsou stanoveny dokumentací.
- (4) Zhotovitel dále uvede jméno zástupce Zhotovitele zodpovídajícího za kvalitu díla.
- (5) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby časový plán prací a harmonogram jednotlivých dílčích odsouhlasení. Bez souhlasu Objednatele / Správce stavby nelze stavební práce zahájit. Objednatel / Správce stavby se zúčastňuje dílčích odsouhlasení podle postupu prací, nerozhodne-li písemně jinak.
- (6) Zhotovitel je povinen bez prodlení oznámit Objednateli / Správci stavby všechny podstatné odchylky skutečně zjištěných geotechnických poměrů staveniště od geotechnických poměrů předpokládaných dokumentací, které by mohly ovlivnit funkci zhotovovaných prvků. Odchylky se zaznamenají do stavebního deníku, protokolu o výrobě nebo jiných dokladů vedených mezi Objednatel / Správcem stavby a Zhotovitelem. Zhotovitel navrhne potřebná opatření, která podléhají schválení Objednatel / Správcem stavby.

#### 29A.3.2 Místo provádění prací

- (1) Potřebné úpravy pracovní plochy a přístupových cest, včetně jejich zpevnění, provádí Zhotovitel před zahájením injektážních prací. Zhotovitel musí věnovat náležitou pozornost úpravě a zpevnění pracovní plošiny a přístupových cest tak, aby v průběhu celé realizace prací nevznikly problémy se stabilitou vrtné soupravy a příslušných pomocných mechanismů. Navržená úprava pracovní plošiny a přístupových cest musí být součástí realizační dokumentace, části POV.

#### 29A.3.3 Údaje o strojích

- (1) Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení údaje o použitých stavebních strojích, zejména o mechanismech a zařízeních určených k provedení injektážních vrtů a injektáže. Údaje obsahují základní parametry a rozměry vrtných a injektážních mechanismů.
- (2) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení podrobné informace o výrobně injekční směsi a její kapacitě, systému kontroly jakosti včetně kalibračních listů měřících zařízení. Objednatel / Správce stavby je oprávněn správnost měřících zařízení kontrolovat.

- (3) Zařízení požadované k provádění injecktážních prací:
  - vrtné soupravy a/nebo mechanismy pro ražení,
  - zařízení pro míchání a dávkování směsi,
  - čerpadla,
  - injecktážní trubky a přírodní potrubní systém,
  - obturátory,
  - zařízení pro monitoring a zkoušení.

#### 29A.3.4 Vrtné práce

- (1) Vrtky pro injecktáž se hloubí ve shodě s odsouhlaseným technologickým předpisem.
- (2) Při vrtání se musí použít postup, který nebude mít negativní vliv na následné provádění injecktáže.
- (3) Vrtné práce mohou způsobit pokles nadloží. Pro jeho omezení mohou být speciální opatření (např. pažení vrtu, zlepšení podloží před zahájením vrtných prací atd.).
- (4) Pokud injecktáž nenásleduje bezprostředně po vyčištění vrtu, je nutné ústí otevřených vrtů chránit proti možnému znečištění.
- (5) Vrtky ve skalních horninách se mají po dovtření vypláchnout tak, aby se odstranila vrtná měla a uvolnily trhliny a pukliny.
- (6) Záznam o vrtání vede Zhotovitel na formuláři, jehož obsah je uveden v příloze č. 29AP.1. TKP 29.

#### 29A.3.5 Injeckční směs

##### 29A.3.5.1 Skladování

- (1) Skladované komponenty injeckční směsi musí být chráněny proti vlivu počasí (zvláště teploty a vlhkosti) a v souladu s doporučením od výrobce směsi.

##### 29A.3.5.2 Dávkování a míchání

- (1) V průběhu skladování, zpracování a dodávky musí být zabráněno znečištění injeckční směsi a jejích složek.
- (2) Skladování namíchané injeckční směsi v zásobnících musí být organizováno tak, aby nedošlo k podstatnému ovlivnění reologických a jiných vlastností směsi.
- (3) Nádrže, hadice a další příslušenství pro chemické injeckční směsi musí být vyrobeny z materiálů, které nereagují s použitými chemikáliemi.
- (4) Při použití bentonitu má být bentonit před přimícháním pojiva hydratován.
- (5) Dávkování jednotlivých komponentů směsi musí být prováděno s použitím kalibrovaných

měřicích zařízení v souladu s tolerancemi specifikovanými pro předmětné práce.

- (6) Použitá míchací zařízení musí zajistit homogenitu injeckční směsi.
- (7) K zajištění nepřetržité dodávky injeckční směsi má být umístěn mezi míchací zařízení a čerpadlo domíchávač, ve kterém se injeckční směs udržuje v pohybu tak, aby nedocházelo k separaci nebo předčasnému tuhnutí.
- (8) Injeckční směsi s krátkou dobou tuhnutí se mají míchat co nejbližší k místu injecktáže.

##### 29A.3.5.3 Čerpání a dodávka směsi

- (1) Injecktážní čerpadla a injecktážní systém musí být sestaven v souladu s navrženou technologií injecktáže.
- (2) Injecktážní čerpadla musí být zvolena tak, aby:
  - umožňovala možnost změny v množství dodávané směsi,
  - měla dostatečný výkon umožňující dosažení požadovaného tlaku a množství dodávané směsi,
  - umožňovala regulaci rychlosti injecktáže,
  - byla dostatečně odolná, zejména proti abrazivitě injeckčních směsí,
  - velikost jejich ventilů odpovídala viskozitě injeckční směsi.
- (3) Měření injeckčního tlaku se provádí co nejbližší injecktovanému místu.
- (4) Injecktážní systém musí tlumit rázy injeckčních tlaků v takové míře, že nedojde k nekontrolovatelnému vzniku trhlín v injecktované hornině.
- (5) Trubní a hadicové vedení injeckční směsi musí odolávat maximálnímu očekávanému tlaku a musí umožnit dostatečnou rychlost proudění směsi, aby nedošlo k separaci jednotlivých komponentů v suspenzích.
- (6) Manžetové injecktážní trubky se musí řádně vyplachovat po ukončení každé injecktážní fáze.
- (7) Suspenze, stejně jako roztoky náchylné k separaci komponentů, musí být do doby zainjecktování udržovány v pohybu.
- (8) Při malých rychlostech injecktáže se použije systém recirkulace s cílem zabránit sedimentaci složek suspenze.

##### 29A.3.5.4 Ukládání směsi

- (1) Manžetové injecktážní trubky, které jsou v hornině trvale upnuty zálivkou, umožňují opakované použití takovýchto injecktážních míst. Při injecktáži v zeminách je třeba sousední manžetové trubky vyplachovat, aby nedošlo k jejich znehodnocení vnikem injeckční směsi.

- (2) Velké podzemní prostory, jako kaverny a dutiny, se běžně zaplňují účinkem gravitace na injekční směs, buď přímo nebo prostřednictvím betonářských, popř. licích rour osazených až na dno zaplňovaného prostoru a po zahájení injektáže příslušně zvednutých.
- (3) K ohraničení injektážní etáže se používají jednoduché pakry a dvojité obturátory. Ty se dělí na pasivní, mechanické a pneumatické a musí být dostatečně dlouhé, aby se minimalizovalo nebezpečí jejich obtékání směsí přes injektovanou horninu.
- (4) Maximální délka etáže ve skalních horninách nemá přesáhnout 10 m. V silně rozpukaných nebo porušených skalních horninách musí být délka přiměřeně upravena. Injektážní etáže v zeminách nemají přesáhnout 1 m. Typické délky etáží v zeminách jsou 0,33 m, resp. 0,50 m.
- (5) Při injektáži v prostředí s proudící vodou se musí zabránit rozplavování nebo úplné ztrátě směsi. V závislosti na geologických poměrech, účelu injektáže a rychlosti proudění vody lze přijmou následující opatření:
  - použít injekční směsi s krátkou dobou tuhnutí nebo směsi s okamžitým náběhem tuhnutí (např. s vodou reagující pryskyřice, směsi na bázi cementu s vodním sklem),
  - použít vysoce viskózní směsi a/nebo směsi s vysokým obsahem pevných částic,
  - použít aditiva k omezení rozplavování směsi,
  - použít aditiva s tixotropními vlastnostmi.
- (6) Injektážní parametry (tlak, objem směsi a rychlost syčení) se musí upravit tak, aby nedocházelo k přetvoření v hornině, pokud to není záměrem injektáže. Zvláštní pozornost se tomuto musí věnovat v blízkosti objektů citlivých na deformace.

### 29A.3.6 Postupy injektáží

#### 29A.3.6.1 Všeobecně

- (1) Injektáž je interaktivní proces, který pokračuje v celém průběhu provádění prací a vyžaduje odborné řízení na stavbě a průběžný monitoring parametrů injektáže. Postup injekčních prací bývá upravován během realizace v souladu se zásadami observační metody.
- (2) Při provádění těsnicí injektáže se postupuje v pořadích, kdy se nejprve vrtají a injektují vrtvy prvního pořadí, dále následuje vrtání a injektáž vrtů druhého pořadí s umístěním mezi vrtvy prvního pořadí, obdobně pořadí třetí a čtvrté, které může být použito k omezení rovnoměrného rozložení vrtů, a naopak k účelnému zahuštění injektážních vrtů v těch oblastech, kde je v průběhu prací zjištěna jejich zvýšená potřeba. Vzájemná vzdálenost vrtů prvního pořadí musí být určena na základě

zkušenosti nebo injektážního pokusu. Pokud není injektážní pokus proveden, slouží vybraný vrt prvního pořadí jako vrt průzkumný pro:

- upřesnění popisu geologických a hydrogeologických poměrů,
  - poskytnutí podkladů k určení konečné hloubky vrtů prvního pořadí.
- (3) Záznam o injektáži vede Zhotovitel na formuláři, jehož obsah je uveden v příloze č. 29A.P2 TKP 29.

#### 29A.3.6.2 Injektáž puklin ve skalních horninách, vodní tlakové zkoušky (VTZ)

- (1) Ve skalních horninách se používá vzestupný nebo sestupný způsob injektáže. Konkrétní způsob určuje dokumentace a/nebo technologický předpis Zhotovitele.
- (2) Před injektáží ve skalních horninách se obvykle realizují vodní tlakové zkoušky (VTZ), jejichž účelem je jednak upřesnit parametry injektáže a jednak vypláchnout plochy diskontinuit pro umožnění a snazší provedení injektáže. VTZ se provádí rovněž vzestupným, popř. sestupným způsobem a vyhodnocují se před zahájením injektáže. Při VTZ se obvykle měří spotřeba vody v čase při jistém tlaku této vody.
- (3) Při vzestupném způsobu injektáže a/nebo VTZ se vyhloubí vrt na konečnou hloubku danou dokumentací, do vrtu se zapustí obturátor a poslední etáž se zainjektuje nebo vyzkouší s přísl. vodním tlakem. Poté se obturátor zvedne o další etáž, která se opět zainjektuje, a tak se postupuje až do zainjektování celého vrtu. Tento způsob neposkytuje zcela spolehlivé výsledky, protože při hloubení vrtu může dojít k částečnému utěsnění puklin vrtnou mělí. Hrozí též nebezpečí obtékání obturátoru nad injektovanou etáž (toto nebezpečí se zmenšuje použitím malého průměru vrtu a dostatečně dlouhého obturátoru).
- (4) Nevýhody vzestupného způsobu injektáže odstraňuje částečně způsob sestupný, kdy se odvrtá první injektovaný úsek (etáž), který se zainjektuje nebo vyzkouší s přísl. vodním tlakem. Po ukončení injektáže je nutné obturátor z vrtu vytáhnout, odvrtat další etáž, znovu zapustit a upnout obturátor na konci předcházející etáže a provést injektáž. Takto se postupuje do konečné hloubky vrtu. Výhodou tohoto způsobu injektáže je znalost propustnosti poslední etáže, čímž je dána Zhotoviteli možnost po projednání s Objednatelům / Správcem stavby úpravy délky injektovaných vrtů.

#### 29A.3.6.3 Průniková injektáž hrubozrnných (nesoudržných) zemín

- (1) Hrubozrnné (nesoudržné) zeminy, zejména šterky a písky, se injektují pomocí manžetových

trubek. Injektáž se obvykle provádí pro jejich utěsnění, výjimečně pak ke zlepšení geotechnických vlastností.

- (2) Každá etáž se injektuje několika fázemi; složení injekční směsi a parametry jednotlivých fází injektáže je dáno dokumentací v závislosti na geotechnických parametrech injektovaného prostředí a účelu injektáže.
- (3) Injektážní manžetové trubky se vkládají do jílocementové zálivky. Injektáž lze zahájit tehdy, když má zálivka pevnost podle dokumentace nebo technologického předpisu, obvykle se doporučuje alespoň 0,25 MPa. Trhací tlak při protrhávání zálivky musí být při začátku injektáže na etáži zaznamenán. Nedojde-li k protržení zálivky u tří po sobě jdoucích etáží, musí se obturátor vytáhnout a přesvědčit se, zda je manžetová trubka čistá.
- (4) Ke druhé fázi injektáže se přistoupí podle časového schématu určeného dokumentací nebo technologickým předpisem, obvykle nejdříve za 2 dny.
- (5) Hrubozrnné (nesoudržné) zeminy se obvykle injektují silikátovými suspenzemi a dotěšňují se chemickou injektáží.

#### 29A.3.6.4 Injektáž jemnozrnných (soudržných) zemin – klakáž/zhutňovací

- (1) Injektáž jemnozrnných (soudržných) zemin se provádí pomocí manžetových trubek.

##### a) *Klakáž – injektáž nasycených málo únosných jemnozrnných (soudržných) zemin*

se provádí pro zlepšení jejich geotechnických vlastností. Injektují se jílocementovou nebo cementovou směsí stabilizovanou několika procenty bentonitu. Injektuje se tlakem, který způsobí potrhání zemního prostředí (klakáž) a vyvolá jeho přetvoření,

##### b) *Injektáž nasycených málo únosných jemnozrnných (soudržných) zemin.*

Vtlačováním směsi do měkké zeminy se v ní vyvolá napětí, které způsobí primární konsolidaci – vytlačení vody ze zeminy, čímž selepší její pevnost. Podzemní voda odtéče manžetovými trubkami. Složení injekční směsi a parametry jednotlivých fází injektáže jsou dány dokumentací v závislosti na geotechnických parametrech injektovaného prostředí.

#### 29A.3.6.5 Injektáž pat a pláště vrtaných pilot a lamel podzemních stěn

- (1) Tato injektáž se provádí pro zlepšení nepříznivých vlastností zemin zejména jemnozrnných (soudržných) pod patou pilot a lamel podzemních stěn a/nebo podél jejich

pláště s cílem zvýšení únosnosti a/nebo omezení sedání. Výjimečně se tato injektáž provádí s cílem zvýšit únosnost těchto prvků ovlivněnou technologickými chybami při jejich provádění. Injektáž paty i pláště se provádí pomocí speciálních manžetových trubek. Složení injekční směsi a parametry jednotlivých fází injektáže jsou dány dokumentací v závislosti na geotechnických parametrech injektovaného prostředí a účelu injektáže.

#### 29A.3.6.6 Injektáž hornin při ražbě podzemních děl

- (1) Injektáží se zlepšují geotechnické vlastnosti a snižuje se propustnost hornin v okolí výrubu tunelů a jiných podzemních děl.

##### a) *Zlepšení geotechnických vlastností hornin z povrchu území*

Je-li tunel nebo jiné podzemní dílo v malé hloubce, lze injektáž provést z povrchu. Způsob hloubení vrtů stanoví technologický předpis. Po vyhloubení vrtu do hloubky stanovené dokumentací se vrt zaplní zálivkou, do které se vloží manžetové trubky, obvykle ocelové. Délka a vzdálenost perforace manžetové části trubek je stanovena dokumentací nebo technologickým předpisem. Hornina se injektuje injekční směsí, přičemž její složení a parametry jednotlivých fází injektáže jsou dány dokumentací v závislosti na geotechnických parametrech injektovaného prostředí.

##### b) *Zlepšení geotechnických vlastností hornin ze směrové štoly*

Při velkém rozsahu prací se provádí injektáž pomocí vrtů hloubených ze směrové štoly ražené v ose tunelu nebo u nivelety budoucího tunelu nebo jiného podzemního díla. Hornina v nadloží se vyztužuje pomocí injektáže z vrtů seskupených ve vějířích. Vzdálenost vějířů a jednotlivých vrtů, jejich délka a prostorové umístění, složení injekční směsi a injektážní postup určuje dokumentace.

##### c) *Zlepšení geotechnických vlastností hornin z čelby (provádění deštníků)*

Vyztužení horniny v klenbě tunelu nebo jiného podzemního díla v místě silně oslabených hornin (poruchových pásmech) lze provést pomocí ocelových trubek vložených do zálivky do vrtů provedených v kalotě tunelu nad budoucím výrubem. Injekční směs, obvykle cementová, se do vrtů čerpá přes ústí vrtu. Složení injekční směsi, rozměry vyztužných trubek a parametry jednotlivých fází injektáže jsou

dány dokumentací v závislosti na geotechnických parametrech injektovaného prostředí.

#### 29A.3.6.7 Injektování za ostěním

- (1) Po vyrazení jednotlivých úseků tunelu nebo jiného podzemního díla a uložení obezdívky zůstává mezi obezdívkou a výrubem mezera, kterou je třeba vyplnit výplňovou injektáží. Po výplňové injektáži se pomocí vrtů, zasahujících i do horniny, provede těsnicí injektáž.

##### a) *Výplňová injektáž*

Za betonovou obezdívku tunelu nebo jiného podzemního díla zůstává v záklenku volný prostor o výšce několika cm až desítek cm. Ten je třeba vyplnit injekční směsí obvykle jílocementovou, popř. cementovou stabilizovanou 2 až 3 % bentonitu. Způsob provedení těsnicí injektáže, složení malty a její ukládání určuje dokumentace nebo technologický předpis. Při injektáži se musí zajistit odvzdušnění injektovaného prostoru, aby došlo k rovnoměrnému a úplnému zaplnění dutin a zabránilo se vzniku nezaplněných kapes za ostěním. Toto se doporučuje provést řadou vrtů dostatečného průměru v nejvyšším místě injektovaného prostoru se vzájemnou vzdáleností max. 1 m.

Po vyplnění prostoru nad obezdívkou se Zhotovitel přesvědčí, zda v záklenku nezůstala místa, kam malta nevnikla. Kontrola se provádí pomocí vrtů dostatečného průměru. Počet a umístění kontrolních vrtů určuje dokumentace.

##### b) *Těsnicí injektáž*

Pokud je nutné horninu dotěsnit těsnicí injektáží, je způsob provedení vrtů, jejich prostorové uspořádání a hloubka, složení injekční směsi a postup injektáže stanoven dokumentací. Vrtý se pro tuto injektáž obvykle hloubí pneumatickým nebo hydraulickým kladivem s křížovou korunkou. Jako výplach se nejčastěji používá vzduch. Pro injektáž se obvykle používá aktivovaná jílocementová směs, která lépe vniká do puklin.

#### 29A.3.6.8 Oprava starých tunelů a jiných podzemních děl

- (1) Při injektáži pro opravu starých tunelů a jiných podzemních děl se postupuje podle dokumentace a/nebo technologického předpisu. Ve většině případů se musí nejdříve oddrénovat voda vtékající do objektu pomocí drenážních vrtů. Nemá-li objekt ostění, nebo je-li ostění špatné kvality, opatří se jeho stěny cementovou maltou nebo stříkaným betonem. Počet, směrové uspořádání a hloubka drenážních a injektážních vrtů, složení injekční směsi a způsob jejího uložení je určen dokumentací

nebo technologickým předpisem v závislosti na stavu podzemního díla a injektovaného prostředí. Obvykle se používá cementová injekční směs stabilizovaná 5 % bentonitu.

#### 29A.3.6.9 Sanace závalů v tunelu

- (1) Sanace závalů v tunelu se provádějí individuálně podle typu horniny v závalu, jeho příčiny a podle velikosti závalu. Pro sanační práce se musí vypracovat realizační dokumentace a technologický předpis s použitím vhodných článků a ustanovení této kapitoly TKP.

#### 29A.3.6.10 Oprava kamenného a cihelného zdiva

- (1) Při sanaci zděných konstrukcí lze použít injektáž. Postupuje se obdobně jako při injektáži v rozpukané rozvolněné hornině. Způsob provedení vrtů, jejich prostorové uspořádání a hloubka, složení injekční směsi a postup injektáže je stanoven dokumentací nebo technologickým předpisem. Vrtý se pro tuto injektáž obvykle hloubí pneumatickým nebo hydraulickým kladivem. Jako výplach se nejčastěji používá vzduch. Pro injektáž se obvykle používá cementová směs o vodním součiniteli až 0,4 (podle velikosti trhlin). Pokud se musí zaplňovat dutiny, používá se cementová injekční malta. Jsou-li dutiny většího rozměru (několik cm až desítek cm), opatří se povrch stěny nástríkem z cementové malty. Tato vrstva se podle stavu obezdívky oddrénuje vrtý vhodného průměru a potřebné délky. Před injektáží je obvykle nutné provést důkladné očištění ložných spár a jejich hloubkové vyspárování. Je třeba počítat s tím, že injektáž tohoto zdiva může mít za následek jejich vodotěsnost, což může vést k odlišnému statickému působení těchto konstrukcí.

#### 29A.3.6.11 Kompenzační injektáž

- (1) Kompenzační injektáž se provádí za účelem zmírnění nepříznivých deformací vznikajících při ražbě podzemních děl zejména v zastavěných oblastech a též ke zmírnění nebo odstranění deformací stávajících stavebních objektů, vzniklých zejména v důsledku jejich interakce se základovou půdou. Kompenzační injektáž se obvykle skládá:
  - z konstrukcí umožňujících hloubení subhorizontálních injektážních vrtů (šachet, odřezů apod.),
  - z vějíře vlastních injektážních vrtů vystrojených manžetovými trubkami,
  - ze systému monitoringu účinků kompenzační injektáže na horninové prostředí a okolní objekty.
- (2) Návrh kompenzační injektáže, způsob jejího provedení a průběžné hodnocení jejích účinků určuje dokumentace.

## **29A.4 DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ**

### **29A.4.1 Všeobecně**

- (1) Zhotovitel přepravuje a skladuje materiál a dílce způsobem, který stanoví jednotlivé kapitoly TKP a normy uvedené v následujících člancích, nebo předpis výrobce. Zhotovitel je povinen zajistit řádnou přejímku dodávaného materiálu a výrobků a přesně evidovat jednotlivé dodávky. Materiál a dílce musí být chráněny před poškozením, znehodnocením, popřípadě povětrnostními vlivy. Skladovaný materiál musí být zřetelně označen podle druhu, případně i podle dodávky. Na staveništi mají být k dispozici pouze materiály, které odpovídají požadavkům Smlouvy. Materiál, který vykazuje vady, je poškozen, nevyhověl zkouškám nebo neodpovídá požadavkům dokumentace, je Zhotovitel povinen ze stavby odstranit a dodat materiál nový, popřípadě prokázat dalšími zkouškami, že požadavkům vyhovuje.
- (2) Zásilka materiálu a výrobků musí být provázena dodacím listem, který musí obsahovat zejména:
  - číslo a datum vystavení,
  - název a adresu výrobce/dovozce/zplnomocněného zástupce nebo distributora,
  - název a sídlo odběratele,
  - místo dodávky,
  - předmět dodávky a jakostní třídu,
  - hmotnost dodávky, počet kusů apod.,
  - popřípadě další požadované údaje.
- (3) Zjišťuje se, zda je zásilka úplná a nepoškozená a zda dodané množství, druh a jakost souhlasí s údaji uvedenými v dodacím listě.
- (4) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi použité ke stavbě musí být doloženy doklady ve smyslu čl. 29.A.2.1.
- (5) Dodávku a skladování základních materiálů pro hloubkové zlepšování zemin upravují následující předpisy:

### **29A.4.2 Cement**

- (1) Platí požadavky TKP 18.

### **29A.4.3 Chemické látky, přísady a příměsi**

- (1) Dodávají se, skladují a chrání před povětrnostními a teplotními vlivy podle zásad TKP 18 a podle pokynů výrobce.

### **29A.4.4 Kamenivo**

- (1) Platí požadavky TKP 18.

### **29A.4.5 Bentonit**

- (1) Dodává se, balí, přepravuje a skladuje podle čl. 53–60 a tab. 5 ČSN 72 1000. Volně ložený se dodává a skladuje jako cement.

## **29A.5 PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

### **29A.5.1 Všeobecně**

- (1) Zkoušky musí být prováděny v souladu s TKP 1.
- (2) Zkouškami ve smyslu TKP 1se rozumí soubor všech činností zahrnujících výkon, jak vlastní zkoušky, tak i vzorkování. Zkoušky mohou být prováděny pouze ve způsobilých zkušebnách, a to buď se způsobilostí „OZ“ (odborně způsobilé) nebo se způsobilostí „A“ (akreditované).
- (3) Provádění zkoušek (způsob, četnost a parametry):
  - a) pro výrobky, stavební materiály a směsi, které jsou ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. stanovenými výrobky je provádění zkoušek uvedeno v harmonizované/určené normě nebo vyplývá z vydaného Stavebně technického osvědčení (STO), případně Evropského technického posouzení/schválení (ETA). U ostatních výrobků se provádění zkoušek řídí MP SJ-PK, část II/5 – ostatní výrobky;
  - b) provádění zkoušek prací realizovaných na stavbě je uvedeno v TKP a v nich uvedených normách a technických předpisech a pro konkrétní stavbu.

### **29A.5.2 Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky**

- (1) Průkazní zkoušky jsou zkoušky, kterými se prokazuje, že vlastnosti stavebních výrobků (materiálů, směsí, dílců) určených k zabudování do stavby vyhovují předepsaným požadavkům. V některých případech se za průkazní zkoušky považují také počáteční zkoušky typu (výrobku).
- (2) Před prováděním průkazních zkoušek příp. před zahájením prací požádá Zhotovitel Objednatele / Správce stavby o souhlas se zdroji dodávek materiálů, směsí a ostatních ke zkoušce použitých hmot. Každá změna oproti tomuto odsouhlasení podléhá novému souhlasu Objednatele / Správce stavby. Neodsouhlasené materiály, směsi a ostatní hmoty nesmí být použity.
- (3) Počáteční zkoušky typu / průkazní zkoušky materiálů a směsí zajišťuje Zhotovitel stavby u výrobce/dovozce, přičemž protokoly s výsledky zkoušek a posouzení splnění kvalitativních parametrů podle příslušných evropských a českých norem, TP a této kapitoly TKP, případně dalších požadavků jsou předkládány společně s vydaným Prohlášením o shodě / ES prohlášením o shodě.
- (4) Stejnou platnost jako průkazní zkoušky mají doklady o posouzení shody nebo vhodnosti

vystavené nezávislou autorizovanou osobou / oznámeným subjektem (notifikovanou osobou) nebo osobou způsobilou ve smyslu MP SJ-PK v části II/5 – ostatní výrobky.

- (5) Za průkazní zkoušku v případě ostatních výrobků je považována zkouška typu (vzorku) výrobku. Zkouškou typu se rozumí výběr a zkoušení jednoho nebo většího počtu vzorků výrobku, reprezentující společnou konstrukci využívající stejné materiály a vyráběné stejným výrobním postupem.
- (6) Propustnost horniny po injektáži se prokazuje vodní tlakovou zkouškou, dále VTZ (v litrech za minutu na běžný metr při tlaku stanoveném v dokumentaci). Záznam o VTZ vede Zhotovitel na formuláři, jehož obsah je uveden v příloze č. 29A.P3 této části kapitoly 29 TKP.
- (7) Pevnostní charakteristiky horniny po injektáži se prokazují na odvrtech. Rozsah a zkoušené parametry stanoví ZDS/PDPS.
- (8) Zprávu o výsledcích průkazních zkoušek směsí dokládá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby (v dostatečném předstihu před zahájením prací, obvykle 14 dní) k odsouhlasení.

#### 29A.5.3 Injekční směsi (suspenze, roztoky a malty)

- (1) Zhotovitel prokazuje před zahájením prací, že z materiálů (hydraulická pojiva, cementy, jílové materiály, písky, šterky, ostatní plniva, voda, chemické látky, přísady a další materiály) uvedených v receptuře lze vyrobit injekční směs (suspenzi, roztok či maltu) požadovaných vlastností. Měřené parametry směsí a způsob jejich měření určuje Příloha 29A.P4. Zhotovitel předloží doklady podle čl. 29.A.2.1 Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

#### 29A.5.4 Zkušební pole (předběžná zkouška)

- (1) Předepisuje-li to ZDS/PDPS, provede Zhotovitel zkušební pole. To se provádí zejména tehdy, pokud nejsou k dispozici srovnatelné zkušenosti podle definice čl. 1.5.2 ČSN EN 1997-1 se stejnou metodou injektáže v obdobných podmínkách.
- (2) Účelem zkušebního pole je:
  - provedení kalibrace výrobních parametrů,
  - ověření navržené technologie injektáže,
  - kontrola injekčních hmot,
  - kontrola deformací, popř. v odůvodněných případech i kontrola pórového tlaku či hladiny podzemní vody,
  - prokázání, že pomocí zvolených postupů mohou být splněny předpoklady dokumentace. Lze posoudit pomocí polních geotechnických zkoušek, zkoušek na odvrtech, čerpacích zkoušek, vodních tlakových zkoušek, geofyzikálních měření,

kontrolních vrtů a šachtic atp. Druh, způsob provedení a četnost zkoušek a kritéria zainjektovanosti stanoví dokumentace.

#### 29A.5.5 Jiné průkazní zkoušky

- (1) ZTKP mohou v opodstatněných případech předepsat další průkazní zkoušky nezbytné pro zajištění kvalitního provedení díla. Jedná se například o zkoušku agresivity podzemní vody nebo zemin na stavební konstrukce, nebo ověření základových poměrů v místě stavby pomocí průzkumných vrtů a/nebo penetračních sond. Tyto zkoušky provede Zhotovitel způsobilou laboratoří dle MP SJ-PK část II/3 s dostatečným časovým předstihem před zahájením injektážních prací. Pro hrazení nákladů za tyto zkoušky platí příslušné články TKP 1.

#### 29A.5.6 Monitoring

- (1) Průkazem provedení injektáže podle dokumentace nebo technologického předpisu je monitoring injektážních prací, při němž se kromě průběhu a parametrů injektáže monitorují zejména deformace injektovaného prostředí a okolních objektů.
- (2) Požadovaný typ, rozsah a přesnost měření v rámci monitoringu musí být přesně určeny v dokumentaci, monitorovací zařízení musí být osazena a uvedena v činnost před zahájením prací. Monitoring je nedílnou součástí zejména kompenzační injektáže.
- (3) Počítačové systémy mají být použity k:
  - monitoringu vrtání,
  - měření, kontrole a interpretaci vrtných parametrů,
  - měření a záznamům injektážních parametrů.
- (4) Monitorované parametry musí být zaznamenávány v reálném čase.

### 29A.6 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, PROVOZNÍ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

#### 29A.6.1 Všeobecně

- (1) Obecné zásady jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### 29A.6.2 Provozní zkoušky

- (1) Injekční směsi musí být na staveništi podrobeny provozním zkouškám uvedených v tabulce A3, které provádí Zhotovitel.

**Tabulka A3**

Suspenze	Velmi jemné suspenze	Roztoky (chemické směsi)	Malty
Hustota	Hustota	Hustota	Hustota
Viskozita Marsh	Viskozita Marsh	Doba tuhnutí	Zpracovatelnost
Doba tuhnutí	Odsoj vody		
Odsoj vody			



Provedení zkoušek se řídí Přílohou 29A.P4 a jejich četnost je následující:

- hustota směsi je určena dokumentací, měření se provádí z každé záměsi,
  - odstoje vody se měří jednou za směnu ve výrobní směsi; odstoje za 1 hodinu nesmí přesahovat 1 %,
  - hodnota viskozity směsi je stanovena dokumentací; viskozita se měří 2x za směnu na viskozimetru Marsh,
  - doba tuhnutí směsi se stanovuje na začátku injektáže a pokaždé při použití nově dodaných surovin pro výrobu směsi. Přístroje pro stanovení doby tuhnutí, metodika zkoušky a hodnoty, kterých má být dosaženo, musí být stanoveny v dokumentaci.
- (2) Výsledky zkoušek jsou zaznamenány do laboratorního deníku.
- (3) V případě, že zaznamenané parametry nejsou v souladu s požadavky dokumentace stavby, rozhodnete projektant o dalším postupu.
- (4) Podmínky pro přítomnost Správce stavby nebo jeho asistentů při provozních zkouškách jsou shodné jako při kontrolních zkouškách.

#### 29A.6.3 Kontrolní zkoušky

- (1) Pevnost v prostém tlaku/stříhu se zjišťuje jednou týdně na sadě tří vzorků ve válcových formách o poměru průměr/výška 2:1 podle ČSN EN 445. Vzorky se musí skladovat ve vlhkém prostředí při teplotě +10 ° až +25 °C. Zkouška se provádí jako 28denní (pokud není v dokumentaci stanoveno jinak). Pokud má injekční směs účel těsnicí, je hodnota pevnosti v prostém tlaku pouze orientační. Hodnota pevnosti v prostém tlaku závisí na poměru cementu a vody (určeno dokumentací).
- (2) Velikost zrn se stanovuje zejména při použití velmi jemných směsí (jemně mletý cement). Maximální velikost zrn stanoví dokumentace. Stanovuje se při každé nové dodávce jemně mletého cementu

##### 29A.6.3.1 Kontrola během provádění injektáže

- (1) V dokumentaci musí být specifikována kritéria pro sledování a kontrolu během provádění injekčních prací. Pokud projektová dokumentace nepředepíše jinak, pak je nutné kontrolovat a zaznamenávat tyto parametry:
- injekční tlak, množství injektované směsi na fázi, průtok směsi pomocí automatického zapisovače dat během provádění. Monitorované parametry musí být zaznamenávány v reálném čase,
  - polohu a výšku návrtného bodu každého vrtu, kontrola se provádí např. geodetickým přístrojem, totální stanicí či GPS,

- hloubku vrtu u každého injekčního bodu.

(2) Dále se provádí, pokud je to potřebné:

- kontrola pohybu horninového prostředí nebo okolní zástavby, a to zejména u injekčních prací způsobujících přetvoření v horninovém prostředí,
- kontrola chemismu podzemní vody (zejména u chemických směsí),
- automatický záznam vrtných parametrů (rychlost vrtání, otáčky vrtného soutyčí, množství a tlak výplachu, krouticí moment, přítlak vrtného nářadí).

##### 29A.6.3.2 Kontrola účinnosti injektáže

- (1) Dokumentace musí specifikovat řídicí kritéria a zkoušky k potvrzení, že bylo dosaženo cíle návrhu injektáže.
- (2) Ve skalních horninách lze ke kontrole účinnosti těsnicí injektáže použít vodní tlakové zkoušky. Celková délka kontrolních vrtů musí činit minimálně 7 % z celkového objemu prací a zkoušené úseky nesmí přesáhnout délku 5 m (pokud dokumentace nestanoví jinak). Kritéria zainjektovanosti stanoví dokumentace.
- (3) V zeminách lze kvalitu zainjektování posoudit pomocí polních geotechnických zkoušek, zkoušek na odvrtech, čerpacích zkoušek, vodních tlakových zkoušek, geofyzikálních měření, kontrolních vrtů a šachtic atp. Druh, způsob provedení a četnost zkoušek a kritéria zainjektovanosti stanoví dokumentace.

##### 29A.6.3.3 Měření deformací

- (1) Měření deformací terénu a okolních objektů je důležitou součástí injektáže. Provádí se v průběhu realizace injektážních prací do jejich ukončení v intervalech stanovených dokumentací nebo technologickým předpisem. Kompenzační injektáž vyžaduje měření v reálném čase. Vznikne-li nebezpečí, že povolená deformace stanovená dokumentací bude překročena, musí Zhotovitel provést opatření potřebná k zastavení deformací. Čerpadlo, které deformaci způsobuje, se zpomalí, a je-li třeba, i zastaví, nebo se zmenší počet dávek okolních vrtů.

#### 29A.7 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY

- (1) ČSN EN 12715 neobsahuje požadavky na výrobní tolerance injektáží. Tolerance v umístění, délce, sklonu a směru injektážních vrtů, hustotě injekční směsi a velikosti injekčního tlaku stanovuje tato kapitola TKP. Tolerance může upřesnit ZDS/PDPS. Odchylky v umístění, odchylky od směru a sklonu vrtů, odchylky v hustotě injekční směsi a velikosti injekčního tlaku jsou odchylkami mezními. Pokud z jakýchkoliv důvodů k překročení přípustné odchylky dojde, navrhne Zhotovitel

nápravné řešení a předloží jej Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

- (2) Mezní odchylky injektážních vrtů a parametrů injektáže:

- odchylka ústí vrtu od teoretického polohy (půdorysně) je 100 mm;
- odchylka hloubky vrtu  $\pm 200$  mm;
- odchylka sklonu a směru vrtu  $2^\circ$ ;
- odchylka hustoty injekční směsi  $\pm 2$  %;
- odchylka injekčního tlaku  $\pm 10$  %.

- (3) Odchylky jsou odchylkami mezními. Pokud dojde z jakýchkoliv důvodů k překročení přípustné odchylky, navrhne Zhotovitel nápravné řešení a předloží jej Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

- (4) Povolené odchylky v geometrii prvků, výsledcích mechanických zkoušek a zkoušek propustnosti určuje ZDS/PDPS.

## **29A.8 KLIMATICKÁ OMEZENÍ**

- (1) Injektáž se provádí bez zvláštních opatření při teplotě vzduchu nad  $+5^\circ\text{C}$ . Při nižších teplotách musí být výrobní, injektážní stanice a rozvody injekční směsi zatepleny, aby nedošlo k jejímu zmrznutí. Při pracích uvnitř tunelu při jeho uzavření z obou stran a v podzemí se předpokládá, že ke zmrznutí injekční směsi nedojde. Teplota v injektážní stanici musí být taková, aby mohly být provedeny spolehlivé kontrolní zkoušky.

## **29A.9 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **29A.9.1 Odsouhlasení prací**

- (1) Zásady pro odsouhlasení prací jsou uvedeny v čl. 29.5.1 této kapitoly TKP.

### **29A.9.2 Převzetí prací**

- (1) Zásady pro převzetí prací jsou uvedeny v čl. 29.5.2 této kapitoly TKP.

## **29A.10 SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ**

- (1) Kontrolní měření deformací terénu a okolních objektů je důležitou součástí injektáže. Provádí se v průběhu realizace injektážních prací do jejich ukončení v intervalech stanovených dokumentací nebo technologickým předpisem. Měření se provádí podle dokumentace sledování, která předepisuje instrumentaci a monitoring díla. Měření lze provádět pomocí elektrických nebo mechanických snímačů, přesné nivelace, elektrických vodováh, vertikálních a horizontálních inklinometrů, extenzometrů, holografických hranolů, piezometrů atp. Provozní měření provádí Zhotovitel stavby.
- (2) V opodstatněných případech, zejména v zastavěných oblastech a v blízkosti

inženýrských sítí se doporučuje provádět geotechnický monitoring objektů. Jeho rozsah určuje dokumentace.

- (3) Všechna výše uvedená měření smí provádět právnická nebo fyzická osoba se způsobilostí podle MP SJ-PK, část II/3, která musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby. Pokud je toto měření prováděno geodetickými metodami, provádí ho úředně oprávněný zeměměřický inženýr, který musí být odsouhlasen Objednatel / Správcem stavby.
- (4) Zhotovitel vypracuje o každém měření dokumentaci, kterou předepisuje dokumentace a/nebo TEP Zhotovitele.

## **29A.11 EKOLOGIE**

### **29A.11.1 Všeobecně**

- (1) Zásady ochrany životního prostředí jsou uvedeny v čl. 29.6 této kapitoly TKP.

### **29A.11.2 Provoz strojů**

- (1) Podmínky provozu strojů jsou uvedeny v čl. 29.6.2 této kapitoly TKP.

### **29A.11.3 Skládkování**

- (1) Podmínky pro skládkování jsou uvedeny v čl. 29.6.3 této kapitoly TKP.

## **29A.12 BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA**

- (1) Zásady BOZP jsou uvedeny v čl. 29.7 této kapitoly TKP.

## 29A.13 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.

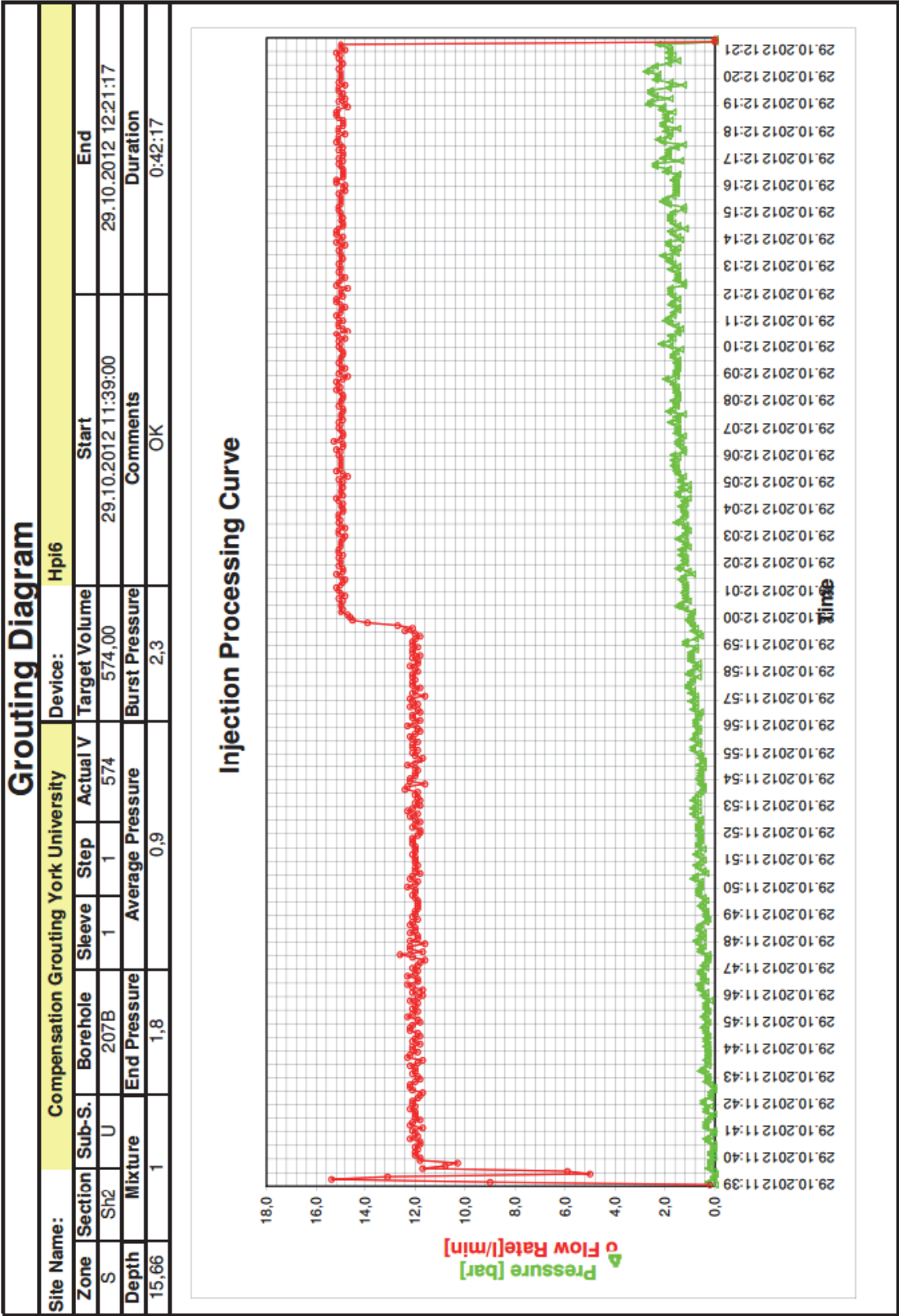
### 29A.13.1 Citované normy

ČSN EN 197-1 ed. 2	Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití
ČSN EN 197-2	Cement – Část 2: Posuzování a ověřování stálosti vlastností
ČSN EN 196-1	Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti
ČSN EN 445	Injektážní malta pro předpínací kabely – Zkušební metody
ČSN EN 480	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody
ČSN EN 934	Přísady do betonu, malty a injektážní malty
ČSN EN 1008	Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN 72 1000	Keramické suroviny. Společná ustanovení (zrušená bez náhrady)
ČSN EN 12350-2	Zkoušení čerstvého betonu – Část 2: Zkouška sednutím
ČSN EN 12715	Provádění speciálních geotechnických prací – Injektáže

### 29A.13.2 Související kapitoly TKP

TKP 1	Všeobecně
TKP 18	Betonové konstrukce a mosty
TKP 31	Opravy betonových konstrukcí

<b>ZÁZNAM O VRTÁNÍ</b>					
<b>Stavba:</b>		<b>Objekt:</b>			
<b>Číslo stavby:</b>					
<b>Objednatel:</b>					
<b>SOUPRAVA</b>		<b>NÁSTROJ</b>		<b>VRTMISTR</b>	
VRT	HLOUBKA	SKLON	SMĚR	KÓTA ÚSTÍ	VYSTROJENÍ
SLOŽENÍ: VÝPLACHU:			ZÁLIVKY		
VRT	DEN/HOD	$\phi$	SKLON	DEN/HOD	ÚSTÍ VRTU
START:			STOP:		
HLOUBKA					VED. ČETY
VRSTVY					
ANOMÁLIE					ZÁLIVKA
VÝSTROJ					DEN:
POZN.					
VRT	DEN/HOD	$\phi$	SKLON	DEN/HOD	ÚSTÍ VRTU
START:			STOP:		
HLOUBKA					VED. ČETY
VRSTVY					
ANOMÁLIE					ZÁLIVKA
VÝSTROJ					DEN:
POZN:					
VRT	DEN/HOD	$\phi$	SKLON	DEN/HOD	ÚSTÍ VRTU
START:			STOP:		
HLOUBKA					VED. ČETY
VRSTVY					
ANOMÁLIE					ZÁLIVKA
VÝSTROJ					DEN:
POZN:					
VRT	DEN/HOD	$\phi$	SKLON	DEN/HOD	ÚSTÍ VRTU
START:			STOP:		
HLOUBKA					VED. ČETY
VRSTVY					
ANOMÁLIE					ZÁLIVKA
VÝSTROJ					DEN:
POZN:					



## PŘÍLOHA 29A.P3 VODNÍ TLAKOVÁ ZKOUŠKA

[illegible]

Zhotovitel:

Datum:

Objednatel / Správce:

Datum:

**PŘÍLOHA 29A.P4 MĚŘENÍ PARAMETRŮ INJEKTÁŽNÍCH SMĚSÍ (PŘEVZATO A UPRAVENO Z ČSN EN 12715:2020 – PŘÍLOHA C)**

	Parametr	Jednotka	Měřicí zařízení/metoda	Odpovídající norma	Aplikace	Chemická injekece	Cementová suspence	Malta
1	Hustota / objemová hmotnost	[g/cm <sup>3</sup> ] [g/cm <sup>3</sup> ] [g/cm <sup>3</sup> ]	Mud balance Pyknometr s váhou Aerometr	ČSN EN ISO 10414-1 N/A N/A	Lab. i stavba Lab. Lab. i stavba	N A A	A A N	N N N
2	Marshova zdánlivá viskozita	[s/l] [s/qt]	Marshův trychtýř (standardní průměr otvoru = 4,75 mm)	ČSN EN ISO 10414-1	Lab. i stavba	N	A	N
3	Marshova zdánlivá viskozita	[s/l] [s/qt]	Modifikovaný Marshův trychtýř, jiné trysky (průměr otvoru = 8, 10, 12 mm)	N/A	Lab. i stavba	N	A	N
5	Viskozita (plastická a zdánlivá)	[cP = mPa*s]	Rotační reometr	ČSN EN ISO 10414-1	Lab.	A	A	N/A
6	Mez tečení (soudržnost)	[Pa] [mm]	Reometr „Lombardi Plate Cohesion Meter“ Vrtulková zkouška	ČSN EN ISO 10414-1 N/A	Lab. Lab. i stavba	A	A	N
7	Odstoj vody	[%]	Odměrný válec	N/A	Lab. i stavba	N	A	A
8	Filtrace	[kpf = min <sup>-0,5</sup> ]	Filtrační přístroj	ČSN EN ISO 10414-1	Lab. i stavba	N/A	A	A
9	Konzistence (zpracovatelnost)	[mm]	Zkouška sednutí Abramsovým kuželem	ČSN EN 12350-2	Lab. i stavba	N	N	A
10	Doba tuhnutí	[hr/min/s]	Zkouška překlápění kádinky Vicatův přístroj	N/A N/A N/A	Lab. i stavba Lab. Lab.	A A N	A A A	N N N
11	Pevnost	[Pa]	Vrtulková zk., Zkouška v prostém tlaku, Triaxiální zk.	N/A	Lab.	A	A	A
12	Trvanlivost	[-]	Erozní stabilita (Pin Hole Test) Změna propustnosti v čase Chemická analýza	N/A	Lab.	A	A	A
13	Stanovení stability při filtraci	[mm]	Zkušební zařízení dle ČSN EN 14497	ČSN EN 14497	Lab.	N	A	N

## B. KOTVY A MIKROPILOTY

### 29B.1 ÚVOD

#### 29B.1.1 Všeobecně

- (1) Tato část TKP 29 obsahuje požadavky Objednatele stavby na materiály, technologické postupy, zkoušení a převzetí výkonů a dodávek při realizaci kotev a mikropilot. Platí i pro provádění oprav a údržbu konstrukcí pomocí kotev a mikropilot.
- (2) Stanovení druhu kotvy a mikropiloty jejich prostorové polohy, členění a rozměrů, jakož i kvality materiálu určuje dokumentace stavby, která musí být vypracována v souladu se Směrnicí pro dokumentaci staveb pozemních komunikací a touto kapitolou TKP.
- (2) Část B TKP 29 těchto technických kvalitativních podmínek staveb pozemních komunikací (dále jen TKP) se týká:
  - injektovaných horninových kotev provedených v souladu ČSN EN 1537 Provádění speciálních geotechnických prací – Injektované horninové kotvy,
  - mikropilot provedených v souladu s ČSN EN 14199 Provádění speciálních geotechnických prací – Mikropiloty,
  - kotev a mikropilot provedených jinými technologiemi nebo z jiných materiálů, než jsou uvedeny výše.
- (3) Všechny typy kotev a mikropilot se provádějí podle dokumentace a technologického předpisu Zhotovitele schválených Objednatelem / Správcem stavby. Technologické postupy musí dosahovat alespoň takové úrovně, jakou stanovují uvedené normy a tato část TKP a nesmí být v rozporu s jejich zásadami. Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby doklady charakterizující jeho metodu včetně technologického předpisu. Do realizační dokumentace mohou být doklady zařazeny a na stavbě použity pouze se souhlasem Objednatele / Správce stavby.
- (4) Při použití postupů uvedených pod bodem 3 tohoto článku TKP je Zhotovitel povinen kromě technologického předpisu předložit technické a kvalitativní parametry kotev a mikropilot, podmínky pro přesnost jejich výroby v souladu s Přílohou č. 9 TKP 1, podmínky pro kontrolu jakosti a dodací podmínky kotev, mikropilot a svorníků.
- (5) Injektované horninové kotvy jsou stavební prvky, kterými se přenáší tahová síla ze stavebního objektu do horninového masivu. Stavebním objektem může být i část horninového masivu, která tvoří stavební dílo, např. tunel nebo zářez. Kotvy se skládají z kotevní hlavy, volné délky umožňující

předpětí a kořenové délky přenášející tahovou sílu. Kořenová část kotvy se do horniny upíná pomocí injektáže. Kotvy se zpravidla aktivují napínáním. Injektované horninové kotvy se provádějí jako dočasné s životností do 2 let, dočasné s prodlouženou životností do 7 let a trvalé s životností překračující 2 roky. Liší se zejména způsobem antikorozní ochrany jednotlivých částí kotvy.

- (6) Mikropiloty jsou stavební prvky, kterými se přenáší tlaková nebo tahová síla, výjimečně i příčná síla a ohybový moment nebo jejich kombinace ze stavebního objektu do horninového masivu. Vrtané mikropiloty mají maximální průměr dříku 300 mm, ražené mikropiloty mají maximální příčný rozměr 150 mm. Zpravidla se skládají z hlavy sloužící pro spojení s nadzákladovou konstrukcí, volné délky procházející neúnosnou zeminou a kořenové délky, jež slouží k jejich upnutí do horninového prostředí. Únosnost jejich dříku a paty bývá obvykle zlepšena injektáží kořenové části. Prvky o větším průměru se nazývají piloty a pro jejich zhotovení platí TKP 16. Tahové mikropiloty se provádějí jako dočasné s životností do 2 let, dočasné s prodlouženou životností do 7 let a trvalé s životností překračující 2 roky. Liší se zejména způsobem antikorozní ochrany jednotlivých částí mikropiloty.
- (7) Kotvy nejsou, s výjimkou jejich hlav, obvykle trvale odhaleny. Požadavky na opravy a údržbu hlav kotev jsou stanoveny v ČSN EN 1537, v této kapitole TKP a v příloze TKP 19. Požadavky na údržbu a opravy trvale obnažených částí mikropilot jsou uvedeny v TKP 31 pro betonové konstrukce a v příloze TKP 19 pro ocelové konstrukce.

#### 29B.1.2 Systém zabezpečení kvality

- (1) Požadavky na systém zabezpečení kvality jsou uvedeny v čl. 29.1.3 této kapitoly TKP.

#### 29B.1.3 Obsah dodávky

- (1) Požadavky na obsah dodávky jsou uvedeny v čl. 29.2 této kapitoly TKP.

#### 29B.1.4 Vytýčení stavby

- (1) Požadavky na vytyčení stavby jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### 29B.1.5 Sledování okolních objektů

- (1) Požadavky na sledování okolních objektů jsou uvedeny v čl. 29.4 této kapitoly TKP.



## **29B.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ**

### **29B.2.1 Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků)**

- (1) Popis a kvalita veškerého materiálu, který se stane trvalou součástí předmětu díla, jsou stanoveny:
  - v technologickém předpisu Zhotovitele (TePr),
  - v ČSN EN 1537,
  - v ČSN EN 14199,
  - v dokumentaci stavby se specifikací v realizační dokumentaci, resp. ve výrobně-technické dokumentaci výrobce,
  - v této kapitole TKP, TKP 18 a TKP 19, případně v dalších souvisejících kapitolách,
  - v příslušných TP,
  - v TEP výrobce/dovozce jednotlivých výrobků.
- (2) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity k výrobě kotev a mikropilot, předloží Zhotovitel Objednateli ke schválení (viz čl. 7.2 Obchodních podmínek) a zároveň doloží doklady podle čl. 29.A.2.1.
- (3) Pokud je to v ZTKP požadováno, pak k prohlášením/certifikátům výrobků ve smyslu písm. a) až d) čl. 1.4.4.1 TKP 1 musí být přiloženy příslušné protokoly o zkouškách; a dále protokoly o certifikaci obsahující posouzení splnění požadovaných parametrů dle této kapitoly TKP, ZDS a případných dalších a/nebo změněných (zejména zvýšených) požadavků dle ZOP/ZTKP. Není-li tento požadavek v ZDS uveden, může dodatečné předložení protokolu o certifikaci / posouzení shody / ověření stálosti vlastností požadovat Objednatel / Správce stavby i v průběhu stavby.
- (4) Průkazní zkoušky materiálů, které nejsou Výrobkem ve smyslu zákona č. 102/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a výrobků, které nejsou stanoveným výrobkem ve smyslu § 12 zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, musí být provedeny laboratorii se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3.
- (5) Musí být uvážena kompatibilita všech složek injekční směsi. Musí být zhodnocena možná interakce mezi injekční směsí a horninou.
- (6) Souhlas k použití výrobků, stavebních materiálů a směsí jiných, než určených v ZDS dává Objednatel / Správce stavby po předložení příslušných dokladů (požadovaných ve výše uvedených odstavcích) Zhotovitelem stavby. Veškeré změny oproti ZDS se řeší dle OP.

- (7) Neschválené výrobky, stavební materiály, směsi a konstrukční prvky nesmějí být skladovány ani dočasně složeny na staveništi.
- (8) Zkoušky stavebních výrobků předepsané v této kapitole TKP musejí být v procesu prokazování shody/vhodnosti respektovány.

### **29B.2.2 Injektované horninové kotvy**

- (1) Kotevní systém se skládá z následujících základních součástí, které se osazují do vrtu a na kotvenou konstrukci:
  - z kotevní hlavy,
  - z kotevního táhla,
  - ze spojníků,
  - z rozpěrek a centrátorů,
  - z protikoroze ochrany ocelových součástí,
  - z injekční směsi,
  - z kotevní (kořenové) délky táhla.

#### **29B.2.2.1 Kotevní hlava**

- (1) Kotevní hlava musí umožnit, aby táhlo mohlo být napínáno, aby mohlo být zatíženo zkušebním zatížením a zakotveno, a pokud se to požaduje, uvolněno, odlehčeno a znovu napínáno. Musí být schopna přenést mezní tahové zatížení táhla na 100 % mezi pevnosti kotevního táhla.
- (2) Kotevní hlava musí odpovídat ČSN EN 1992-1-1 ed. 2, nicméně lze povolit vyžádané odchylky. Kotevní hlava musí být navržena tak, aby umožnila úhlové odchylky táhla ze směru kolmého k hlavě až do maximálně 3° při 97 % mezní pevnosti táhla.
- (3) Kotevní hlava musí přenést sílu z táhla do hlavní konstrukce nebo do základové půdy navrženými nebo vyzkoušenými prvky ve shodě s celkovým návrhem konstrukce.
- (4) Kotevní hlava (tj. spojení mezi kotevním táhlem a konstrukcí) musí být schopna reagovat na deformace, jejichž vznik lze během životnosti konstrukce očekávat.
- (5) Hlava kotvy musí splňovat požadavky ETAG 013.
- (6) Ocelová víka trvalých kotev musí mít tloušťku stěny minimálně 3 mm a z vyztuženého plastu min. tl. stěny 5 mm. U víka z plastu musí být min. tl. příruby 10 mm. Pro materiál kotevní hlavy platí ustanovení TKP 19.

#### **29B.2.2.2 Kotevní táhlo**

- (1) Značku oceli kotevního táhla stanoví dokumentace. Pro betonářskou výztuž a předpínací výztuž platí ustanovení TKP 18.

- (2) Všechna ocelová táhla musí odpovídat následujícím normám:
  - stavební ocel – ČSN EN 1993-1-1 ed. 2, ČSN EN 1993-5,
  - betonářská ocel – ČSN EN 1992-1-1 ed. 2,
  - předpínací ocel – ČSN EN 1992-1-1 ed. 2.
- (3) Jiné materiály táhel lze použít, jestliže byla odzkoušena jejich vhodnost jako součásti kotev a jestliže jsou odsouhlaseny Objednatelem / Správcem stavby.
- (4) Instalovaná táhla a jejich obaly musí být v kořenové části opatřeny nejméně 10 mm vrstvou injekční hmoty.

#### 29B.2.2.3 Spojník

- (1) Spojníky musí odpovídat ČSN EN 1992-1-1 ed. 2 a nesmí omezovat požadované tahové napětí v táhle.
- (2) Táhl se nesmí spojovat v rozsahu kotevní délky.
- (3) Spojník nesmí bránit volnému prodloužení ocelového táhla.
- (4) Protikorozi ochrana spojníku musí být kompatibilní s protikorozi ochranou, kterou je opatřeno táhlo.
- (5) Pro materiál spojníku platí ustanovení TKP 19.

#### 29B.2.2.4 Rozpěrky a centrátory

- (1) Rozpěrky a centrátory slouží k fixaci kotvy ve středu vrtu tak, aby všechna instalovaná táhla a jejich protikorozi obaly byly opatřeny minimálně 10 mm krytím injekční směsí ke stěnám vrtu.
- (2) K zajištění správného umístění táhla (táhel), jeho dílů, částí protikorozi ochrany a dalších součástek ve vrtu, mají být rozpěrky rozmístěny tak, aby byl zajištěn požadavek na jejich minimální krytí injekční směsí a celkové vyplnění volného objemu vrtu injekční směsí.
- (3) Rozpěrky a centrátory nesmí zabraňovat proudění injekční směsí.
- (4) Jestliže se použijí rozpěrky vně protikorozi obalu trvalé kotvy, mají být vyrobeny z odolného materiálu vůči korozi.
- (5) Návrh centrátorů musí vzít v úvahu tvar vrtu, tj. místa kónického rozšíření vrtu, hmotnost táhla a náchylnost základové půdy k porušení při osazení táhla.
- (6) Tvar, materiál a rozměry rozperek a centrátorů stanoví dokumentace, případně TEP výrobce/dovozce kotvy nebo jejich jednotlivých částí.

#### 29B.2.2.5 Protikorozi ochrana ocelového táhla a napínaných ocelových součástí

- (1) Všechny ocelové součásti kotvy, které jsou napínány, musí být po dobu jejich návrhové životnosti chráněny proti korozi. Pokud je to třeba, musí být prvky protikorozi ochrany schopny přenést síly z táhla.
- (2) Stupeň protikorozi ochrany se stanoví podle návrhové životnosti kotvy:
  - dočasné kotvy, u kterých se požaduje, aby byly ve funkci kratší dobu než dva roky;
  - dočasné kotvy s prodlouženou životností do sedmi let;
  - trvalé kotvy s návrhovou životností delší než dva roky.
- (3) Návrhovou životnost kotvy určuje dokumentace. Způsob protikorozi ochrany kotvy stanoví dokumentace v návaznosti na návrhovou životnost kotvy a z ní vyplývající stupeň protikorozi ochrany. Možné způsoby protikorozi ochrany dočasných a trvalých kotev, používané součásti a materiály protikorozi ochrany, jejich kvalitu, použití a zkoušení určují kapitoly 6.3 až 6.7 ČSN EN 1537 a Příloha č. 3 TKP 19, část B.
- (4) Dočasné kotvy s prodlouženou životností do 7 let musí mít zvýšenou protikorozi ochranu hlavy kotvy a/nebo musí být prováděny periodické kontroly a monitoring jejich funkčnosti po celou dobu jejich životnosti.
- (5) Systémy protikorozi ochrany musí odpovídat tomu, jak byly kotvy zkoušeny v souladu s ČSN EN ISO 22477-5.

#### 29B.2.2.6 Injekční směsi k protikorozi ochraně a k přenosu sil

##### a) Cementová injekční směs a přísady

- (1) Cementová injekční směs použitá k injektáži kořene musí odpovídat čl. 29.A.2.3 této kapitoly TKP. Složení a vlastnosti cementové injekční směsi stanoví dokumentace nebo technologický předpis.
- (2) Cementová injekční směs použitá, v kontaktu s předpínacími ocelovými táhly (dočasné kotvy) či uvnitř/vně obálky (trvalá kotva) musí obecně odpovídat ČSN EN 447.
- (3) Cementová injektáž jako dočasná ochrana proti korozi v neagresivním prostředí je povolena, pokud krytí táhla po celého jeho délce není menší než 10 mm. V případě trvalých kotev musí být tloušťka cementové injektáže prováděné v dílenských kontrolovaných podmínkách mezi táhlem a ochrannou obálkou nejméně 5 mm.
- (4) Cementová injekční směs použitá jako protikorozi obal táhla musí být navržena tak, aby se zabránilo odstoji a smršťování ve vrtu.

Poměr voda/cement pro kotevní injekční směs vně protikorozičního obalu ve vrtu se stanoví podle geotechnických podmínek. Složení a vlastnosti cementové injekční směsi použité jako protikoroziční obal stanoví dokumentace nebo technologický předpis. Typ cementu se volí s ohledem na kategorii expozice v souladu s EN 206.

- (5) Cementy s vysokým obsahem sulfidů nesmí být použity ve styku s předpínací ocelí.
- (6) Přísady se smí použít v souladu s ČSN EN 934-2+A1 pro zlepšení zpracovatelnosti a trvanlivosti, pro snížení odstoje a smršťování směsi ve vrtu nebo pro urychlení nárůstu její pevnosti. Použití přísad u kotevních táhel z předpínací oceli musí odsouhlasit Objednatel / Správce stavby. Přísady nesmí obsahovat žádné složky vedoucí ke korozi předpínací oceli nebo vlastní injekční směsi. Nesmí se použít žádná přísada, která obsahuje více než 0,1 % (hmotnostních) chloridů, sulfidů nebo dusičnanů.
- (7) Ke snížení ztrát injekční směsi ve vrtu lze do injekční směsi přidat inertní plnidla (například písek).
- (8) Další požadavky na cementovou injekční směs a přísady určuje ČSN EN 1537.

#### *b) Injekční směs ze syntetické pryskyřice*

- (1) Pryskyřice a pryskyřičné injekční směsi lze použít v konstrukci kotvy jako alternativu k cementové injekční směsi, jestliže byla jejich použitelnost odzkoušena ověřovací zkouškou, která odpovídá jejich použití.
- (2) Složení a vlastnosti injekční směsi ze syntetické pryskyřice použité pro injektáž kořene a jako protikoroziční obal stanoví dokumentace.
- (3) U řízeně prováděné injektáže ze syntetické pryskyřice s minimálním krytím táhla 5 mm je povolena jedna trvalá bariéra. Současně musí být splněno, že injektáž je souvislá a pod napětím nepraská.

#### **29B.2.2.7 Kotevní délka táhla**

- (1) Pro ukotvení táhla musí být v úseku kotevní délky táhla použita profilovaná nebo žebrovaná táhla, dráty nebo pramence.
- (2) Kotveny mohou být následující typy ocelových táhel s kotvicím účinkem:
  - za studena tažené dráty profilované po tažení,
  - zušlechtěné a popouštěné dráty žebrované během válcování za tepla,
  - žebírková ocel,
  - sedmidrátové pramence.

- (3) Jmenovitá plocha průřezu žebírkových nebo profilovaných drátů a prutů musí být v souladu s ČSN EN 1992-1-1 ed. 2.

- (4) Předpínací oceli s hladkým povrchem s nebo bez speciálně odzkoušených kotvicích zařízení mohou být použity se souhlasem Objednatele / Správce stavby pouze u dočasných kotev.

#### **29B.2.2.8 Součásti a materiály povlakové protikoroziční ochrany**

##### *a) Plastové povlakové trubky*

- (1) Plastové povlakové trubky musí odpovídat příslušným evropským normám na výrobky. Musí být souvislé, vodotěsné, odolné vůči zkrěhnutí vlivem stárnutí a ultrafialového záření během skladování, přepravy a zhotovení protikoroziční ochrany. Spoje musí být vodotěsné. Použije-li se PVC, musí být odolné vůči stárnutí a nesmí produkovat volné chloridy.
- (2) Nejmenší tloušťka stěny vnější žebrované povlakové trubky společné pro jedno nebo několik táhel musí být:
  - 1,0 mm pro vnitřní průměr  $\leq 80$  mm,
  - 1,2 mm pro vnitřní průměr  $> 80$  mm, ale  $\leq 120$  mm,
  - 1,5 mm pro vnitřní průměr  $> 120$  mm.

- (3) Nejmenší tloušťka stěny vnější hladké povlakové společné trubky musí být o 1 mm větší než u vnější žebrované povlakové trubky, nebo musí být hladká povlaková trubka vyztužena

- (4) Nejmenší tloušťka stěny vnitřní hladké povlakové trubky i vnitřní žebrované povlakové trubky musí být 1 mm.

##### *b) Povlaky smrštitelné teplem*

- (1) Povlaky teplem smrštitelné se smějí použít, pokud jejich minimální tloušťka po smrštění zůstane 1 mm a přesah ve spojích nejméně 50 mm.
- (2) Teplo použité pro smrštění nesmí být takové, aby způsobilo zničení, poškození nebo deformaci ostatních prvků protikoroziční ochrany.
- (3) Velikost smrštění musí být taková, aby se dlouhodobě zabránilo jakémukoliv otevření spár a vzniku netěsností.

##### *c) Pokovování*

- (1) Pokovování se nesmí použít u kotevních táhel. Je dovoleno pokovení ostatních kotevních součástí, tj. podkladní desky, víka a pouzdra.

##### *d) Ocelové trubky a víka*

- (1) Ocelové díly mohou sloužit jako trvalá protikoroziční ochrana pouze za předpokladu, že

jsou samy chráněny z vnějšku. Ochrana může být uskutečněna vhodnou cementovou injekční směsí nebo betonem, žárovým pozinkováním nebo několikanásobným nátěrem odsouhlaseným Objednatel / Správcem stavby.

- (2) Ocelové části s nátěrem, které jsou při napínání kotvy namáhány, jsou dovoleny pouze tehdy, když je spojitost protikorozi ochrany ověřena zkouškou.
- (3) Nejmenší tloušťka stěny ocelové trubky je 3 mm a nejmenší tloušťka jejího krytí injekční směsí je 20 mm.

### 29B.2.3 Mikropiloty

- (1) Mikropilota se skládá z následujících základních součástí:
  - z hlavy mikropiloty,
  - z nosného prvku (ocelová bezešvá trubka, tyčová výztuž nebo armokoš apod.),
  - ze spojek, spojovníků,
  - z rozpěrek a centrátorů,
  - z protikorozi ochrany ocelových součástí,
  - z injekční směsi.

#### 29B.2.3.1 Ocel pro mikropiloty

- (1) Pro betonářskou výztuž platí ustanovení TKP 18.
- (2) Je-li jako výztuž mikropiloty použita ocelová trouba nebo válcovaný profil, musí jejich kvalita odpovídat požadavkům TKP 19.
- (3) Specifikaci výztuže mikropiloty stanoví dokumentace stavby.

#### 29B.2.3.2 Beton, malta a materiály k jejich výrobě

- (1) Technické požadavky na jednotlivé složky čerstvého betonu a na beton a technické podmínky pro beton a konstrukce předepisuje TKP 18.
- (2) Kvalitu betonu, jeho zpracovatelnost, primární a sekundární ochranu proti agresivitě prostředí a další požadované vlastnosti a opatření předepisuje dokumentace podle ustanovení kapitoly 18 TKP a ČSN EN 14199. Technické požadavky na beton se zvýšenou odolností proti působení agresivního prostředí stanoví TKP 18 a ČSN EN 206+A2. Minimální množství cementu stanoví TKP 18 a ČSN EN 14199. Konzistenci a složení čerstvého betonu je třeba přizpůsobit metodě betonáže (pro mikropiloty prováděné způsobem CFA).
- (3) Kamenivo použité pro výrobu betonu a malty pro provádění mikropilot na místě betonovaných musí vyhovovat požadavkům TKP 18, Příloha D ČSN EN 206+A2 a ČSN EN 14199. Zdroj kameniva, jeho zrnitost

a mineralogické složení musí být odsouhlasen před zahájením prací. Největší zrno kameniva nesmí přesáhnout velikost 16 mm nebo 1/4 světlé vzdálenosti mezi pruty podélné výztuže a 1/6 vnitřního průměru betonážních rour, přičemž menší hodnota je rozhodující. Kamenivo má mít plynulou křivku zrnitosti, při betonáži pod vodou se doporučuje používat kamenivo se zaoblenými zrny, nepředepisuje-li dokumentace jinak. Největší zrno kameniva pro výrobu malty nesmí přesáhnout velikost 4 mm.

- (4) Typ cementu se volí s ohledem na kategorii expozice v souladu s ČSN EN 206+A2.
- (5) Záměsová voda pro výrobu malty a betonu musí odpovídat ČSN EN 1008. Její použití se řídí ČSN EN 206+A2.
- (6) Přísady a příměsi musí být v souladu s ČSN EN 206+A2 a ČSN EN 934-2+A1 nebo schválenou dokumentací a instrukcemi výrobce.

#### 29B.2.3.3 Cementová injekční směs a zálivka

- (1) Složení a vlastnosti cementové injekční směsi a zálivky pro ukotvení mikropiloty stanoví dokumentace a TEP. Musí být definována objemová hmotnost, viskozita (Marsh), dekantace (odstoj) a pevnost v prostém tlaku pro 7 a 28 dní.
- (2) Doporučené požadavky na injekční cementovou směs se uvádí v ČSN EN 14199 takto:
  - vodní součinitel musí být přizpůsoben konkrétním geotechnickým podmínkám a neměl by být větší než 0,55,
  - minimální pevnost cementové injekční směsi v prostém tlaku musí odpovídat třídě C 25/30 podle zkoušek odpovídajících normě ČSN EN 12390-3 pokud není v dokumentaci stavby určeno jinak,
  - dovolený odstoj vody po 2 hodinách je max. 3 %. Tento limit nemusí být splněn v případě, kdy může být odstátá voda absorbována základovou půdou v průběhu injektáže.
- (3) Typ cementu se volí s ohledem na kategorii expozice v souladu s ČSN EN 206+A2.

#### 29B.2.3.4 Krytí výztuže a nosných prvků z oceli pro mikropiloty

- (1) Minimální krytí výztuže a nosných prvků z nízkopevnostní oceli pro zhotovení mikropiloty na místě betonované a vystavené účinkům prostředí podle ČSN EN 206+A2 určuje ČSN EN 14199 a tabulka B1 těchto TKP.
- (2) Nominální krytí  $c_{nom}$  veškeré výztuže mikropilot betonovaných in situ nesmí být menší než:
  - 50 mm v případě mikropilot s dočasným pažením;
  - 75 mm v případě, kdy je výztuž instalována po betonáži;

- 25 mm od vnitřní stěny trvale ponechané pažnice či chráničky.
- (3) Nominální vzdálenost mezi vnitřní stěnou pažnice a výztuží v případě mikropilot s dočasným pažením nesmí být menší než 1,5násobek největšího zrna kameniva v případě použití betonu.

**Tabulka B1**

Stupeň vlivu prostředí	Chemická agresivita	Nosný prvek s krytím injekční směsí		Malta	
		Tlak	Tah	Tlak	Tah
X0	S trvalým pažením	10	10	25	25
X0, XC1 – XC4	Není	20	30	35	40
XD1, XD2	Chloridy bez slané vody	30	30	40	40
XD3	Chloridy bez slané vody	Mikropiloty jsou nevhodné <sup>xx)</sup>			
XA1 <sup>xxx)</sup>	Nízká	40	40	45	45
XA2 <sup>xxx)</sup> , <sup>xxxx)</sup>	Střední	50	50	60	60
XA3	vysoká	Mikropiloty jsou nevhodné <sup>xx)</sup>			
Veškeré údaje jsou v mm					
Vysvětlivky:					
<sup>x)</sup> Pro jiné stupně vlivu prostředí uvedené v ČSN EN 206+A2 je minimální krytí dáno EN 1992-1-1:2019, kapitola 4 a platí národní dodatek.					
<sup>xx)</sup> Možné použití trvalého pažení nebo chráničky					
<sup>xxx)</sup> Pro případ síranové agresivity je třeba použít síranovzdorný cement					
<sup>xxxx)</sup> Nutné jsou přísady do závlaky, popř. malty (např. zeolit)					

- (4) Minimální krytí v případě injekční cementové směsi vzhledem k vnitřní stěně trvale ponechané pažnice nebo chráničky v případě mikropilot realizovaných in situ může být zmenšeno na 10 mm.
- (5) Minimální krytí cementovou injekční směsí pro zajištění soudržnosti s horninovým masivem je 10 mm.

#### 29B.2.3.5 Protikorozi ochrana mikropilot

- (1) Protikorozi ochrana mikropilot určuje dokumentace. Protikorozi ochrana betonových mikropilot musí být v souladu s ČSN EN 206+A2, čl. 16.2.8. TKP 16 a TKP 18. Zhotovitel musí dodržet zásady pro použití impregnačních hmot, nátěrů a folií předepsané v TKP 18. Materiály vyráběné podle podnikových norem se zpracovávají podle předpisu jejich výrobce.
- (2) Stupeň protikorozi ochrany se stanoví podle návrhové životnosti mikropiloty:

- dočasné mikropiloty, u kterých je životnost kratší než dva roky,
- dočasné mikropiloty s prodlouženou životností do sedmi let,
- trvalé mikropiloty s návrhovou životností delší než dva roky.

- (3) Protikorozi ochrana ocelových prvků a spojovacích prvků se musí sestávat v souladu s ČSN EN 14199 kap.7.6.:

- z účinného krytí vhodnou injekční cementovou směsí, maltou nebo betonem a/nebo,
- z dostatečného navýšení tloušťky ocelových prvků z hlediska jejich koroze podle ČSN EN 1993-5:2007, tab. 4-1) a/nebo,
- ze specifických opatření, která se mohou sestávat z:
  - použití speciálního cementu,
  - použití vhodného druhu oceli,
  - použití trvalého pažení nebo chrániček,
  - použití povlaku.

- (4) Ocelové prvky pro neabrazivní podmínky se opatří nátěry asfalty nebo jinými hmotami podle dokumentace, pro abrazivní podmínky epoxidehem nebo jinými hmotami podle dokumentace. Volba ochranných nátěrů musí být v souladu s ČSN EN ISO 12 944, TKP 19, případně dalšími souvisejícími normami.

- (5) Výše uvedené způsoby protikorozi ochrany se použijí u tlakově namáhaných trvalých mikropilot s výztuží s charakteristickou mezí kluzu do 600 MPa (pozn. použití výztužných prvků s charakteristikou mezí kluzu nad 600 MPa není pro tlakově namáhané mikropiloty přípustné).

- (6) Protikorozi ochrana dočasné tahové mikropiloty s prodlouženou životností do sedmi let musí mít zvýšenou protikorozi ochranu hlavy mikropiloty a/nebo musí být prováděny periodické kontroly a monitoring jejich funkčnosti po celou dobu jejich životnosti.

- (7) Protikorozi ochrana trvalých tahových mikropilot se řídí dle tab. B2. v závislosti na charakteristické mezí kluzu výztuže.

- (8) Použije-li se pro protikorozi ochranu plastová žebrovaná povlaková trubka, pak platí požadavky na její tloušťku dle čl. 29.B.2.2.8 této kap. TKP.

- (9) Sekundární ochrana musí být navržena v RDS.

### 29B.2.3.6 Distanční prvky, centrátry a spojovací prvky

- (1) Technické požadavky na distanční prvky, centrátry a spojovací prvky musí být v souladu s ČSN EN 14199.

**Tabulka B2**

	$f_{yk} < 400$ MPa	$400 \text{ MPa} \leq f_{yk} \leq 600$ MPa	$600 \text{ MPa} < f_{yk}$
krytí cem. zálivkou	✓ (pro charakteristické tahové napětí $\leq 230$ MPa)	✓ (pro charakteristické tahové napětí $\leq 230$ MPa)	x
navýšení tloušťky ocelových prvků	✓	x	x
Trvalé pažení nebo chránička	✓	✓	✓
Pozinkování	✓	x	x
použití speciálního povlaku (např. epoxidový)	✓	x	x

## 29B.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

### 29B.3.1 Všeobecně

- (1) Zhotovitel předloží před zahájením prací Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení technologický předpis (TePř) pro zhotovení kotev a mikropilot, případně technické a kvalitativní parametry, podmínky pro přesnost jejího provádění, podmínky pro kontrolu jakosti a dodací podmínky. Tento technologický předpis (TePř) musí být v souladu s dokumentací stavby, která musí obsahovat základní požadavky na kotvy a mikropiloty, zejména délku, průměr a sklon jednotlivých prvků, parametry injektáže kořene atp.
- (2) Zvolená technologie provedení kotev a mikropilot musí umožnit její zhotovení v daných geotechnických poměrech v požadované kvalitě podle dokumentace stavby. V technologickém předpisu Zhotovitel doloží:
- metodu a geometrii vrtání,
  - druh, rozměry a výrobu kotvy a mikropiloty,

- způsob a provedení protikorozi ochrany kotvy nebo mikropiloty,
- metodu osazení kotvy nebo výztuže mikropiloty,
- postup plnění zálivkou a injektáže kořene,
- dovolené hodnoty operačních parametrů injektáže kořene (injekční tlak, rychlost a množství injektované směsi),
- druh, složení a vlastnosti injekční směsi,
- údaje o materiálech sloužících k výrobě injekční směsi včetně výsledků průkazných zkoušek nebo atestů a jejich vyhodnocení,
- způsob kontroly, zkoušek, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu díla, zejména měřitelné parametry vlastností, kterých má být dosaženo pro správnou funkci díla, instrumentaci požadovanou pro provádění monitoringu a pro záznam dat.

- (3) V technologickém předpisu musí být uvedeny přípustné odchylky v umístění návrtného bodu a směrových parametrů vrtů, jako i složení a vlastnostech injekční směsi (viz čl.29.B.6 této kapitoly TKP). Požadované odchylky odlišné od této kapitoly TKP a ČSN EN 14199 stanoví dokumentace stavby. Dále Zhotovitel předloží pořadí zhotovování jednotlivých prvků a uvede jméno zástupce Zhotovitele zodpovídajícího za kvalitu díla.
- (4) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby časový plán prací a harmonogram jednotlivých dílčích odsouhlasení. Bez souhlasu Objednatele / Správce stavby nelze stavební práce zahájit. Objednatel / Správce stavby se zúčastňuje dílčích odsouhlasení podle postupu prací, nerozhodne-li písemně jinak.
- (5) Zhotovitel je povinen bez prodlení oznámit Objednateli / Správci stavby všechny podstatné odchylky skutečně zjištěných geotechnických poměrů staveniště od geotechnických poměrů předpokládaných dokumentací, které by mohly ovlivnit funkci zhotovovaných prvků. Odchylky se zaznamenávají do stavebního deníku, protokolu o výrobě nebo jiných dokladů vedených mezi Objednatelem / Správcem stavby a Zhotovitelem. Zhotovitel navrhne potřebná opatření, která podléhají schválení Objednatelem / Správcem stavby.
- (6) Záznam o provedení kotvy nebo mikropiloty vede Zhotovitel na předávacím formuláři, jehož obsah je uveden v přílohách 29B.P3 a 29B.P5 kapitoly B těchto TKP.

### 29B.3.2 Místo provádění prací

- (1) Potřebné úpravy pracovní plochy a přístupových cest včetně jejich zpevnění provádí Zhotovitel před zahájením výstavby kotev a mikropilot. Zhotovitel musí věnovat náležitou pozornost úpravě a zpevnění pracovní

plošiny a přístupových cest tak, aby v průběhu celé realizace prací nevznikly problémy se stabilitou vrtné soupravy a příslušných pomocných mechanismů. Navržená úprava pracovní plošiny a přístupových cest musí být součástí RDS, části POV.

### 29B.3.3 Údaje o strojích

- (1) Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení údaje o použitých stavebních strojích, zejména o mechanismech a zařízeních určených k provedení vrtů pro kotvy a mikropiloty, mechanismů pro jejich osazování a pro injektáž jejich kořene. Údaje obsahují základní parametry a rozměry vrtných a injektážních mechanismů, zdvihacích zařízení atp.
- (2) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení podrobné informace o výrobně kotev a mikropilot, výrobně injekční směsi a její kapacitě, systému kontroly jakosti včetně kalibračních listů měřicích zařízení. Objednatel / Správce stavby je oprávněn správnost měřicích zařízení kontrolovat.
- (3) Zařízení požadované k provádění kotev a mikropilot:
  - vrtné soupravy,
  - zdvihací mechanismy pro osazování kotev a mikropilot,
  - zařízení pro míchání a dávkování injekční směsi,
  - čerpadla umožňující záznam objemu čerpané směsi,
  - injektážní trubky a přívodní potrubní systém,
  - obturátory,
  - zařízení pro monitoring a zkoušení.

### 29B.3.4 Vrtné práce

- (1) Vrtý pro kotvy a mikropiloty se hloubí ve shodě s odsouhlaseným TePř.
- (2) V případě, že je u vyhloubeného vrtu zjištěna nepřipustná směrová nebo sklonová odchylka, musí Zhotovitel oznámit tuto skutečnost Objednateli. Postup nápravy předloží Zhotovitel ke schválení Objednateli / Správci stavby.
- (3) Je nutná zvýšená pozornost při vrtání se vzduchovým výplachem, aby nedošlo k narušení základové půdy.
- (4) Záznam o vrtání vede Zhotovitel na formuláři, jehož obsah je uveden v přílohách č. 1 a 4 této části kapitoly 29 TKP.
- (5) Při provádění vrtných prací se musí dodržovat zásady uvedené v ČSN EN 1537 a v ČSN EN 14199.

### 29B.3.5 Výroba, přeprava a osazení táhel, výztuže

#### 29B.3.5.1 Všeobecně

- (1) Kotvy a výztuž vrtaných mikropilot se zpravidla vyrábějí ve výrobě. Tyto prvky se na stavbu dopravují buď kompletované, nebo rozložené na části snadno na staveništi smontovatelné a připravené pro osazení podle dokumentace. Na stavbě se vyrábějí nebo kompletují pouze armokošové mikropiloty nebo dočasné kotvy, jejichž rozměry nedovolují transport na staveniště.

#### 29B.3.5.2 Výroba, přeprava, vyplňování vrtu a osazení

- (1) V průběhu výroby a skladování, včetně skladování přímo na stavbě, musí být kotvy a mikropiloty a jejich součásti udržovány suché, čisté, chráněné proti korozi a mechanickému poškození.
- (2) Pokud se použije pro kotevní táhla pramenec nebo drát opatřený protikorozi ochranou vazelínou, musí se kotevní délka táhla důkladně očistit a odmastit parou nebo rozpouštědly. Totéž platí pro ocelové části trubních mikropilot.
- (3) Při použití odmašťovacích přípravků na odmaštění ocelových částí kotev, mikropilot a svorníků, musí být zaručeno, že přípravky nepůsobí agresivně na žádnou jejich část a že po jejich použití přenese soudržnost mezi kotevní částí kotev, mikropilot a svorníků a zálivkou a/nebo injektáží návrhové zatížení.
- (4) Centrátoři, které zajišťují krytí kotevního táhla nebo výztuže mikropilot musí být na kotevním táhlu nebo na výztuži mikropiloty pevně připevněny.
- (5) Při nakládání, transportu a osazování nesmí být kotevní táhlo kotvy zlomeno a nesmí být poškozeny jeho jednotlivé části a protikorozi ochrana. Totéž platí pro závit trubek a tyčí mikropilot.
- (6) Pro spojování výztuže mikropiloty platí pravidla uvedená v ČSN EN 14199.
- (7) Před osazením táhla kotvy nebo výztuže mikropiloty se vrt zkontroluje, zda neobsahuje překážky, zda je vyčištěný a přezkouší se správnost jeho hloubky. Osazení kotvy nebo mikropiloty je třeba provést řízeným a kontrolovaným způsobem, aby nedošlo ke vzájemnému posunu jejich jednotlivých částí. V dovrchních vrtech je třeba kotvu nebo mikropilotu zajistit proti posunutí při injektáži.
- (8) Časové intervaly mezi jednotlivými pracovními postupy nutnými pro zhotovení kotvy nebo mikropiloty musí být přizpůsobeny vlastnostem základové půdy. Mají být co možná nejkratší.

- (9) V zeminách, které mají sklon k bobtnání nebo změknutí, je nutné kotvu nebo mikropilotu osadit a zainjektovat bezprostředně po dohloubení vrtu. Platí obecné pravidlo, že je třeba vrt vyplnit a táhlo nebo výztuž též den osadit, kdy byla dohloubena kořenová délka vrtu. Pokud nelze zamezit časovému průtahu, mají být vrty ochráněny před vniknutím škodlivých materiálů.
- (10) Pořadí osazování táhla kotvy nebo výztuže mikropiloty se musí provádět se zřetelem na:
- použitou prováděcí metodu,
  - druh výplně (zálivka, injekční cementová směs, malta, beton),
  - druh výztuže,
  - podmínky provádění výplně, cementové injekční směsi či betonáže (suché nebo zvodnělé prostředí).
- (11) Upřednostňuje se osazení táhel kotev a výztuže mikropilot do vrtů vyplněných zálivkou / injekční směsí. Vyplnění vrtu zálivkou / injekční směsí se provádí vzestupně podle technologického předpisu. Vlastnosti a složení zálivky stanoví dokumentace nebo technologický předpis.
- (12) Vyplnění vrtu zálivkou / injekční směsí má být provedeno co možná nejdříve po ukončení vrtných prací.
- (13) Při vyplnění vrtu plnicí hadicí musí být její konec trvale zaveden k patě vrtu a v plnění se musí pokračovat, dokud konzistence vytékající a čerpané směsi není stejná.
- (14) Proti přítoku vody s napjatou hladinou do vrtu se obvykle působí přetlakem zálivky ve vrtu nebo předinjektáží zeminy vně vrtu nezávisle na velikosti přítoku podzemní vody.
- (15) Vyplnění vrtů kotev a mikropilot pomocí zálivky, případně betonáže mikropilot, se řídí technologickými zásadami uvedenými v ČSN EN 1537, ČSN EN 14199 a TKP 16.

### 29B.3.6 Injektáž kořene kotvy a mikropiloty

#### 29B.3.6.1 Všeobecně

- (1) Pro injektáž kořene kotvy nebo mikropiloty platí stejné zásady. V rámci injektážních prací mohou být prováděny následující fáze:
- předinjektáž,
  - injektáž,
  - reinjektáž.
- (3) V případě silně zvětralých a porušených skalních hornin bývá nutné přezkoušení vrtů a jejich předběžná injektáž (lze postupovat dle Přílohy C ČSN EN 14199). Injektáž kotev a mikropilot musí být vždy minimálně

v souladu s technickými požadavky uvedenými v ČSN N 1537 a ČSN EN 14199.

#### 29B.3.6.2 Injektáž kořene

- (1) Injektáž se provádí v závislosti na geologických podmínkách dle technologického postupu. Pro vodorovné a dovrchní vrty je třeba použít těsnění nebo obturátor, aby se zabránilo ztrátám injekční směsi v oblasti kořenové délky kotvy nebo mikropiloty nebo celého vrtu.
- (2) Vzduch a voda musí mít možnost unikát z vrtu, aby bylo možné jeho úplné zaplnění injekční směsí.
- (3) Při zhotovení téměř vodorovné kotvy nebo mikropiloty lze použít zvláštní opatření, jako je vícestupňová a/nebo vícefázová injektáž, aby se zabránilo výskytu dutin v injektovaném úseku. Jestliže se počítá s více stupňovou injektáží kořenové délky kotvy nebo vícefázovou injektáží, je třeba kotevní systém vybavit odpovídajícím systémem pro opakovanou injektáž.
- (4) Pro zvýšení odporu kotvy proti vytažení a mikropiloty proti působícímu zatížení se může použít vysokotlaká vícefázová injektáž. Při ní je do zeminy vtlačena další injekční směs a zvětšuje se normálové napětí ve spáře mezi základovou půdou a injekční směsí. Tato vysokotlaká injektáž se provádí:
- pomocí injektážních hadic opatřených zpětnými ventily; injektuje se celá kořenová délka,
  - pomocí manžetových trubek; injektuje se zpravidla po etážích odspodu,
  - pomocí ocelových výztužných trubek upravených v kořenové části jako trubky manžetové v případě trubních mikropilot; injektuje se zpravidla po etážích odspodu.
- (5) Kritériem ukončení vysokotlaké injektáže kořene kotev a mikropilot je dosažení projektovaného injekčního tlaku a/nebo injektážního množství předepsaného dokumentací, a to na každé etáži v případě injektáže pomocí manžetové trubky, resp. v celé kořenové délce v případě injektáže pomocí injektážních hadic. Oba způsoby injektáže musí umožnit několikanásobnou reinjektáž.



- (6) Způsob injektáže kořene závisí na okolním horninovém prostředí<sup>2</sup>. Parametry injektáže stanoví dokumentace stavby v závislosti na zastiženém typu a vlastnostech zeminy.
- (7) Záznam o osazení a injektáži kotvy vede Zhotovitel na formuláři, jehož obsah je uveden v příloze č. 2 této kapitoly TKP.
- (8) Záznam o osazení a injektáži mikropiloty vede Zhotovitel na formuláři, jehož obsah je uveden v Příloze č. 5 této části kapitoly TKP.

### 29B.3.7 Napínání kotev

#### 29B.3.7.1 Všeobecně

- (1) Napínání a záznamy musí provádět zkušební pracovníci pod vedením odborníků, přednostně z podniků specializovaných na kotvení nebo od dodavatelů napínacích zařízení.

#### 29B.3.7.2 Napínací zařízení

- (1) Pravidelně používaná napínací zařízení a siloměry musí být kalibrovány v intervalech nejdéle jednoho roku. Potvrzení o kalibraci musí být vždy k dispozici na stavbě pro účely kontroly.
- (2) Napínací zařízení pro tyčové i pramencové kotvy musí napínat kotevní svazek jako jeden celek. Napínací zařízení, která napínají jednotlivé pramence, musí být vybavena takovým měřicím zařízením, které v každém okamžiku zjistí celkovou sílu v kotevním svazku.
- (3) Napínací zařízení musí být schopno předepnout kotevní svazek na požadovanou zkušební sílu v rámci jmenovitého tlaku čerpadla. Napínací zařízení musí být vybaveno systémem pro automatické udržování nastaveného tlaku.

#### 29B.3.7.3 Postup napínání

- (1) Postup napínání stanoví technologický předpis, v případě, že konstrukce vyžaduje speciální postup nebo postupné přetížení, stanoví jej dokumentace.
- (2) Zakotvená konstrukce má být dimenzována tak, aby bezpečně zachytila reakci od zkušební síly vnášené ve shodě s články 29.B.5 a 29.B.6 této kapitoly TKP.
- (3) Napínací zařízení musí být používáno přesně podle návodu výrobce.
- (4) Napínání nebo zkoušky se nemají provádět před zatvrdnutím injektážní směsi v kořenové části, tj. ne dříve než po 7 dnech za předpokladu rychle

tuhnoucích směsí, není-li dokumentací stanoveno jinak.

- (5) V citlivých jemnozrnných (soudržných) zeminách je vhodné určit čas mezi osazením kotvy a jejím napínáním jako minimální, ve kterém zemina může konsolidovat.
- (6) Během zkoušení nebo napínání kotev nesmí sevření táhla způsobit žádné poškození táhla pod hlavou kotvy a nesmí dojít k žádnému poškození protikorozní ochrany.

### 29B.3.8 Zaplnění výztužné a injektážní trubky

- (1) Po ukončení injektáže a odsouhlasení a převzetí mikropiloty nebo kotvy se výztužná trubka mikropiloty a/nebo injektážní trubka zaplní cementovou zálivkou. Plnění se provádí odspoda pomocí hadičky. Výztužná trubka musí být zaplněna až do jejího horního ústí. Složení a vlastnosti zálivky stanoví dokumentace a technologický předpis.

### 29B.3.9 Ochrana proti agresivitě prostředí

- (1) Kotvy, mikropiloty a svorníky musí být chráněny proti agresivitě prostředí podle příslušných ustanovení ČSN EN 1537, ČSN EN 14199 a dokumentace.

### 29B.3.10 Přetížené mikropiloty

- (1) Přetížené mikropiloty se navrhuji z důvodu omezení sedání a vyloučení pružné deformace. Způsob přetížení řeší dokumentace.

### 29B.3.11 Ochrana před účinky bludných elektrických proudů

- (1) Při ochraně proti vlivům bludných elektrických proudů se postupuje podle TP 124 a TKP 18.

## 29B.4 DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ

### 29B.4.1 Všeobecně

- (1) Zhotovitel přepravuje a skladuje materiál a dílce způsobem, který stanoví jednotlivé kapitoly TKP a normy uvedené v následujících článcích, nebo předpis výrobce. Zhotovitel je povinen zajistit řádnou přejímku dodávaného materiálu a výrobků a přesně evidovat jednotlivé dodávky. Materiál a dílce musí být chráněny před poškozením, znehodnocením, popřípadě povětrnostními vlivy. Skladovaný materiál musí být zřetelně označen podle druhu, případně i podle dodávky. Na staveništi mají být k dispozici pouze materiály, které odpovídají požadavkům Smlouvy. Materiál, který vykazuje vady, je poškozen, nevyhověl zkouškám nebo neodpovídá požadavkům dokumentace, je

<sup>2</sup> a) Injektáž ve skalních horninách (Ve skalních horninách není obvykle třeba kořenovou část injektovat, protože pevnost horniny neumožní protržení zálivky), b) Injektáž v poloskalních horninách (V poloskalních horninách je třeba kořen injektovat, aby byl zajištěn co nejlepší styk kořene kotvy a mikropiloty s horninou. Lze předpokládat, že v některých etážích s pevnější horninou nedojde k protržení zálivky ani tlakem stanoveným dokumentací jako maximálním), c) Injektáž v hrubozrnných (nesoudržných) zeminách (V nesoudržných zeminách se injektují všechny etáže kořene.), d) Injektáž v jemnozrnných (soudržných) zeminách (U jemnozrnných (soudržných) zemin dojde obvykle ke klakáži. Stlačením soudržných zemin injektáží obvykle dojde k jejich konsolidaci, která se projeví výtokem vody z injektážní trubky po dobu konsolidace zeminy.) e) Injektáž v navázkách (Způsob injektáže kořene v navázkách se volí podle jejich složení a geotechnických vlastností.)

Zhotovitel povinen ze stavby odstranit a dodat materiál nový, popřípadě prokázat dalšími zkouškami, že požadavkům vyhovuje.

- (2) Zásilka materiálu a výrobků musí být provázena dodacím listem, který musí obsahovat zejména:
  - číslo a datum vystavení,
  - název a adresu výrobce / dovozce / zplnomocněný zástupce a distributora,
  - název a sídlo odběratele,
  - místo dodávky,
  - předmět dodávky a jakostní třídu,
  - hmotnost dodávky, počet kusů apod.,
  - popřípadě další požadované údaje.
- (3) Zjišťuje se, zda je zásilka úplná a nepoškozená a zda dodané množství, druh a jakost souhlasí s údaji uvedenými v dodacím listě.
- (4) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi použité ke stavbě musí být doloženy doklady ve smyslu čl. 29.A.2.1.
- (5) Dodávku a skladování základních materiálů pro kotvy a mikropiloty se upravují příslušnými předpisy.

#### **29B.4.2 Ocel pro výztuž**

- (1) Platí požadavky TKP18.

#### **29B.4.3 Ocelové profily**

- (1) Platí požadavky TKP 19.

#### **29B.4.4 Cement**

- (1) Platí požadavky TKP 18.

#### **29B.4.5 Chemické látky, přísady a příměsi**

- (1) Dodávají se, skladují a chrání před povětrnostními a teplotními vlivy podle zásad TKP 18 a podle pokynů výrobce.

#### **29B.4.6 Kamenivo**

- (1) Platí požadavky kapitoly 18 TKP.

### **29B.5 PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

#### **29B.5.1 Všeobecně**

- (1) Zkoušky musí být prováděny v souladu s TKP 1.
- (2) Zkouškami ve smyslu TKP 1 se rozumí soubor všech činností zahrnujících výkon, jak vlastní zkoušky, tak i vzorkování. Zkoušky mohou být prováděny pouze ve způsobilých zkušebnách, a to buď se způsobilostí „OZ“ (odborně způsobilé) nebo se způsobilostí „A“ (akreditované).
- (3) Provádění zkoušek (způsob, četnost a parametry):
  - a) pro výrobky, stavební materiály a směsi, které jsou ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. stanovenými výrobky je provádění zkoušek

uvedeno v harmonizované/určené normě nebo vyplývá z vydaného Stavebně technického osvědčení (STO) případně Evropského technického posouzení/schválení (ETA). U ostatních výrobků se provádění zkoušek řídí MP SJ-PK, část II/5 – ostatní výrobky;

- b) provádění zkoušek prací realizovaných na stavbě je uvedeno v TKP a v nich uvedených normách a technických předpisech a pro konkrétní stavbu.

#### **29B.5.2 Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky**

- (1) Průkazní zkoušky jsou zkoušky, kterými se prokazuje, že vlastnosti stavebních výrobků (materiálů, směsí, dílců) určených k zabudování do stavby vyhovují předepsaným požadavkům. V některých případech se za průkazní zkoušky považují také počáteční zkoušky typu (výrobku).
- (2) Před prováděním průkazních zkoušek příp. před zahájením prací požádá Zhotovitel Objednatele / Správce stavby o souhlas se zdroji dodávek materiálů, směsí a ostatních ke zkoušce použitých hmot. Každá změna oproti tomuto odsouhlasení podléhá novému souhlasu Objednatele / Správce stavby. Neodsouhlasené materiály, směsi a ostatní hmoty nesmí být použity.
- (3) Počáteční zkoušky typu / průkazní zkoušky materiálů, stavebních výrobků a prvků kotev a mikropilot zajišťuje Zhotovitel stavby u výrobce/dovozce, přičemž protokoly s výsledky zkoušek a posouzení splnění kvalitativních parametrů podle příslušných evropských a českých norem, TP a této kapitoly TKP, případně dalších požadavků jsou předkládány společně s vydaným Prohlášením o shodě / Prohlášení o vlastnostech.
- (4) Stejnou platnost jako průkazní zkoušky mají doklady o posouzení shody nebo vhodnosti vystavené nezávislou autorizovanou osobou/oznámeným subjektem (notifikovanou osobou) nebo osobou způsobilou ve smyslu MP SJ-PK v části II/5 – ostatní výrobky.
- (5) Za průkazní zkoušku v případě ostatních výrobků je považována zkouška typu (vzorku) výrobku. Zkouškou typu se rozumí výběr a zkoušení jednoho nebo většího počtu vzorků výrobku, reprezentující společnou konstrukci, využívající stejné materiály a vyráběné stejným výrobním postupem.
- (6) Dozor při zkouškách a posouzení všech zkoušek kotev musí provádět pouze odpovědná osoba s dostatečnými znalostmi a zkušenostmi s napínáním kotev. Zkoušku provede laboratoř dle MP SJ-PK II/3.

- (7) Postupy zkoušek se musí používat pro dočasné i pro trvalé kotvy.
- (8) Požadovaná přesnost měření je určena dle příslušné normy vztahující se ke zkoušení kotev či mikropilot.
- (9) Zkušební kotvy či mikropiloty musí být stejné konstrukce, ze stejného materiálu a vyrobené stejným technologickým postupem, jako mikropiloty stavby a provádí se strojním zařízením stejných parametrů, jako bude použito na stavbě.
- (10) Dokumentaci zatěžovací zkoušky předkládá projektant nebo Zhotovitel se všemi údaji o zatěžovacím zařízení, popisem průběhu zkoušky a popisem měřicího zařízení ke schválení Objednateli / Správci stavby. Zkoušku provede laboratoř způsobilá ve smyslu části II/3 MP SJ-PK a vyhodnotí projektant nebo Zhotovitel dle ustanovení ČSN ISO 22477-5 a požadavků dokumentace stavby.
- (11) Zprávu o výsledcích průkazných zkoušek směsí dokládá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby (v dostatečném předstihu před zahájením prací, obvykle 14 dní) k odsouhlasení.

### **29B.5.3 Průkazní zkoušky komponent kotev a mikropilot**

#### **29B.5.3.1 Složky betonu**

- (1) Platí příslušná ustanovení TKP 18. Zhotovitel předloží doklady o podle čl. 29B.2.1 Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení, včetně navržené receptury.

#### **29B.5.3.2 Betonářská a předpínací výztuž**

- (1) Platí příslušná ustanovení TKP 18. Zhotovitel předloží doklady o podle čl. 29B.2.1 Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

#### **29B.5.3.3 Ocelové profily a trouby**

- (1) Výrobky musí splňovat příslušná ustanovení TKP 19. Zhotovitel předloží doklady podle čl. 29B.2.1 Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení. Dodávají-li se ocelové profily s certifikátem / hutním atestem, kontroluje se, zda se shoduje se stupněm jakosti předepsaným dokumentací stavby a zda výrobky vyhověly ustanovením příslušné normy. Další Průkazní zkoušky se nepožadují, pokud materiál nevykazuje zjevné vady.

#### **29B.5.3.4 Injekční směsi, malta a zálivka**

- (1) Zhotovitel prokazuje před zahájením prací, že z materiálů a přísad uvedených v receptuře lze vyrobit injekční směs, maltu či zálivku s vlastnostmi podle čl. 29B.2.2.6, 29B.2.3.3 a 29B.2.3.3. Průkazní zkoušky výplně se provedou podle TKP 18. Průkazní zkoušky jiné výplně se provedou podle dokumentace stavby. Platí příslušná ustanovení TKP 18. Zhotovitel

předloží doklady podle čl. 16.2.1 Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

### **29B.5.4 Zatěžovací zkoušky kotev**

#### **29B.5.4.1 Všeobecně**

- (1) Pro zatěžovací zkoušky kotev platí kapitola 9 ČSN EN 1537, ČSN EN ISO 22477-5 a rozlišují se dva typy průkazných zkoušek kotev, a to:
  - typová zkouška a
  - ověřovací zkouška.
- (2) Zkušební postup je za podmínky, že kotva je zatěžována po sobě následujícími zatěžovacími cykly od hodnoty předtížení až po nejvyšší zkušební sílu. Při každém zatěžovacím cyklu je při nejvyšší napínací síle ve stanovených sledovacích časech zaznamenáno posunutí hlavy kotvy.

#### **29B.5.4.2 Typová zkouška kotev**

- (1) Typovou zkouškou, která se provádí před zahájením výroby kotev za účelem získání podkladů pro zpracování projektu kotvení, se stanovuje:
  - odpor proti vytažení kotvy na styku mezi základovou půdou a kořenovou částí,
  - kritické zatížení na mezi tečení kotevního systému,
  - charakteristika tečení kotevního systému při zatěžování až do porušení,
  - výpočtová volná délka táhla,
  - ověření technologického postupu realizace kotev.
- (2) Typová zkouška se provádí zásadně na mimosystémových kotvách.
- (3) Postup zatěžování se provádí v souladu s kapitolou 8.2 ČSN ISO 22477-5 (Zkušební postup 1)
- (4) Mezní únosnost kotvy na styku mezi základovou půdou a kořenovou částí je dosažena při překročení koeficientu tečení  $\alpha_1 = 2,0$  mm, který se vyhodnocuje dle Přílohy A ČSN EN ISO 22477-5.

#### **29B.5.4.3 Ověřovací zkouška kotev**

- (1) Ověřovací zkouška kotev se provádí za účelem ověření předpokladů projektu kotvení a potvrzuje:
  - únosnost kotvy při zkušebním zatížení,
  - velikost tečení kotevního systému až do zkušebního zatížení,
  - výpočtová volná délka táhla,
  - velikost trvalých přetvoření v jednotlivých zatěžovacích stupních.

- (2) V případě trvalých kotev se ověřovací zkouška provádí vždy alespoň na 3 % z celkového počtu kotev, alespoň však na třech kusech. Poloha zkoušených kotev se volí tak, aby bylo ověřeno chování kotev ve všech geotechnických typech, které jsou relevantní pro únosnost kotvy.
- (3) U dočasných kotev se smí od ověřovací zkoušky upustit, jsou-li k dispozici výsledky ověřovacích zkoušek stejného kotevního systému ve srovnatelné základové půdě a se stejným výrobním postupem. Ověřovací zkouška se však musí provést, když má být dokázán vyšší odpor proti vytažení než na jiném srovnatelném místě.
- (4) Ověřovací zkouška se provádí na systémových i mimosystémových kotvách.
- (5) Postup zatěžování se provádí v souladu s kapitolou 8.3 ČSN ISO 22477-5 (Zkušební postup 1).
- (6) U ověřovací zkoušky se stanovuje zkušební síla  $P_p = 1,1 \cdot P_d$ , kde  $P_d$  je návrhová kotevní síla.
- (7) Mezní únosnost kotvy na styku mezi základovou půdou a kořenovou částí je dosažena při překročení koeficientu tečení  $\alpha_1 = 2,0$  mm, který se vyhodnocuje dle Přílohy A ČSN ISO 22477-5.

### 29B.5.5 Zatěžovací zkoušky mikropilot

#### 29B.5.5.1 Všeobecně

- (1) Pro zatěžovací zkoušky mikropilot platí kapitola 7.5 ČSN EN 1997-1 a dále ustanovení kapitola 9.3 ČSN EN 14 199. Pro vrtané mikropiloty lze přiměřeně použít ustanovení kapitoly 9.3 ČSN EN 1536+A1, ČSN EN ISO 22477-1 pro tlakově namáhané a pro tahově namáhané Přílohu A ČSN ISO 22477-5.
- (2) Předepisuje-li to dokumentace, provede Zhotovitel zkušební mikropiloty k ověření rozměrů nutných k dosažení požadované únosnosti. Zkušební mikropiloty se provedou v místech určených v dokumentaci. Zatěžovací zkoušky se použijí pro:
  - potvrzení vhodnosti metody výstavby,
  - určení odezvy zkušební mikropiloty a okolní základové půdy na zatížení z hlediska sedání a event. i mezního zatížení,
  - návrh a posouzení mikropilotového základu.
- (3) Zatěžovací zkoušky se provádějí jako:
  - statické zatěžovací zkoušky se stupňovitým zatížením (MLT), které jsou základní a slouží zejména pro stanovení vztahu mezi zatížením a sedáním hlavy mikropiloty,
  - statické zatěžovací zkoušky s konstantní rychlostí zatlačování,
  - dynamické zatěžovací zkoušky, jejichž výsledků může být použito pouze po příslušné verifikaci se zkouškami

statickými ve srovnatelných podmínkách; dynamické zkoušky mikropilot nejsou vhodné pro vrtané mikropiloty.

#### 29B.5.5.2 Studijní a průkazní zatěžovací zkoušky mikropilot

- (1) Studijní zatěžovací zkoušky se provedou před zpracováním zadávací a/nebo realizační dokumentace, a to zejména v následujících případech:
  - pokud se použije typ mikropiloty nebo metoda instalace, pro kterou neexistuje srovnatelná zkušenost,
  - pokud se navrhuje mikropiloty v základové půdě, pro níž neexistuje srovnatelná zkušenost,
  - pokud systémové mikropiloty budou vystaveny zatížení, pro které teorie a zkušenosti neposkytují při návrhu dostatečnou jistotu a bezpečnost,
  - pokud dojde ke změně zadávací dokumentace a/nebo je to v zadávací dokumentaci předepsáno,
  - pokud je to dohodnuto s Objednatelům projektu.

- (2) Studijní zatěžovací zkoušky se provádějí jako statické zásadně na mimosystémových (zkušebních) mikropilotách. Minimální počet studijních zatěžovacích zkoušek je 3. Zkušební mikropiloty lze navrhnout jako instrumentované. Výsledky studijních zatěžovacích zkoušek mikropilot se použijí zejména pro vypracování zadávací a/nebo realizační dokumentace.

#### 29B.5.5.3 Ověřovací zatěžovací zkoušky mikropilot

- (1) Ověřovací zatěžovací zkoušky se provádějí před zahájením nebo na počátku prací s přihlédnutím ke složitosti geotechnických poměrů, náročnosti a rozsahu díla a zejména nejsou-li k dispozici výsledky zkoušek studijních. Provádějí se jak na mikropilotách mimosystémových, tak na mikropilotách systémových. Ověřovací zatěžovací zkoušky se provádějí vesměs jako statické.
- (2) Postup zatěžování se provádí v souladu s ČSN EN ISO 22477-1.
- (3) Tlakové zatěžovací zkoušky, pokud není specifikováno jinak, je na prvních 100 ks počet zkoušených mikropilot dvě a na každých dalších 100 ks pak jedna další zkušební mikropilota.
- (4) U ověřovací tlakové zkoušky se stanovuje zkušební síla dle ČSN EN 1997-1 jako  $F_p = 1,3 \cdot F_{c,d}$ , kde  $F_{c,d}$  je návrhová tlaková síla.
- (5) U mikropilot namáhaných tahovým anebo kombinovaným zatížením s velkým podílem tahového zatížení (tahové namáhání je více než

polovina namáhání tlakového) se musí provést ověřovací zkouška alespoň na 3 % z celkového počtu mikropilot, alespoň však na třech kusech. Poloha zkoušených mikropilot se volí tak, aby bylo ověřeno jejich chování ve všech geotechnických typech, které jsou relevantní pro únosnost mikropiloty.

- (6) U ověřovací tahové zkoušky se stanovuje zkušební síla  $F_p = 1,4 \cdot F_{t,d}$ , kde  $F_{t,d}$  je návrhová tahová síla.
- (7) U zkušebních mikropilot je přípustné použití většího vyztužení mikropiloty, za dodržení projektem předepsané geometrie vrtu.
- (8) Dosažení mezní únosnosti mikropiloty na styku mezi základovou půdou a dříkem se uvažuje v případě náhlé změny strmosti pracovního diagramu mikropiloty. U tahové zkoušky mikropilot lze použít kritérium používané u kotvení (překročení koeficientu tečení  $\alpha_1 = 2,0$  mm, který se vyhodnocuje dle Přílohy A ČSN ISO 22477-5).

#### 29B.5.6 Jiné průkazní zkoušky

- (1) ZTKP mohou v opodstatněných případech předepsat další průkazní zkoušky nezbytné pro zajištění kvalitního provedení díla. Jedná se například zkoušku integrity, agresivity podzemní vody nebo zemin na stavební konstrukce, nebo ověření základových poměrů v místě stavby. Tyto zkoušky provede způsobilá laboratoř Zhotovitele s dostatečným časovým předstihem před zahájením výstavby kotev, mikropilot nebo svorníků. Pro hrazení nákladů za tyto zkoušky platí příslušné články TKP 1.

#### 29B.5.7 Monitoring

- (1) Při provádění kotev a mikropilot je průkazem provedení injektáže podle dokumentace nebo technologického předpisu monitoring injektážních prací.
- (2) Požadovaný typ, rozsah a přesnost měření v rámci monitoringu musí být přesně určeny v dokumentaci, monitorovací zařízení musí být osazena a uvedena v činnost před zahájením prací.
  - Počítačové systémy mají být použity k měření a záznamům injektážních parametrů.
- (3) Monitorované parametry musí být zaznamenávány v reálném čase.

### 29B.6 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, PROVOZNÍ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

#### 29B.6.1 Všeobecně

- (1) Obecné zásady jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### 29B.6.2 Provozní zkoušky

- (1) Vzorky injekční směsi se odebírají ve výrobně směsi. Injekční směsi musí být na staveništi podrobeny provozním zkouškám, které se zkouší v souladu s Přílohou 29A.P4 této kapitoly TKP:

- objemová hmotnost,
- viskozita Marsh,
- odstoje vody.

Objemová hmotnost směsi je určena dokumentací. Měření se provádí jedenkrát za směnu.

Hodnota viskozity směsi je stanovena dokumentací. Viskozita se měří jedenkrát za směnu na viskozimetru Marsh dle EN ISO 10414-1.

Odstoj vody se kontroluje dle Přílohy B EN 934-4, jedenkrát za směnu ve výrobně směsi.

- (2) Výsledky zkoušek jsou zaznamenány do Laboratorního deníku.
- (3) V případě, že zaznamenané parametry nejsou v souladu s požadavky dokumentace stavby, rozhodne projektant o dalším postupu.
- (4) Podmínky pro přítomnost Správce stavby nebo jeho asistentů při provozních zkouškách jsou shodné jako při kontrolních zkouškách.

#### 29B.6.3 Kontrolní zkoušky

##### 29B.6.3.1 Kontrolní zkoušky komponent kotev a mikropilot

##### 29B.6.3.1.1 Složky čerstvého betonu, čerstvý beton a beton

- (1) Veškeré odběry vzorků a zkoušky čerstvého betonu musí odpovídat ČSN EN 13670, ČSN EN 206+A2, ustanovením TKP 18 a požadavkům ZTKP.
- (2) U čerstvého betonu při betonáži armokošových mikropilot zhotovených na místě Zhotovitel zkouší nejméně:
  - zpracovatelnost,
  - konzistenci,
  - teplotu,
  - pevnost v tlaku.
- (3) Minimální četnost zkoušek pevnosti v tlaku pro mikropiloty je:
  - a) jedna sada vzorků z prvního dne betonáže mikropilot,
  - b) 2 sady vzorků v průběhu pěti pracovních směn

- c) dvě další sady vzorků po přerušení práce delší než 7 dní,
- d) jedna sada vzorků pro každých 75 m<sup>3</sup> betonu, které jsou zpracovány v jednom dni,
- e) jedna sada vzorků z každého dne kdy se betonují mikropiloty z betonu třídy C35/45 a popř. vyšší.

- (4) Minimální počet zkušebních válců nebo krychlí pro jednu sadu zkoušek jsou 3 kusy.
- (5) Pokud je beton vyráběn ve výrobně s certifikovanou kontrolou kvality, smějí být dohodnuta odlišná pravidla pro odběr a zkoušení vzorků.
- (6) Minimální počet zkoušek čerstvého betonu určuje TKP 18.

#### 29B.6.3.1.2 Betonářská a předpínací výztuž

- (1) Pro provádění zkoušek platí ustanovení TKP 18. U oceli s certifikátem / hutním atestem se kontroluje, zda stupeň prověření jakosti odpovídá požadavku dokumentace stavby a zda vyhovuje předepsaným zkouškám. Dále se kontrolují rozměry, povrch, provedení žebírek a průřezová plocha. Nevyhovuje-li předepsanému stupni atestu, zkouškám nebo vykazuje-li povrchové vady a poškození, musí Zhotovitel provést zkoušky mechanických vlastností.

#### 29B.6.3.1.3 Ocelové profily a trouby

- (1) Pro provádění zkoušek platí ustanovení TKP 19. Ocelové profily a trouby se dodávají s certifikátem / hutním atestem, přičemž Zhotovitel předloží podle zákona č. 22/1997 Sb., v platném znění a nařízení vlády č. 163/2002 Sb., v platném znění prohlášení o shodě doložené doklady o jakosti těchto výrobků, o povrchových úpravách a rozměrových tolerancích podle TKP 19, včetně protokolů o výsledcích zkoušek a jejich hodnocení posouzením splnění kvalitativních parametrů podle těchto TKP. Nevyhoví-li ocelové profily a trouby předepsanému stupni atestu, zkouškám nebo vykazují-li povrchové vady a poškození, musí Zhotovitel provést zkoušky mechanických vlastností. Všechny výrobky použité ke stavbě musí být doloženy doklady ve smyslu čl. 29A.2.1.

#### 29B.6.3.1.4 Příměsi a přísady

- (1) Kontrolují se a zkoušejí podle TKP 18, ČSN EN 934-2+A1, předpisů výrobce příměsí nebo přísady a odsouhlasených technologických předpisů Zhotovitele na základě údajů výrobců.

#### 29B.6.3.1.5 Kontrolní zkoušky injekční směsi a zálivky

- (1) Pevnost v prostém tlaku se zjišťuje vždy první den zahájení výroby injekční směsi a dále min. jednou týdně na sadě tří vzorků ve válcových formách o poměru výška/průměr 2:1. Pokud se

použijí hranoly nebo válce s jiným poměrem h/d je třeba provést korekci tak, aby výsledky odpovídaly referenční zkušební geometrii. Zkouška se provádí dle ČSN EN 12390-3 jako 28denní, není-li dokumentací nebo ZTKP požadováno jinak

#### 29B.6.3.2 Kontrola během provádění kotev a mikropilot

- (1) V dokumentaci musí být specifikována kritéria pro sledování a kontrolu prací během provádění kotev a mikropilot. Pokud projekt nepředepíše jinak, provádějí se následující záznamy a kontroly:
  - Záznam prováděcích parametrů při plnění vrtů a injektáži (tlak, průtok injekční suspenze v čase) pomocí automatického zapisovače dat během provádění každého prvku. V případě zhotovení mikropilot s použitím betonu nebo malty se tento záznam nevyžaduje.
  - Kontrola polohy a výšky návrtného bodu u každého prvku. Kontrola se provádí např. geodetickým přístrojem, totální stanicí nebo GPS. Tento typ kontroly se nevyžaduje dokumentovat.
  - Kontrola úklonu lafety u každého prvku. Kontrola se provádí např. vodováhou nebo totální stanicí. Tento typ kontroly se nevyžaduje dokumentovat.

#### 29B.6.3.3 Kontrolní zkoušky kotev

- (1) Každá systémová kotva musí být podrobena kontrolní zkoušce.
- (2) Kontrolní zkoušky zajišťuje Zhotovitel. Zkoušky smí provádět zkušebna se způsobilostí podle MP SJ-PK II/3 - zkušebnictví. Zkušebna musí být odsouhlasena Objednatelem / Správcem stavby.
- (3) Účelem kontrolních zkoušek je:
  - prokázat, že je kotva schopna přenést zkušební sílu vyvozenou při zkušebním postupu;
  - určit výpočtovou volnou délku táhla;
  - potvrdit, že zaručená síla odpovídá navržené velikosti zatížení po odečtu tření;
  - pokud je třeba, určit hodnoty meze tečení nebo poklesu síly v mezním stavu použitelnosti.
- (4) Přesnost měření při kontrolních zkouškách a zkušební postup při kontrolních zkouškách určuje dle kapitoly 8.3 ČSN EN ISO 22477-5 (Zkušební postup 1) a kap. 9.5 ČSN EN 1537. Objednatel / Správce stavby musí schválit zkušební postupy a k nim příslušné způsoby vyhodnocení.
- (5) U kontrolní zkoušky se stanovuje zkušební síla  $P_p = 1,1 \cdot P_d$ , kde  $P_d$  je návrhová kotevní síla.

- (6) Mezní únosnost kotvy na styku mezi základovou půdou a kořenovou částí je dosažena při překročení koeficientu tečení  $\alpha_1 = 2,0$  mm, který se vyhodnocuje dle Přílohy A ČSN ISO 22477-5.
- (7) Kotvy mohou být vybaveny měřicím zařízením. Pokud kotvená konstrukce reaguje citlivě na změny síly nebo na přetvoření základové půdy, je možno tímto měřicím zařízením sledovat chování kotev po celou dobu jejich návrhové životnosti. Minimální počet kotev sledovaných v pravidelných intervalech je alespoň 5 % z celkového počtu, pokud dokumentace stavby nestanoví jinak.

#### 29B.6.3.4 Kontrolní zkoušky mikropilot

- (1) Kontrolní zkoušky zajišťuje Zhotovitel. Zkoušky smí provádět zkušebna se způsobilostí podle MP SJ-PK II/3 - zkušebnictví. Zkušebna musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby.
- (2) Provádějí se následující zkoušky:
- zkoušky statické únosnosti (kontrolní statická zatěžovací zkouška),
  - zkoušky dynamické únosnosti (kontrolní dynamická zatěžovací zkouška); ta se neprovádí v případě vrtaných mikropilot,
  - zkoušky integrity (kontrolní zkoušky PIT, výjimečně CHA v případě vrtaných mikropilot armokošových),
  - event. jiné zkoušky.
- (3) Pro kontrolní zatěžovací zkoušky mikropilot platí kapitola 7.5 ČSN EN 1997-1 a čl. 9.3 ČSN EN 14 199. U vrtaných mikropilot lze v odpovídající míře použít ustanovení kapitoly 9.3 ČSN EN 1536+A1. Zkoušky se provádějí během nebo po provedení prací. Při provádění zatěžovacích zkoušek na systémových mikropilotách nesmí nejvyšší zkušební zatížení ohrozit jejich provozuschopnost.
- (4) Počet kontrolních zatěžovacích zkoušek, jejich druh a způsob vyhodnocení určuje dokumentace stavby.
- (5) Provedení kontrolní zkoušky integrity mikropilot předepisuje dokumentace. Integrity mikropilot se zkouší metodou dynamických impulzů (PIT, SIT) a to pouze u mikropilot armokošových s průměrem nad 250 mm. Počet zkoušených mikropilot a metodu těchto zkoušek stanoví ZDS/PDPS nebo ZTKP. Pro mostní stavby je provedení těchto zkoušek povinné u každé armokošové mikropiloty s průměrem nad 250 mm.

(6) Při pochybnostech o jakosti mikropiloty může Objednatel / Správce stavby požadovat provedení dalších zkoušek, jako jsou např. geofyzikální metody. Pro hrazení nákladů na tyto zkoušky platí čl. 1.6.1.3.e TKP 1).

(7) Pokud dokumentace stavby nepředepisuje kontrolní zkoušky mikropilot, pak kontrolní zkouška statické únosnosti mikropilot bude provedena vždy pro případ založení mostní konstrukce, a to v počtu min 1 ks / mostní konstrukce, a dále tam, kde bude v rozsahu mostního objektu výrazně proměnlivá geologie. V ostatních případech zkoušky nejsou vyžadovány.

(8) Pokud budou dokumentací stavby předepsány, pak postup zatěžování se provádí v souladu s ČSN EN ISO 22477-1 a zkušební síla se stanovuje následovně:

- $F_p = F_{c,k}$  (při namáhání tlakem), kde  $F_{c,k}$  je charakteristická tlaková síla.
- $F_p = F_{t,k}$  (při namáhání tahem), kde  $F_{t,k}$  je charakteristická tahová síla.

#### 29B.6.3.5 Měření deformací

(1) Kontrolní měření deformací terénu a okolních objektů se v průběhu realizace kotev a mikropilot neprovádí, pokud není předepsáno jinak.

### 29B.7 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY

#### 29B.7.1 Přípustné odchylky u kotev

- (1) Dle ČSN EN 1537 musí být vrty pro kotvy vyhloubeny v předepsaných tolerancích.
- (2) Tolerance v umístění, délce, sklonu a směru vrtů, objemové hmotnosti zálivky / injekční směsi a velikosti injekčního tlaku stanovuje tato kapitola TKP:
- půdorysné umístění svislých a skloněných mikropilot měřené na úrovni pracovní plošiny 75 mm,
  - sklon vrtu 2°  
(kontrola po odvrtání prvních 2 m),
  - celková odchylka po délce  $\leq 1/30$  délky,
  - hloubka spodního konce kotvy<sup>3</sup> 200 mm,
  - objemová hmotnost zálivky a injekční směsi 2 %,
  - injekční tlak 5 %.
- (3) Přípustné odchylky v napnutí jsou stanoveny v jednotlivých ustanoveních čl. 29.B.5.2.7 této kapitoly TKP.
- (4) Tolerance může upřesnit dokumentace.

<sup>3</sup> Někdy je z technologického hlediska třeba vrt prodloužit.

- (5) Odchylky jsou odchylkami mezními. Pokud dojde z jakýchkoliv důvodů k překročení přípustné odchylky, navrhne Zhotovitel nápravné řešení a předloží jej Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

#### 29B.7.2 Přípustné odchylky u mikropilot

- (1) Následující přípustné odchylky mikropilot dle ČSN EN 14199 jsou:

- půdorysné umístění svislých a skloněných mikropilot měřené na úrovni pracovní plošiny  $\leq 100$  mm,
- odchylka od teoretické osy:
- u svislých mikropilot max. 2 % délky,
- u subvertikálních mikropilot ( $n > 4$ )<sup>4</sup> max. 4 % délky,
- u šikmých mikropilot ( $n < 4$ ) max. 6 % délky,
- poloměr zakřivení  $\geq 200$  m,
- maximální úhlová odchylka v mikropilotovém spoji  $1/150$  radiánu.

Dále se touto kapitolou TKP stanovují následující mezní odchylky:

- hloubka spodního konce mikropiloty  $\leq 200$  mm,
- délka mikropiloty  $\leq 200$  mm,
- objemová hmotnost závlivky a injekční směsi 2 %,
- osazení výztuže ve svislém směru  $\leq 100$  mm.

- (2) Tolerance může upřesnit dokumentace.

- (3) Odchylky jsou odchylkami mezními. Pokud dojde z jakýchkoliv důvodů k překročení přípustné odchylky, navrhne Zhotovitel nápravné řešení a předloží jej Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

#### 29B.8 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

- (1) Kotvy a mikropiloty se provádějí bez zvláštních opatření při teplotě vzduchu nad  $+5$  °C. Při nižších teplotách musí být výroby, injektážní stanice a rozvody injekční směsi zatepleny, aby nedošlo ke zmrznutí injekční směsi. Teplota v injekční stanici musí být taková, aby mohly být provedeny spolehlivě kontrolní zkoušky. Kotvy musí být skladovány, dopravovány a osazovány za teploty, při které nedojde k poškození jednotlivých součástí kotvy a její protikorozi ochrany. To se týká především plastových součástí, které mohou při nízké teplotě křehnout a při vysoké teplotě ztrácet pevnost.

#### 29B.9 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ

##### 29B.9.1 Odsouhlasení prací

- (1) Zásady pro odsouhlasení prací jsou uvedeny v čl. 29.5.1 této kapitoly TKP.

##### 29B.9.2 Převzetí prací

- (1) Zásady pro převzetí prací jsou uvedeny v čl. 29.5.2 této kapitoly TKP.

#### 29B.10 SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ

- (1) Kontrolní měření deformací jednotlivých základových prvků se běžně neprovádí, kromě zatěžovacích zkoušek popsanych v čl. 29.B.4. a 29.B.5 této kapitoly TKP. Měření posunů se provádí u pažících konstrukcí (jednostranně trvale obnažených mikropilotových stěn). Měření sedání nebo pootočení celých základů po zatížení stavbou může být předepsáno dokumentací u konstrukcí citlivých na nerovnoměrné sedání. Měření se provádí podle dokumentace sledování, která předepisuje instrumentaci a monitoring díla. Měření lze provádět pomocí elektrických nebo mechanických snímačů, přesné nivelace, elektrických vodováh, vertikálních a horizontálních inklinometrů, extenzometrů, holografických hranolů, piezometrů atp.
- (2) V opodstatněných případech, zejména v zastavěných oblastech a v blízkosti inženýrských sítí, se doporučuje provádět geotechnický monitoring objektů. Jeho rozsah určuje dokumentace.
- (3) Zvláštním případem jsou tzv. předtížené mikropiloty, tj. takové, u nichž se požaduje, aby nepružná (trvalá) deformace podloží proběhla ještě před zatížením mikropiloty nebo základu stavbou. Předtížení a měření sedání jednotlivých mikropilot probíhá podle schváleného technologického předpisu.
- (4) Všechna výše uvedená měření, včetně geotechnického monitoringu, smí provádět fyzická nebo právnická osoba se způsobilostí podle MP SJ-PK, část II/3, která musí být odsouhlasena Objednatelům / Správcem stavby. Pokud je toto měření prováděno geodetickými metodami, provádí ho úředně oprávněný zeměměřický inženýr, který musí být odsouhlasen Objednatelům / Správcem stavby.
- (5) Zhotovitel vypracuje o každém měření dokumentaci, kterou předepisují dokumentace a/nebo TEP Zhotovitele.

#### 29B.11 EKOLOGIE

##### 29B.11.1 Všeobecně

- (1) Zásady ochrany životního prostředí jsou uvedeny v čl. 29.6 této kapitoly TKP.

<sup>4</sup> Šikmost piloty „n“ stanovuje obr. 2 ČSN EN 14199



#### **29B.11.2 Provoz strojů**

- (1) Podmínky provozu strojů jsou uvedeny v čl. 29.6.2 této kapitoly TKP.

#### **29B.11.3 Skládání**

- (1) Podmínky pro skládání jsou uvedeny v čl. 29.6.3 této kapitoly TKP.

#### **29B.12 BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA**

- (1) Zásady BOZP jsou uvedeny v čl. 29.7 této kapitoly TKP.

### 29B.13 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.

#### 29B.13.1 Citované normy

ČSN EN 206+A2	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 447	Injektážní malta pro předpínací kabely – Základní požadavky
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 934-4	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Část 4: Přísady do injektážní malty pro předpínací kabely – Definice, požadavky, shoda, označování a značení štítkem
ČSN EN 1008	Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu
ČSN EN 1537	Provádění speciálních geotechnických prací –Horninové kotvy
ČSN EN 1992-1-1 ed.2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1 ed.2	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-5	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 5: Piloty a štětové stěny
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
ČSN EN 12716	Provádění speciálních geotechnických prací – Trysková injektáž
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN EN 14199	Provádění speciálních geotechnických prací – Mikropiloty
ČSN EN ISO 10414-1	Naftový a plynárenský průmysl – Provozní zkoušení kapalin určených pro vrtné výplachy – Část 1: Kapaliny určené pro vrtné výplachy na bázi vody
ČSN EN ISO 12944	Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy
ČSN EN ISO 22477-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Zkoušení geotechnických konstrukcí – Část 1: Zkoušení pilot: statická zatěžovací zkouška v tlaku
ČSN EN ISO 22477-5	Geotechnický průzkum a zkoušení – Zkoušení geotechnických konstrukcí – Část 5: Zkoušení injektovaných kotev

#### 29B.13.2 Související kapitoly TKP a TP

TKP 1	Všeobecně
TKP 16	Piloty a podzemní stěny
TKP 18	Betonové konstrukce a mosty
TKP 19B	Protikorozní ochrana ocelových mostů a konstrukcí
TKP 31	Opravy betonových konstrukcí
TP 124	Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací

### **29B.13.3 Související předpisy**

ETAG 013

Předpínací sestavy pro dodatečné předpínání konstrukcí (Post-tensioning kits for prestressing of structures)

## Záznam o vrtání kotvy

**Číslo:**

**Stavba:**

**Datum:**

**Směna: od:**

**do:**

**Vedoucí směny:**

**Posádka:**[illegible]

Zhotovitel:

Datum:

Objednatel / Správce stavby:

Datum:

# ZÁZNAM O KOTVĚ

**Číslo:**

**Cement:**

**Stavba:**

**Zálivka V/C:**

**objem:**

**Typ kotvy:**

### Injekční směs V/C:

**Délka kotvy:**

**Délka vaku:**

**Délka kořene:**

**Datum injektáže:****Počet etáží:**

**Injektoval:**

**Datum osazení:**

[illegible]

### Protikorozní ochrana:

Poznámky:

Druh: .....

.....

Délka:.....

.....

Ochranná zálivka:.....

.....

Druh:.....

.....

Injektoval:.....

.....

Spotřeba: .....

.....

Zhotovitel:

Objednatel / Správce stavby:

Datum:

Datum:

## PŘEDÁVACÍ PROTOKOL KOTVY

Stavba:

Číslo kotvy:

Vrtný stroj:.....	Druh kotvy:.....
Průměr vrtu.....	Zaručená síla $P_0$ :.....
Sklon:.....	Zkušební síla $P_p$ :.....
Směr:.....	Délka kotvy:.....
Kóta hlavy:.....	Délka kořene:.....
Výplach:.....	Napínací zařízení:.....
Datum vrtání:.....	Přílohy:.....
Datum osazení:.....	.....
Datum injektáže:.....	.....
Datum napínání:.....	.....

Zjištěný geologický profil:

Hloubka	Geologie

Spotřeba hmot:

Množství		Cement	Bentonit
Výplach	m <sup>3</sup>	q	q
Zálivka	l	q	q
Vak	l	q	q
Injektáž	l	q	q
Ochranná zálivka	l	q	q
Celkem	l	q	q

Nízkotlaká injektáž:

Datum:.....

Počet injektohodin:.....

Vysokotlaká injektáž:

Datum:.....

Počet injektohodin:.....

Ochrana proti korozi:

Druh:.....

.....

Délka:.....

Poznámka:.....

Zhotovitel:

Datum:

Objednatel / Správce stavby:

Datum:

## ZÁZNAM O VRTÁNÍ MIKROPILOTY

**Číslo:**

**Stavba:**

**do:**

**Posádka:**[illegible]

Objednatel / Správce stavby:

Datum:





## PŘEDÁVACÍ PROTOKOL MIKROPILOTY

Stavba:

Číslo mikropiloty:

Vrtný stroj:.....	Druh mikropiloty:.....
Průměr vrtu:.....	Hlava mikropiloty:.....
Sklon:.....	
Směr:.....	Délka mikropiloty:.....
Kóta hlavy:.....	Délka kořene:.....
Výplach:.....	
Datum vrtání:.....	Přílohy:.....
Datum osazení:.....	.....
Datum injektáže:.....	.....

Zjištěný geologický profil:

Hloubka	Geologie

Spotřeba hmot:

Množství		Cement	Bentonit
Výplach	m <sup>3</sup>	q	q
Zálivka	l	q	q
Injektáž	l	q	q
Celkem	l	q	q

Nízkotlaká injektáž:

Datum:.....

Počet injektohodin:.....

Vysokotlaká injektáž:

Datum:.....

Počet injektohodin:.....

Ochrana proti korozi:

Druh:.....

.....

Délka:.....

Poznámka:.....

Zhotovitel:

Datum:

Objednatel / Správce stavby:

Datum:

## C. TRYSKOVÁ INJEKTÁŽ

### 29C.1 ÚVOD

#### 29C.1.1 Všeobecně

- (1) Tato část TKP 29 obsahuje požadavky Objednatele stavby na materiály, technologické postupy, zkoušení a převzetí výkonů a dodávek při tryskové injektáži a dále při opravách a údržbě konstrukcí prováděných pomocí tryskové injektáže.
- (2) Trysková injektáž se provádí za účelem zlepšení geotechnických vlastností hornin, zejména jejich zpevnění a/nebo utěsnění a za účelem vytvoření nosného prvku schopného přenášet zatížení.
- (3) Stanovení druhu tryskové injektáže, její prostorové polohy, členění a rozměrů, jako i kvality materiálu určuje dokumentace stavby, která musí být vypracována v souladu se Směrnicí pro dokumentaci staveb pozemních komunikací a touto kapitolou TKP.
- (4) Prvky z tryskové injektáže nejsou obvykle trvale odhaleny. Požadavky na opravy a údržbu se proto nestanovují. V případě požadavku na trvalé odhalení částí prvků z tryskové injektáže musí být vypracován technologický předpis a dokumentace na jejich opravu a údržbu.

#### 29C.1.2 Systém zabezpečení kvality

- (1) Požadavky na systém zabezpečení kvality jsou uvedeny v čl. 29.1.3 této kapitoly TKP.

#### 29C.1.3 Obsah dodávky

- (1) Požadavky na obsah dodávky jsou uvedeny v čl. 29.2 této kapitoly TKP.

#### 29C.1.4 Vytýčení stavby

- (1) Požadavky na vytýčení stavby jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### 29C.1.5 Sledování okolních objektů

- (1) Požadavky na sledování okolních objektů jsou uvedeny v čl. 29.4 této kapitoly TKP.

### 29C.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ

#### 29C.2.1 Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků)

- (1) Popis a kvalita veškerého materiálu, který se stane trvalou součástí předmětu díla, jsou stanoveny:
  - v technologickém předpisu Zhotovitele (TePř),
  - v ČSN EN 12716,
  - v dokumentaci stavby se specifikací v realizační dokumentaci, resp. ve výrobně-technické dokumentaci výrobce,

- v této kapitole TKP, případně v dalších souvisejících kapitolách,

- v příslušných TP ministerstva dopravy,

- v TEP výrobce/dovozce jednotlivých výrobků.

- (2) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity k výrobě tryskové injektáže, předloží Zhotovitel Objednateli ke schválení (viz čl. 7.2 Obchodních podmínek) a zároveň doloží doklady podle čl. 29.A.2.1.
- (3) Pokud je to v ZTKP požadováno, pak k prohlášením/certifikátům výrobků ve smyslu písm. a) až d) čl. 1.4.4.1 TKP 1 musí být přiloženy příslušné protokoly o zkouškách a dále protokoly o certifikaci obsahující posouzení splnění požadovaných parametrů dle této kapitoly TKP, ZDS a případných dalších a/nebo změněných (zejména zvýšených) požadavků dle ZOP / ZTKP. Není-li tento požadavek v ZDS uveden, může dodatečné předložení protokolu o certifikaci / posouzení shody / ověření stálosti vlastností požadovat Objednatel / Správce stavby i v průběhu stavby.
- (4) Průkazní zkoušky materiálů, které nejsou výrobkem ve smyslu zákona č. 102/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a výrobků, které nejsou stanoveným výrobkem ve smyslu § 12 zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, musí být provedeny laboratorii se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3.
- (5) Souhlas k použití výrobků, stavebních materiálů a směsí jiných, než určených v ZDS dává Objednatel / Správce stavby po předložení příslušných dokladů (požadovaných ve výše uvedených odstavcích) Zhotovitelem stavby. Veškeré změny oproti ZDS se řeší dle OP.
- (6) Neschválené výrobky, stavební materiály, směsi a konstrukční prvky nesmějí být skladovány ani dočasně složeny na staveništi
- (7) Zkoušky stavebních výrobků předepsané v této kapitole TKP musejí být v procesu prokazování shody/vhodnosti respektovány.

#### 29C.2.2 Materiály k výrobě injekční směsi

- (1) Trysková injektáž zahrnuje přidání injekční směsi, a je-li to nutné, stavební výztuže do zeminy.

##### 29C.2.2.1 Hydraulická pojiva a cementy

- (1) Hydraulická pojiva zahrnují všechny cementy a podobné hmoty používané ve vodních suspenzích pro výrobu injekčních směsí. Běžně se používá cementová suspenze.
- (2) Cement musí odpovídat ČSN EN 197-1 ed. 2; metody zkoušení cementů podléhají ČSN EN 196-1.

- (3) Pro výrobu cementové a jílocementové injekční směsi se použije cement podle dokumentace. Typ cementu se volí s ohledem na kategorii expozice v souladu s ČSN EN 206+A2.

#### **29C.2.3 Jílové materiály**

- (1) Jíly přirozené nebo upravené se používají pro úpravu vlastností cementových suspenzí (zvýšení vodotěsnosti, snížení odstoje vody, úprava viskozity apod.).
- (2) *Bentonit* je jíl obsahující jílový minerál montmorillonit, který s vodou zvětšuje mnohonásobně svůj objem a má výrazné tixotropní vlastnosti. Jeho složení a vlastnosti jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.
- (3) *Tumerit* je jíl illitického typu (váže podstatně menší množství vody než bentonit). Jeho složení a vlastnosti jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.

#### **29C.2.4 Voda**

- (1) Voda pro injekční směs musí odpovídat ČSN EN 1008 a ČSN EN 206+A2.

#### **29C.2.5 Přísady**

- (1) Přísady jsou sloučeniny přidávané v malých množstvích během míchání směsi s cílem upravit jejich vlastnosti a dosáhnout požadované parametry směsi, jako je viskozita, doba tuhnutí, stabilita, pevnost, odpor, soudržnost a propustnost po zabudování. Přísady do směsí, jako jsou superplastifikátory, přísady zabraňující odlučování vody, provzdušňovací přísady a další musí odpovídat ČSN EN řady 934 a 480 a ČSN EN 206+A2.

#### **29C.2.6 Příměsi**

- (1) Použití příměsí musí být v souladu s ČSN EN 206+A2. Pucolány a popílek z tepelných elektráren nebo jiné inertní nebo reaktivní složky lze použít do injekčních směsí pouze za předpokladu, že jsou vzájemně chemicky kompatibilní a splňují požadavky na ochranu životního prostředí. Složení a vlastnosti jednotlivých složek použitých do injekčních směsí jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce. Musí se věnovat pozornost velikosti částic použitých přísad, aby v průběhu tryskové injekce nedocházelo k ucpávání trysek.

#### **29C.2.7 Injekční směsi**

- (1) Druh a složení injekční směsi stanoví dokumentace. Obvykle se používá cementová nebo jílocementová směs, případně s příměsí a přísadami.

#### **29C.2.8 Výztuž**

- (1) Pokud je to potřebné, lze sloupy tryskové injekce opatřit výztuží, jež se zabuduje obvykle až po jejich vytryskání. Způsob vyztužení, materiál, kvalitu a okamžik osazení výztuže (osazení do čerstvého materiálu

tryskové injekce nebo do vrtu vyvrtaném v prvku po zatvrdnutí) stanoví dokumentace stavby.

- (2) Pro betonářskou výztuž platí ustanovení TKP 18. Je-li jako výztuž použita ocelová truba nebo válcovaný profil, musí jejich kvalita odpovídat požadavkům TKP 19.

### **29C.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ**

#### **29C.3.1 Všeobecně**

- (1) Zhotovitel předloží před zahájením prací Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení technologický předpis pro tryskovou injekci, případně technické a kvalitativní parametry, podmínky pro přesnost jejího provádění, podmínky pro kontrolu jakosti a dodací podmínky. Tento technologický předpis musí být v souladu s dokumentací stavby, která musí obsahovat základní požadavky na tryskovou injekci, zejména délku, průměr a sklon sloupů tryskové injekce, parametry injekce atp.
- (2) Zvolená technologie provedení tryskové injekce musí umožnit její zhotovení v daných geotechnických poměrech v požadované kvalitě podle dokumentace. V technologickém předpisu Zhotovitel doloží:

- popis základové půdy, včetně uskupení vrstev do geotechnicky ekvivalentních zón,
- metodu a geometrii vrtání,
- metodu tryskové injekce,
- postup tryskové injekce z hlediska času a pořadí injektážních míst,
- dovolené hodnoty operačních parametrů médií použitých k rozrušování a injektování (tlak, množství),
- předběžnou sestavu parametrů tryskové injekce pro geotechnicky ekvivalentní zóny (pro potvrzení kalibračními zkouškami),
- možnosti pozměnění parametrů tryskové injekce v průběhu prací,
- druh, složení a vlastnosti injekční směsi,
- opatření k zamezení nedovolených sedání nebo zvedání,
- nakládání s vyplaveným materiálem,
- údaje o materiálech sloužících k výrobě injekční směsi včetně výsledků průkazných zkoušek nebo atestů a jejich vyhodnocení,
- způsob kontroly, zkoušek, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu díla, zejména měřitelné parametry vlastností, kterých má být dosaženo pro správnou funkci díla, instrumentaci požadovanou pro provádění monitoringu a pro záznam dat.

- (3) V technologickém předpisu musí být uvedeny přípustné odchylky v umístění návrtného bodu a směrových parametrů vrtů tryskové injektáže, jako i složení a vlastnostech injekční směsi (viz čl. 29.C.7 této kapitoly TKP). Požadované odchylky odlišné od této kapitoly TKP a ČSN EN 12716 jsou stanoveny dokumentací.
- (4) Zhotovitel uvede jméno zástupce Zhotovitele zodpovídajícího za kvalitu díla.
- (5) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby časový plán prací a harmonogram jednotlivých dílčích odsouhlasení. Bez souhlasu Objednatele / Správce stavby nelze stavební práce zahájit. Objednatel / Správce stavby se zúčastňuje dílčích odsouhlasení podle postupu prací, nerozhodne-li písemně jinak.
- (6) Zhotovitel je povinen bez prodlení oznámit Objednateli / Správci stavby všechny podstatné odchylky skutečně zjištěných geotechnických poměrů staveniště od geotechnických poměrů předpokládaných dokumentací, které by mohly ovlivnit funkci zhotovovaných prvků. Odchylky se zaznamenají do stavebního deníku, protokolu o výrobě nebo jiných dokladů vedených mezi Objednatel / Správcem stavby a Zhotovitelem. Zhotovitel navrhne potřebná opatření, která podléhají schválení Objednatel / Správcem stavby.
- (7) Záznam o provádění tryskové injektáže vede Zhotovitel na formuláři, jehož obsah je uveden v příloze č. 29C.P2 této části kapitoly 29 TKP.

### 29C.3.2 Místo provádění prací

- (1) Potřebné úpravy pracovní plochy a přístupových cest, včetně jejich zpevnění, provádí Zhotovitel před zahájením provádění hloubkového zlepšování zemin. Zhotovitel musí věnovat náležitou pozornost úpravě a zpevnění pracovní plošiny a přístupových cest tak, aby v průběhu celé realizace prací nevznikly problémy se stabilitou vrtné soupravy a příslušných pomocných mechanismů. Navržená úprava pracovní plošiny a přístupových cest musí být součástí Realizační dokumentace (RDS), části POV. Materiál použitý pro zhotovení pracovní plošiny nesmí bránit průchodu mísicího nástroje.

### 29C.3.3 Údaje o strojích

- (1) Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení údaje o použitých stavebních strojích, zejména o mechanismech a zařízeních určených k provedení injektážních vrtů a tryskové injektáže. Údaje obsahují základní parametry a rozměry vrtných a injektážních mechanismů.
- (2) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení podrobné informace o výrobně injekční směsi a její kapacitě, systému kontroly jakosti včetně kalibračních listů měřicích zařízení. Objednatel / Správce stavby je

oprávněn správnost měřicích zařízení kontrolovat.

- (3) Zařízení pro tryskovou injektáž zahrnuje:

- vrtnou soupravu vybavenou vrtným soutyčím s monitorem a pohonem pro tryskovou injektáž podle použité metody (viz čl. 29.C.3.5 této kapitoly TKP),
- vzduchový kompresor a/nebo vysokotlaké čerpadlo vody (jsou-li nutné při použité metodě),
- míchací a čerpací zařízení pro výrobu a vysokotlaké čerpání injekční směsi,
- vysokotlaké potrubí včetně spojovacích prvků,
- měřicí, ovládací a monitorovací zařízení umožňující automatický záznam provozních parametrů (rychlost rotace a vytahování soutyčí, tlak a průtok injekčních médií).

### 29C.3.4 Vrtné práce

- (1) Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení údaje o použitých stavebních strojích, zejména o mechanismech a zařízeních určených k provedení injektážních vrtů a tryskové injektáže. Údaje obsahují základní parametry a rozměry vrtných a injektážních mechanismů.

### 29C.3.5 Metody tryskové injektáže

- (1) Podle ČSN EN 12 716 se rozlišují následující metody tryskové injektáže (viz Příloha č. 1 této části TKP 29):

- *jednofázový systém*: trysková injektáž s jednou kapalinou, jíž je sama injekční směs,
- *dvojfázový systém*: jednofázový systém s přidáním vzduchové obálky okolo tryskaného paprsku,
- *trojfázový systém*: dvojfázový systém, s použitím vody pro tryskání, při volitelném přidání vzduchové obálky okolo tryskaného paprsku a současném přidávání cementové směsi odděleným otvorem pod tryskaným paprskem.

*Pozn.: V některých případech může být přidávání vzduchu plně nebo částečně vynecháno.*

- (2) Metodu a parametry tryskové injektáže stanoví dokumentace na základě geotechnických poměrů injektovaného prostředí a požadavků na výsledek tryskové injektáže. Ve výjimečných případech, kdy dokumentace stanoví pouze požadované výsledné parametry injektovaného prostředí (hloubku, průměr tryskaného prvku a pevnost, resp. propustnost injektovaného materiálu), stanoví druh a parametry tryskové injektáže technologický předpis:

### 29C.3.6 Provádění sloupů z tryskové injektáže

- (1) Provádění sloupů zahrnuje obvykle následující pracovní kroky:
  - vyhloubení vrtu předem určené délky,
  - zavedení monitoru spojeného s vrtným soutyčím pro tryskovou injektáž do vrtu. Tento krok odpadá, pokud je monitor součástí soutyčí nebo vrtného nástroje použitého pro vrtání,
  - tryskání média rozrušujícího strukturu zeminy a pojiva zpevňujícího zeminu při současném vytahování a otáčení soutyčí s předem stanovenými hodnotami rychlosti otáčení a vytahování, tlaku a průtoku každého použitého média.
- (2) V případě podchycování stavebních konstrukcí pomocí tryskové injektáže, musí dokumentace předepisovat opatření k dosažení přímého kontaktu mezi horní plochou tryskové injektáže a základovou spárou podchyťované konstrukce.

### 29C.3.7 Provádění lamel z tryskové injektáže a usměrněné TI

- (1) Jednotlivé pracovní kroky odpovídají předchozímu čl. 29C.3.6 této kapitoly TKP s tím rozdílem, že vrtné soutyčí není při vytahování otáčeno buď vůbec, nebo je s ním pootáčeno o dokumentací stanovený úhel. Takto vzniká lamela ležící v rovině osy vrtání a osy tryskání, nebo je tvořena dvěma či více úseky lamel, které se v ose vrtání protínají. V případě provádění stěn z lamel tryskové injektáže mají být sousední prvky odchýleny od roviny stěny, aby došlo k dokonalému spojení sousedních lamel a byla zajištěna kontinuita stěny. Prvky usměrněné TI se provádějí zejména k těsnicím účelům a jejich geometrie a způsob provedení jsou předepsány dokumentací. Orientace trysek musí být důsledně kontrolována během provádění.

### 29C.3.8 Alternativní provádění tryskové injektáže

- (1) Trysková injektáž je rychle se vyvíjející technologií. Na základě geotechnických podmínek a účelu provádění se mohou použít alternativní postupy uvedené v ČSN EN 12716. Mezi ně patří například předřez zeminy, tryskání po hloubkových etážích, tryskání shora dolů (top-down) nebo provádění vytryskaných betonových pilot.

### 29C.3.9 Kalibrace

- (1) Kalibrace je důležitou součástí tryskové injektáže, při které Zhotovitel na zkušebním poli před zahájením prací nebo při zahájení prací (viz čl. 29C.5.2.1 této kapitoly TKP) ověří skutečné parametry injektáže při použití konkrétních strojů, čerpadel, monitorů a trysek.

- (2) Při kalibraci se též upraví velikost řezacího a plnicího tlaku a rychlost vytahování a otáčení monitoru pro dosažení průměru sloupu a objemu plnění podle dokumentace.

- (3) Postup při kalibraci je součástí technologického předpisu.

### 29C.3.10 Vyplavený materiál

- (1) Během tryskání se musí neustále sledovat množství a průtok vyplaveného materiálu u ústí vrtu.
- (2) Dokumentace může u vyplaveného materiálu předepsat měření fyzikálních nebo chemických vlastností.
- (3) Veškeré neobvyklé změny množství vyplaveného materiálu mohou indikovat změnu parametrů injektáže nebo ucpaní mezikruží. To je třeba neodkladně odstranit.

### 29C.3.11 Ukládání výztuže

- (1) Pokud je dokumentací předepsáno, lze do čerstvého materiálu tryskové injektáže během nebo bezprostředně po tryskání vkládat výztuž. Alternativně lze vložit výztuž i do vrtu v již zatvrdlém materiálu tryskové injektáže. Výztuž se obvykle ukládá do vrtu opatřeného cementovou zálivkou.
- (2) Podobným způsobem lze instalovat také zařízení pro geotechnická a kontrolní měření, například inklinometrické trubky, trubky pro akustická měření atp.

## 29C.4 DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ

- (1) Zhotovitel přepravuje a skladuje materiál a dílce způsobem, který stanoví jednotlivé kapitoly TKP a normy uvedené v následujících článcích, nebo předpis výrobce. Zhotovitel je povinen zajistit řádnou přejímku dodávaného materiálu a výrobků a přesně evidovat jednotlivé dodávky. Materiál a dílce musí být chráněny před poškozením, znehodnocením, popřípadě povětrnostními vlivy. Skladovaný materiál musí být zřetelně označen podle druhu, případně i podle dodávky. Na staveništi mají být k dispozici pouze materiály, které odpovídají požadavkům smlouvy o dílo (viz čl. 1.5.1 TKP 1). Materiál, který vykazuje vady, je poškozen, nevyhověl zkouškám nebo neodpovídá požadavkům dokumentace, je Zhotovitel povinen ze stavby odstranit a dodat materiál nový, popřípadě prokázat dalšími zkouškami, že požadavkům vyhovuje.

- (2) Zásilka materiálu a výrobků musí být provázena dodacím listem, který musí obsahovat zejména:
  - číslo a datum vystavení,
  - název a adresu výrobce / dovozce / zplnomocněného zástupce a distributora,
  - název a sídlo odběratele,

- místo dodávky,
- předmět dodávky a jakostní třídu,
- hmotnost dodávky, počet kusů apod.,
- popřípadě další požadované údaje.

- (3) Zjišťuje se, zda je zásilka úplná a nepoškozená a zda dodané množství, druh a jakost souhlasí s údaji uvedenými v dodacím listě.
- (4) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi použité ke stavbě musí být doloženy doklady ve smyslu čl. 29.A.2.1.
- (5) Dodávku a skladování základních materiálů pro tryskovou injektáž upravují následující předpisy:

#### **29C.4.1 Ocel pro výztuž**

- (1) Platí požadavky TKP 18.

#### **29C.4.2 Ocelové profily**

- (1) Platí požadavky TKP 19.

#### **29C.4.3 Cement**

- (1) Platí požadavky TKP 18.

#### **29C.4.4 Chemické látky, přísady a příměsi**

- (1) Dodávají se, skladují a chrání před povětrnostními a teplotními vlivy podle zásad TKP 18 a podle pokynů výrobce.

### **29C.5 PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

#### **29C.5.1 Všeobecně**

- (1) Zkoušky musí být prováděny v souladu s TKP 1.
- (2) Zkouškami ve smyslu TKP 1 se rozumí soubor všech činností zahrnujících výkon, jak vlastní zkoušky, tak i vzorkování. Zkoušky mohou být prováděny pouze ve způsobilých zkušebnách, a to buď se způsobilostí „OZ“ (odborně způsobilé) nebo se způsobilostí „A“ (akreditované).
- (3) Provádění zkoušek (způsob, četnost a parametry):
  - a) pro výrobky, stavební materiály a směsi, které jsou ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. stanovenými výrobky, je provádění zkoušek uvedeno v harmonizované/určené normě nebo vyplývá z vydaného Stavebně technického osvědčení (STO) případně Evropského technického posouzení/schválení (ETA). U ostatních výrobků se provádění zkoušek řídí MP SJ-PK, část II/5 – ostatní výrobky;
  - b) provádění zkoušek prací realizovaných na stavbě je uvedeno v TKP a v nich uvedených normách a technických předpisech a pro konkrétní stavbu.

#### **29C.5.2 Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky**

- (1) Průkazní zkoušky jsou zkoušky, kterými se prokazuje, že vlastnosti stavebních výrobků (materiálů, směsí, dílců) určených k zabudování do stavby vyhovují předepsaným požadavkům. V některých případech se za průkazní zkoušky považují také počáteční zkoušky typu (výrobku).
- (2) Zkoušky typu / průkazní zkoušky materiálů, stavebních výrobků a prvků tryskové injektáže zajišťuje Zhotovitel stavby u výrobce/dovozce, přičemž protokoly s výsledky zkoušek a posouzení splnění kvalitativních parametrů podle příslušných ČSN, TP a této kapitoly TKP, případně dalších požadavků podle ZTKP jsou přílohou dokladu o vydaném Prohlášení o shodě.
- (3) Před prováděním průkazních zkoušek příp. před zahájením prací požádá Zhotovitel Objednatele / Správce stavby o souhlas se zdroji dodávek materiálů, směsí a ostatních ke zkoušce použitých hmot. Každá změna oproti tomuto odsouhlasení podléhá novému souhlasu Objednatele / Správce stavby. Neodsouhlasené materiály, směsi a ostatní hmoty nesmí být použity.
- (4) Stejnou platnost jako průkazní zkoušky mají doklady o posouzení shody nebo vhodnosti vystavené nezávislou autorizovanou osobou/oznámeným subjektem (notifikovanou osobou) nebo osobou způsobilou ve smyslu MP SJ-PK v části II/5 – ostatní výrobky.
- (5) Za průkazní zkoušku v případě ostatních výrobků je považována zkouška typu (vzorku) výrobku. Zkouškou typu se rozumí výběr a zkoušení jednoho nebo většího počtu vzorků výrobku, reprezentující společnou konstrukci využívající stejné materiály a vyráběné stejným výrobním postupem.
- (6) Složení injekční směsi tryskové injektáže je dáno dokumentací. Sledované parametry cementových a jílocementových směsí a způsob jejich měření určuje Příloha A ČSN EN 12715. ČSN EN 12716 doporučuje použití cementové suspenze o vodním součiniteli 0,5–1,5.
- (7) Průkazní zkoušky se provádí na zkušebním poli před započítím tryskové injektáže nebo při zahájení prací (viz čl. 29.C.5.2.1 této kapitoly TKP). Průkazní zkoušky jsou platné pro celý rozsah prací, nedojde-li v průběhu prací ke změně používaných materiálů a postupů nebo ke změně geotechnických poměrů místa provádění prací.
- (8) Zprávu o výsledcích průkazních zkoušek směsí dokládá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby (v dostatečném předstihu před zahájením prací, obvykle 14 dní) k odsouhlasení.

#### 29C.5.2.1 Zkušební pole (Předběžné zkoušky)

- (1) Zkušební pole se provádí tehdy, pokud nejsou k dispozici srovnatelné zkušenosti podle definice čl. 1.5.2 ČSN EN 1997-1 se stejnou metodou tryskové injektáže v podobných geotechnických podmínkách.
- (2) Účelem zkušební pole je:
  - provedení kalibrace výrobních parametrů ověření navržené technologie vrtání a vlastní tryskové injektáže,
  - kontrola injekčních hmot,
  - kontrola deformací,
  - prokázání, že pomocí zvolených postupů mohou být splněny předpoklady dokumentace.

#### 29C.5.2.2 Průkazní zkoušky tvaru a vlastností materiálu tryskové injektáže

- (1) Složení injekční směsi je dáno dokumentací. Pro zaručení stálosti materiálu a kvality záměsi injekční směsi se při průkazních zkouškách sledují následující parametry:
  - objemová hmotnost,
  - odstoje,
  - viskozita Marsh,
  - doba tuhnutí,
  - zkouška pevnosti v prostém tlaku na válcových vzorcích (s poměrem výška/průměr 2,0). Provádí se jako 3-, 7-, 28denní, při použití pomalu tvrdnoucích suspenzí i 56denní.
- (2) Způsob měření určuje Příloha 29A.P4 této kapitoly TKP.
- (3) Průkazní zkoušky tvaru prvků tryskové injektáže se provádějí vždy, a to buď v rámci realizace zkušební pole anebo při provádění prvních systémových prvků tryskové injektáže.
- (4) Pokud je možné prvky tryskové injektáže obnažit, dokumentují se vizuálně a fotograficky. Měří se geometrie prvků. Pokud nelze prvky obnažit, mají se jejich důležité geometrické vlastnosti stanovit pomocí nepřímých metod, jako například pomocí jádrových vrtů, penetračních sond, použitím poloměrových tyčí, měřením průměru v ještě nezatvrdlé suspenzi, metodou hydratačního tepla atp. podle Přílohy C ČSN EN 12716. Navrhovaný způsob kontroly musí být uveden v TePř.
- (5) Dále se mohou zjišťovat mechanické charakteristiky a/nebo propustnost proinjektovaného materiálu. Hodnoty pevnosti a/nebo propustnosti se stanovují pomocí laboratorních zkoušek na odkopech, odvrtech nebo jiným způsobem podle dokumentace.

Záznam se vede na příslušných formulářích, jejichž vzor je uveden v příloze č. 29C.P2 této části TKP 29.

- (6) Při posuzování propustnosti se rozlišuje mezi propustností injekční směsi, propustností materiálu vylepšeného tryskovou injektáží a systémovou propustností geotechnické konstrukce.
- (7) Propustnost horniny vylepšené tryskovou injektáží lze prokázat:
  - laboratorně na odvrtech,
  - ve vrtech vodní tlakovou zkouškou nebo nálevovou zkouškou,
  - jinými nepřímými zkouškami např. velkoplošný čerpací pokus, piezometrické sledování, kamera ve vrtu,
  - jinými nepřímými zkouškami podle Přílohy C ČSN EN 12716.
- (8) Stanovení propustnosti se provede podle dokumentace nebo ZTKP.
- (9) Způsoby zkoušení prvků tryskové injektáže určuje kap. 9.4 ČSN EN 12716.

#### 29C.5.2.3 Zatěžovací zkoušky sloupů tryskové injektáže

- (1) Sloupy tryskové injektáže se používají také pro přenos zatížení obvykle tlakových. Pro zatěžovací zkoušky sloupů tryskové injektáže platí kapitola 7.5 ČSN EN 1997-1. Předepisuje-li to dokumentace, provede Zhotovitel zkušební sloupy TI k ověření rozměrů nutných k dosažení požadované únosnosti. Zkušební sloupy TI se provedou v místech určených v dokumentaci. Zkušební sloupy TI jsou stejné konstrukce, ze stejného materiálu a vyrobené stejným technologickým postupem jako prvky systémové a provádí se strojním zařízením stejných parametrů, jako bude použito na stavbě. Zatěžovací zkoušky se použijí pro:
  - potvrzení vhodnosti metody výstavby,
  - určení odezvy zkušební sloupy TI a okolní základové půdy na zatížení z hlediska sedání a event. i mezního zatížení,
  - návrh a posouzení hlubinného základu tvořeného sloupem TI.
- (2) Zatěžovací zkoušky se provádějí jako statické zatěžovací zkoušky se stupňovitým zatížením (MLT) a slouží zejména pro stanovení vztahu mezi zatížením a sedáním sloupy TI.
- (3) Zatěžovací zkoušky se provádějí na sloupech mimosystémových (zkušebních) i na sloupech systémových. V tomto případě nesmí zkušební zatížení překročit zatížení návrhové:

#### 29C.5.2.4 Studijní zatěžovací zkoušky

- (1) Studijní zatěžovací zkoušky se provedou před zpracováním zadávací a/nebo realizační dokumentace, a to zejména v následujících případech:
  - pokud se použije typ sloupu TI nebo metoda instalace, pro kterou neexistuje srovnatelná zkušenost,
  - pokud se navrhuje sloupy TI v základové půdě, pro niž neexistuje srovnatelná zkušenost,
  - pokud systémové sloupy TI budou vystaveny zatížení, pro které teorie a zkušenosti neposkytují při návrhu dostatečnou jistotu a bezpečnost,
  - pokud dojde ke změně zadávací dokumentace a/nebo je to v zadávací dokumentaci předepsáno,
  - pokud je to dohodnuto s Objednatelům projektu.
- (2) Studijní zatěžovací zkoušky se provádějí jako statické zásadně na mimosystémových (zkušebních) sloupech TI.

#### 29C.5.2.5 Ověřovací zatěžovací zkoušky

- (1) Ověřovací zatěžovací zkoušky se provádějí před zahájením nebo na počátku prací, s přihlédnutím ke složitosti geotechnických poměrů, náročnosti a rozsahu díla a zejména nejsou-li k dispozici výsledky zkoušek studijních. Provádějí se mimosystémových sloupech TI. Charakteristická únosnost sloupu TI v tlaku ( $R_{c,k}$ ) se určí dle kapitoly 7.6.2.2 ČSN EN 1997-1.
- (2) Postup zatěžování se provádí v souladu s ČSN EN ISO 22477-1.
- (3) Dokumentaci zatěžovací zkoušky předkládá Zhotovitel se všemi údaji o zatěžovacím zařízení, popisem průběhu zkoušky a popisem měřicího zařízení ke schválení Objednateli / Správci stavby. Zkoušku provede laboratoř způsobilá ve smyslu části II/3 MP SJ-PK. Vyhodnocení provede Zhotovitel na základě výsledků měření způsobilé laboratoře a podle ustanovení kapitol, ČSN EN 12716 a v souladu s kapitolou 7.5 ČSN EN 1997-1 a požadavky projektové dokumentace.

#### 29C.5.2.6 Jiné průkazní zkoušky

- (1) ZTKP mohou v opodstatněných případech předepsat další průkazní zkoušky nezbytné pro zajištění kvalitního provedení díla. Jedná se například o zkoušku agresivity podzemní vody nebo zemin na stavební konstrukce, nebo ověření základových poměrů v místě stavby. Tyto zkoušky provede Zhotovitel s dostatečným časovým předstihem před zahájením tryskové injektáže. Pro hrazení nákladů za tyto zkoušky platí příslušné články TKP 1.

#### 29C.5.3 Monitoring

- (1) Průkazem provedení tryskové injektáže podle dokumentace nebo technologického předpisu je monitoring.
- (2) Požadovaný typ, rozsah a přesnost měření v rámci monitoringu musí být přesně určeny v dokumentaci, monitorovací zařízení musí být osazena a uvedena v činnost před zahájením prací.
- (3) Počítačové systémy mají být použity:
  - k monitoringu vrtání,
  - k měření, kontrole a interpretaci vrtných parametrů,
  - k měření a záznamům injektážních parametrů.
- (4) Pro 2. a 3. geotechnickou kategorii se vyžaduje průběžný monitoring a jeho vyhodnocení pro:
  - tlak a průtok médií,
  - rychlost vytahování a rotace soutyčí s monitorem.
- (5) Uvedená ustanovení o monitoringu platí jak pro průkazní, tak pro kontrolní zkoušky.

#### 29C.6 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, PROVOZNÍ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

##### 29C.6.1 Všeobecně

- (1) Obecné zásady jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

##### 29C.6.2 Provozní zkoušky

- (1) Vzorky injekční směsi se odebírají ve výrobně směsi. Injekční směsi musí být na staveništi podrobeny provozním zkouškám, které se zkouší v souladu s Přílohou 29A.P4 této kapitoly TKP:
  - objemová hmotnost,
  - viskozita Marsh,
  - odstoj vody.

Objemová hmotnost směsi je určena dokumentací. Měření se provádí jedenkrát za směnu.

Hodnota viskozity směsi je stanovena dokumentací. Viskozita se měří jedenkrát za směnu na viskozimetru Marsh dle EN ISO 10414-1.

Odstoj vody se kontroluje dle Přílohy B EN 934-4, jedenkrát za směnu ve výrobně směsi.

- (2) Výsledky zkoušek jsou zaznamenány do Laboratorního deníku.
- (3) V případě, že zaznamenané parametry nejsou v souladu s požadavky dokumentace stavby, rozhodne projektant o dalším postupu.



- (4) Podmínky pro přítomnost Správce stavby nebo jeho asistentů při provozních zkouškách jsou shodné jako při kontrolních zkouškách.

### 29C.6.3 Kontrolní zkoušky

#### 29C.6.3.1 Betonářská výztuž

- (1) Pro provádění zkoušek platí ustanovení TKP 18.

#### 29C.6.3.2 Ocelové profily a trouby

- (1) Pro provádění zkoušek platí ustanovení kapitoly 19 TKP.

#### 29C.6.3.3 Příměsi a přísady

- (1) Kontrolují se a zkoušejí podle TKP 18, ČSN EN 480-1, předpisů výrobce příměsí nebo přísady a odsouhlasených technologických předpisů Zhotovitele na základě údajů výrobců.

#### 29C.6.3.4 Kontrolní zkoušky injekční směsí

- (1) Pevnost v prostém tlaku se zjišťuje z každé nové receptury nebo min. jednou týdně na sadě tří vzorků ve válcových formách o poměru výška/průměr 2:1. Pokud se použijí hranoly nebo válce s jiným poměrem h/d je třeba provést korekci tak, aby výsledky odpovídaly referenční zkušební geometrii. Zkouška se provádí dle ČSN EN 12390-3 jako 28denní není-li dokumentací nebo ZTKP požadováno jinak.

#### 29C.6.3.5 Kontrolní zkoušky materiálu tryskové injektáže

- (1) Vzorky materiálu tryskové injektáže se odebírají ze samotného tělesa tryskové injektáže buďto jádrovým vrtem nebo čerstvým odběrem. Čerstvý odběr lze provést přímo z čerstvě vytryskaného tělesa anebo z vyplaveného materiálu. Vzorky odebrané z vyplaveného materiálu mají být použity pouze tehdy, jestliže se na základě předchozí zkušenosti mohou považovat za reprezentativní.
- (2) Na materiálu tryskové injektáže se provádí následující zkoušky, které se zkouší v souladu s Přílohou 29A.P4 této kapitoly TKP:
- objemová hmotnost,
  - pevnost v prostém tlaku.
- (3) Počet zkoušek předepisuje dokumentace. Při určení pevnosti materiálu se přednostně používají vzorky kvality A a B ve formě válcových těles poměru 2:1 dle Přílohy B ČSN EN 12716.
- (4) Vzorky získané čerstvým odběrem se zkouší dle ČSN EN 12390-3. Vzorky získané jádrovým vrtem se zkouší dle ČSN EN 12504-1. Rychlost zatěžování u obou typů vzorků nesmí překročit 0,05 N/mm<sup>2</sup>/s. Pro průměrnou prostou tlakovou pevnost větší než 4 N/mm<sup>2</sup> je možné zvětšit rychlost zatěžování na 0,2 N/mm<sup>2</sup>/s. Vyhodnocení prosté takové pevnosti se provádí dle Přílohy A ČSN EN 12716.

- (5) Mechanické zkoušky musí být provedeny v řádném čase po zatvrdnutí tryskové injektáže. V případech, kdy se očekává pomalý nárůst pevnosti, je vhodné zkoušet až po uplynutí dostatečné doby, např. 56 nebo 90 dní.

- (6) V případech, kdy je pevnost důležitým parametrem (např. trysková injektáž jako hlubinný základ, podchycení, pažení) požaduje ČSN EN 12716 zkoušení 4 vzorků z každých 500 m<sup>3</sup> zlepšené zeminy, jestliže je nesoudržná, a z každých 250 m<sup>3</sup>, jestliže jde o soudržnou a/nebo organickou zeminu, pokud není předepsáno jinak.

#### 29C.6.3.6 Kontrola během provádění tryskové injektáže

- (1) V dokumentaci musí být specifikována kritéria pro sledování a kontrolu prací během provádění tryskové injektáže. Pokud projekt nepředepíše jinak, platí dle Přílohy C ČSN EN 12716:

- Kontrola všech prováděcích parametrů (tlak, průtok, rychlost otáčení a vztahování) pomocí automatického zapisovače dat během provádění každého prvku. Výstupem kontroly je protokol s prováděcími parametry (viz 29C.P1).
- Kontrola hloubky vrtu u každého prvku. Kontrola se provádí, například pomocí automatického zapisovače dat, během provádění. Výstupem kontroly je protokol s prováděcími parametry.
- Kontrola polohy a výšky návrtného bodu u každého prvku. Kontrola se provádí např. geodetickým přístrojem, totální stanicí, GPS. Není nutné provádět záznam o kontrole.
- Kontrola úklonu lafety u každého prvku. Kontrola se provádí např. vodováhou, totální stanicí. Není nutné provádět záznam o kontrole.
- Kontrola průběhu vrtu pomocí inklinometru se v případě, že je to důležité (např. pro vodotěsnost) provádí:
  - při hloubce vrtání 10 m až 30 m u prvních 10 prvků a potom na každém 10. prvku,
  - při hloubce vrtání nad 30 m u každého prvku.

V případě provádění inklinometrických měření je nutné zaznamenat polohu a výšku návrtného bodu. Výstupem kontroly je protokol o inklinometrickém měření.

- (2) Dále se provádí, pokud neurčí dokumentace jinak:

- průběžná (např. vizuální) kontrola množství a vzhledu vyplavovaného materiálu,

- kontrola objemová hmotnosti vyplavovaného materiálu (1x denně),
- kontrola pohybu horninového prostředí nebo okolní zástavby (2x denně).

Provedení se dokumentuje zápisem do stavebního deníku.

#### 29C.6.3.7 Zkoušky prvků tryskové injektáže

- (1) Zkoušky prvků tryskové injektáže se provádějí podle kapitoly 9.4 ČSN EN 12716.
- (2) Počet a druh zkoušek pro stanovení geometrie prvků stanoví dokumentace. Lze je provést pomocí odkopů, vrtů, poloměrových tyčí, případně v kombinaci s akustickou metodou, penetračních sond, metodou hydratačního tepla a dalších nepřímých metod měření podle Přílohy C ČSN EN 12716.
- (3) Počet a druh zkoušek propustnosti prvků stanoví ZDS/PDPS.
- (4) Vodotěsnost materiálu prvku má být stanovena pomocí čerpací zkoušky a/nebo pomocí piezometrického měření hladiny vody.
- (5) Vodotěsnost konstrukce z tryskové injektáže musí být v případě geotechnické kategorie 2 a 3 stanovena čerpacím pokusem a piezometrickým měřením hladiny vody.
- (6) Vodotěsnost jednotlivých prvků může být přezkoušena pomocí vrtů v nich provedených.
- (7) Při provádění jádrových vrtů je třeba zvážit případný negativní vliv vrtu na funkci konstrukce.

#### 29C.6.3.8 Kontrolní zatěžovací zkoušky sloupů tryskové injektáže

- (1) Pokud se sloupky tryskové injektáže používají jako hlubinné základy, provádějí se na nich statické zatěžovací zkoušky. Základní požadavky na jejich provedení obsahuje ČSN EN 1997-1.
- (2) Kontrolní zatěžovací zkoušky sloupů TI zajišťuje Zhotovitel v rozsahu požadovaném dokumentací a/nebo ZTKP. Zkoušky smí provádět zkušebna se způsobilostí podle MP SJ-PK v oblasti II/3. Tato zkušebna musí být odsouhlasena Objednatelem / Správcem stavby.
- (3) Provádějí se zkoušky statické únosnosti (kontrolní statická zatěžovací zkouška). Kontrolní zkoušky se provádějí během a po provedení prací speciálního zakládání staveb. Provádění a vyhodnocení se řídí ustanoveními ČSN EN ISO 22477-1. Kontrolní zatěžovací zkoušky se provádějí zpravidla na systémových prvcích, při nichž platí, že maximální zatížení při zkoušce nesmí překročit charakteristické zatížení.
- (4) Počet kontrolních zatěžovacích zkoušek, jejich druh a způsob vyhodnocení určuje dokumentace.

#### 29C.6.3.9 Měření deformací

- (1) Měření deformací terénu a okolních objektů se provádí v průběhu realizace tryskové injektáže do jejího ukončení v intervalech stanovených dokumentací nebo technologickým předpisem, a to alespoň 2x denně. Vznikne-li nebezpečí, že povolená deformace stanovená dokumentací bude překročena, musí Zhotovitel provést opatření potřebná k zastavení deformací.

### 29C.7 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY

- (1) Tolerance a jejich potenciální účinky musí být uváženy v projektové dokumentaci. Pokud není předepsáno jinak, musí být prvky tryskové injektáže instalovány v souladu s ČSN EN 12716 s následujícími geometrickými odchylkami.
  - odchylka ústí vrtu od teoretické polohy (půdorysně) 100 mm,
  - odchylka od osy vrtu pro svislé prvky do 2 % maximální délky vrtu,
  - odchylka od osy vrtu pro subvertikální vrtý do 4% maximální délky vrtu,
  - odchylka od osy vrtu pro ukloněné a subhorizontální vrtý do 6% maximální délky vrtu.
- (2) Tolerance v délce, objemové hmotnosti injekční směsi a velikosti injekčního tlaku se stanovují takto:
  - hloubka vrtu 100 mm,
  - objem. hmot. zálivky a injekční směsi 2 %,
  - injekční tlak 2,5 %.
- (3) Odchylky jsou odchylkami mezními. Pokud dojde z jakýchkoliv důvodů k překročení přípustné odchylky, navrhne Zhotovitel nápravné řešení a předloží jej Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.
- (4) Povolené odchylky v geometrii prvků, výsledcích mechanických zkoušek a zkoušek propustnosti určuje dokumentace.

### 29C.8 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

- (1) Trysková injektáž se provádí bez zvláštních opatření při teplotě vzduchu nad +5 °C. Při nižších teplotách musí být výroby, injektážní stanice a rozvody injekční směsi zatepleny, aby nedošlo ke zmrznutí injekční směsi. Teplota v injektážní stanici musí být taková, aby mohly být provedeny spolehlivě kontrolní zkoušky.

### 29C.9 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ

#### 29C.9.1 Odsouhlasení prací

- (1) Zásady pro odsouhlasení prací jsou uvedeny v čl. 29.5.1 této kapitoly TKP.

### **29C.9.2 Převzetí prací**

- (1) Zásady pro převzetí prací jsou uvedeny v čl. 29.5.2 této kapitoly TKP.

### **29C.10 SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ**

- (1) Kontrolní měření deformací terénu a okolních objektů je součástí tryskové injektáže. Provádí se v průběhu realizace tryskové injektáže do jejího ukončení v intervalech stanovených dokumentací nebo technologickým předpisem. Měření se provádí podle dokumentace sledování, která předepisuje instrumentaci a monitoring díla. Měření lze provádět pomocí elektrických nebo mechanických snímačů, přesné nivelace, elektrických vodováh, vertikálních a horizontálních inklinometrů, extenzometrů, holografických hranolů, piezometrů atp. Provozní měření provádí Zhotovitel stavby.
- (2) V opodstatněných případech, zejména v zastavěných oblastech a v blízkosti inženýrských sítí, se doporučuje provádět geotechnický monitoring objektů. Jeho rozsah určuje dokumentace.
- (3) Kontrolní měření, jakož i geotechnický monitoring, smí provádět fyzická nebo právnická osoba se způsobilostí podle MP SJ-PK, část II/3, která musí být odsouhlasena Objednatelem / Správcem stavby. Pokud je toto měření prováděno geodetickými metodami, provádí ho úředně oprávněný zeměměřický inženýr, který musí být odsouhlasen Objednatelem / Správcem stavby.
- (4) Zhotovitel vypracuje o každém měření dokumentaci, kterou předepisují dokumentace a/nebo TEP Zhotovitele.

### **29C.11 EKOLOGIE**

#### **29C.11.1 Všeobecně**

- (1) Zásady ochrany životního prostředí jsou uvedeny v čl. 29.6 této kapitoly TKP.

#### **29C.11.2 Provoz strojů**

- (1) Podmínky provozu strojů jsou uvedeny v čl. 29.6.2 této kapitoly TKP.

#### **29C.11.3 Skládkování**

- (1) Podmínky pro skládkování jsou uvedeny v čl. 29.6.3 této kapitoly TKP.

### **29C.12 BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA**

- (1) Zásady BOZP jsou uvedeny v čl. 29.7 této kapitoly TKP.

### 29C.13 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.

#### 29C.13.1 Citované normy

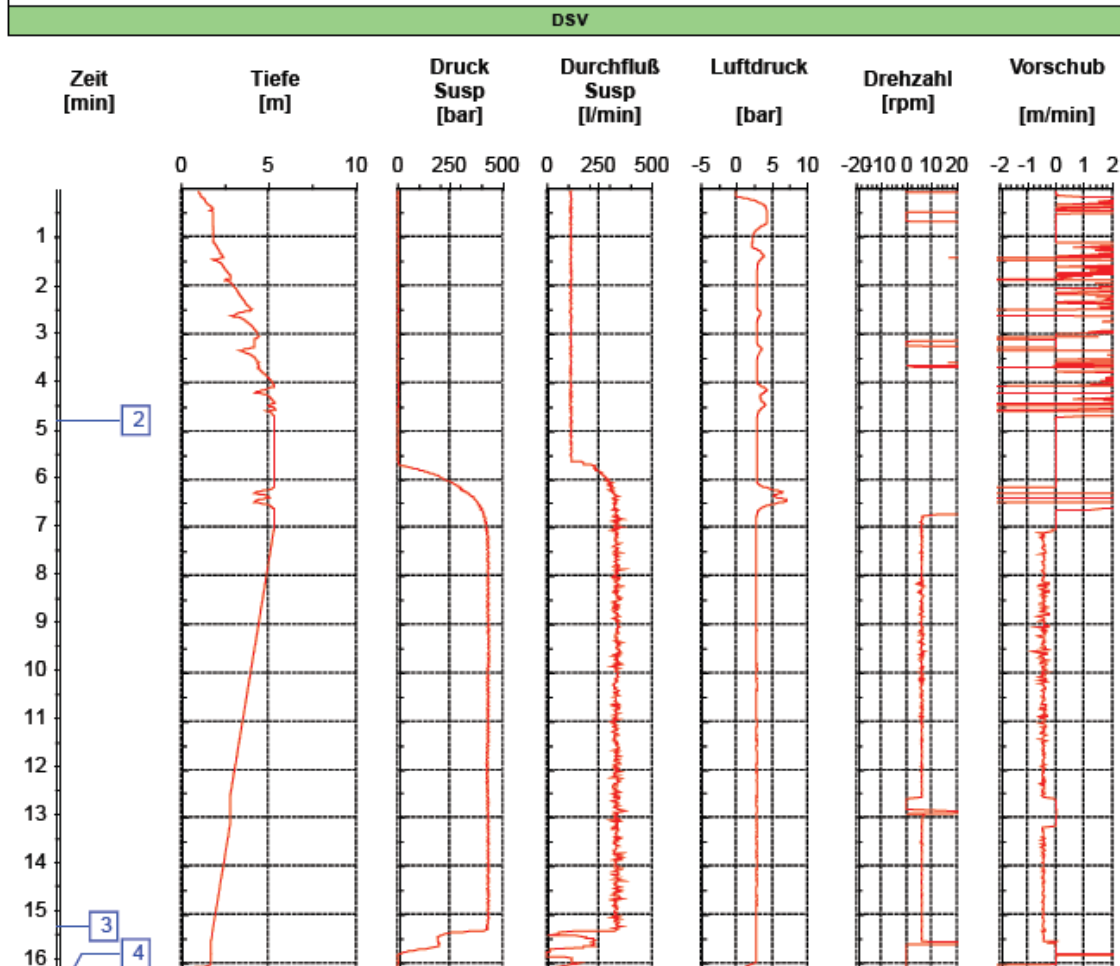
ČSN EN 196-1	Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti
ČSN EN 197-1	Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití
ČSN EN 206+A2	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 480	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody
ČSN EN 934-4	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Část 4: Přísady do injektážní malty pro předpínací kabely – Definice, požadavky, shoda, označování a značení štítkem
ČSN EN 1008	Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
ČSN EN 12715	Provádění speciálních geotechnických prací – Injektáže
ČSN EN 12716	Provádění speciálních geotechnických prací – Trysková injektáž
ČSN EN ISO 10414-1	Naftový a plynárenský průmysl – Provozní zkoušení kapalin určených pro vrtné výplachy – Část 1: Kapaliny určené pro vrtné výplachy na bázi vody
ČSN EN ISO 22477-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Zkoušení geotechnických konstrukcí – Část 1: Zkoušení pilot: statická zatěžovací zkouška v tlaku

#### 29C.13.2 Související kapitoly TKP

TKP 1	Všeobecně
TKP 18	Betonové konstrukce a mosty
TKP 19B	Protikorozi ochrana ocelových mostů a konstrukcí

# PŘÍLOHA 29C.P1 PROVOZNÍ ZÁZNAM TI Z AUTOMATICKÉHO ZAPISOVAČE DAT

Baustellennummer:	Gerät Inventarnummer:
Baustellenname:	Gerät Typ:
Baustellenort:	Gerät Lfd. Nummer:
Losnummer:	
Unterverfahren:	
Punktnummer	
Punkt Start Lokal:	



Ereignis		Uhrzeit	Tiefe	Suspension Bohren	Suspension Säule	Suspension Punkt
Nr	Bezeichnung	[hh:mm:ss]	[m]	[l]	[l]	[l]
1	Punkt Anfang	08:14:09	1,01	0	0	0
2	Säule Anfang	08:18:57	5,32	548	0	548
3	Säule Ende	08:29:28	1,81	548	3260	3809
4	Punkt Ende	08:30:22	0,01	548	3260	3898

Dauer Punkt [hh:mm:ss]:	00:16:12	Suspension Punkt [l]:	3898	Max. Tiefe [m]:	5,40
Dauer Bohren [hh:mm:ss]:	00:04:48	Suspension Bohren [l]:	548	Säulenlänge [m]:	3,51
Dauer Säule [hh:mm:ss]:	00:10:31	Suspension Säule [l]:	3260		

## PŘÍLOHA 29C.P2 PROTOKOL O ZKOUŠCE PEVNOSTI V TLAKU TI

[illegible]

## **D. HLOUBKOVÉ ZLEPŠOVÁNÍ ZEMIN (DEEP SOIL MIXING)**

### **29D.1 ÚVOD**

#### **29D.1.1 Všeobecně**

- (1) Tato část TKP 29 obsahuje požadavky Objednatele stavby na materiály, technologické postupy, zkoušení a převzetí výkonů a dodávek při hloubkovém zlepšování zemin a dále při opravách a údržbě konstrukcí prováděných pomocí hloubkového zlepšování zemin.
- (2) Hloubkové zlepšování zemin se provádí za účelem zlepšení geotechnických vlastností hornin, zejména jejich zpevnění a/nebo utěsnění a za účelem vytvoření nosného prvku schopného přenášet zatížení. Hloubkové zlepšování zemin je možné provádět za použití suchého nebo tekutého pojiva. V podmínkách České republiky s ohledem na geologické podmínky se uplatňuje technologie zlepšování tekutým pojivem, a tudíž se tato kapitola vztahuje pouze k tomuto typu hloubkového zlepšování zemin.
- (3) Stanovení způsobu hloubkového zlepšování zemin, jeho prostorové polohy, členění a rozměrů, jakož i kvality materiálu určuje dokumentace stavby, která musí být vypracována v souladu se Směrnicí pro dokumentaci staveb pozemních komunikací a touto kapitolou TKP.
- (4) Prvky hloubkového zlepšování zemin nejsou obvykle trvale odhaleny. Požadavky na opravy a údržbu se proto nestanovují. V případě požadavku na trvalé odhalení hloubkově vylepšených zemin musí být vypracován technologický předpis a dokumentace na jejich opravu a údržbu.

#### **29D.1.2 Systém zabezpečení kvality**

- (1) Požadavky na systém zabezpečení kvality jsou uvedeny v čl. 29.1.3 této kapitoly TKP.

#### **29D.1.3 Obsah dodávky**

- (1) Požadavky na obsah dodávky jsou uvedeny v čl. 29.2 této kapitoly TKP.

#### **29D.1.4 Vytýčení stavby**

- (1) Požadavky na vytýčení stavby jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### **29D.1.5 Sledování okolních objektů**

- (1) Požadavky na sledování okolních objektů jsou uvedeny v čl. 29.4 této kapitoly TKP.

## **29D.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ**

### **29D.2.1 Kvalita stavebních výrobků (materiálů, stavebních směsí a prvků)**

- (1) Popis a kvalita veškerého materiálu, který se stane trvalou součástí předmětu díla, jsou stanoveny:
  - v TePř Zhotovitele,
  - v ČSN EN 14679,
  - v dokumentaci stavby se specifikací v realizační dokumentaci, resp. ve výrobně-technické dokumentaci výrobce,
  - v této kapitole TKP, TKP 18 a TKP 19, případně v dalších souvisejících kapitolách,
  - v příslušných TP,
  - v TEP výrobce/dovozce jednotlivých výrobků.
- (2) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity k hloubkovému zlepšování zemin, předloží Zhotovitel Objednateli ke schválení (viz čl.7.2 Obchodních podmínek) a zároveň doloží doklady podle čl.29.A.2.1.
- (3) Pokud je to v ZTKP požadováno, pak k prohlášením/certifikátům výrobků ve smyslu písm. a) až d) čl. 1.4.4.1 TKP 1 musí být přiloženy příslušné protokoly o zkouškách a dále protokoly o certifikaci, obsahující posouzení splnění požadovaných parametrů dle této kapitoly TKP, ZDS a případných dalších a/nebo změněných (zejména zvýšených) požadavků dle ZOP/ZTKP. Není-li tento požadavek v ZDS uveden, může dodatečné předložení protokolu o certifikaci / posouzení shody / ověření stálosti vlastností požadovat Objednatel / Správce stavby i v průběhu stavby.
- (4) Průkazní zkoušky materiálů musí být provedeny laboratorii se způsobilostí podle MP SJ-PK část II/3.
- (5) Musí být uvážena kompatibilita všech složek injektážní směsi. Musí být zhodnocena možná interakce mezi injektážní směsí, horninou a podzemní vodou.
- (6) Souhlas k použití výrobků, stavebních materiálů a směsí jiných, než určených v ZDS, dává Objednatel / Správce stavby po předložení příslušných dokladů (požadovaných ve výše uvedených odstavcích) Zhotovitelem stavby. Veškeré změny oproti ZDS se řeší dle OP.
- (7) Neschválené výrobky, stavební materiály, směsi a konstrukční prvky nesmějí být skladovány ani dočasně složeny na staveništi.
- (8) Zkoušky stavebních výrobků předepsané v této kapitole TKP musejí být v procesu prokazování shody/vhodnosti respektovány.

### 29D.2.2 Materiály k výrobě injekční směsi

- (1) Hloubkové zlepšení zemin zahrnuje přidání injekční směsi (pojivo s vodou) do zeminy je-li to nutné, z jedné či více následujících složek: přísad, příměsí a plniva.
- (2) Druh a složení injekční směsi stanoví dokumentace stavby.

#### 29D.2.2.1 Hydraulická pojiva

- (1) Hydraulická pojiva zahrnují všechny cementy a podobné hmoty používané ve vodních suspenzích pro výrobu injekčních směsí. Běžně se používá cementová suspenze.
- (2) Cement musí odpovídat ČSN EN 197-1; metody zkoušení cementů podléhají ČSN EN 196-1.
- (3) Pro výrobu cementové a jílocementové injekční směsi se použije cement podle dokumentace. Typ cementu se volí s ohledem na kategorii expozice v souladu s ČSN EN 206+A2.

#### 29D.2.2.2 Jílové materiály

- (4) Jíly přirozené nebo upravené se používají pro úpravu vlastností cementových suspenzí (zvýšení vodotěsnosti, snížení odstoje vody, úpravu viskozity apod.).
- (5) *Bentonit* je jíl obsahující jílový minerál montmorillonit, který s vodou zvětšuje mnohonásobně svůj objem a má výrazné tixotropní vlastnosti. Jeho složení a vlastnosti jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.
- (6) *Tumerit* je jíl illitického typu (váže podstatně menší množství vody než bentonit). Jeho složení a vlastnosti jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.

#### 29D.2.2.3 Voda

- (1) Voda pro injekční směs musí odpovídat ČSN EN 1008 a ČSN EN 206+A2.

#### 29D.2.2.4 Přísady

- (1) Přísady jsou sloučeniny přidávané v malých množstvích během míchání směsi s cílem upravit jejich vlastnosti a dosáhnout požadované parametry směsi, jako je viskozita, doba tuhnutí, stabilita, pevnost, odpor, soudržnost a propustnost po zabudování. Přísady do směsí, jako jsou superplastifikátory, přísady zabraňující odlučování vody, provzdušňovací přísady a další musí odpovídat ČSN EN řady 934 a 480 a ČSN EN 206+A2.

#### 29D.2.2.5 Příměsi

- (1) Použití příměsí musí být v souladu s ČSN EN 206+A2. Pucolány a popílek z tepelných elektráren nebo jiné inertní nebo reaktivní složky lze použít do injekčních směsí pouze za předpokladu, že jsou vzájemně chemicky kompatibilní a splňují požadavky na ochranu životního prostředí. Složení a vlastnosti jednotlivých složek použitých do injekčních směsí jsou stanoveny v TEP výrobce/dovozce.

Musí se věnovat pozornost velikosti částic použitých příměsí, aby v průběhu hloubkového zlepšování nedocházelo k ucpávání výstupních otvorů.

### 29D.2.3 Výztuž

- (1) Pokud je to potřebné, lze sloupy hloubkového zlepšování opatřit výztuží, jež se zabuduje po jejich zhotovení. Způsob vyztužení, materiál, kvalitu a okamžik osazení výztuže (osazení do čerstvého materiálu nebo do vrtu vyvrtaném ve sloupu po zatvrdnutí) stanoví dokumentace stavby.
- (2) Pro betonářskou výztuž platí ustanovení TKP 18. Je-li jako výztuž použita ocelová trouba nebo válcovaný profil, musí jejich kvalita odpovídat požadavkům TKP 19.

## 29D.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

### 29D.3.1 Všeobecně

- (1) Zhotovitel předloží před zahájením prací Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení technologický předpis pro hloubkové zlepšení zemin, případně technické a kvalitativní parametry, podmínky pro přesnost jejího provádění, podmínky pro kontrolu jakosti a dodací podmínky. Tento technologický předpis musí být v souladu s dokumentací stavby, která musí obsahovat základní požadavky na hloubkové zlepšení zemin, zejména délku, průměr sloupů hloubkového zlepšení, parametry injektáže atp.
- (2) Zvolená technologie provedení hloubkového zlepšení musí umožnit její zhotovení v daných geotechnických poměrech v požadované kvalitě podle dokumentace. V technologickém předpisu Zhotovitel doloží:
  - popis základové půdy, včetně uskupení vrstev do geotechnicky ekvivalentních zón,
  - tvar sloupu hloubkově zlepšené zeminy,
  - metodu hloubkového zlepšování zemin tekutým pojivem,
  - mísicí nástroj: tvar/rozměry/konfigurace rotační jednotky (jednotek), umístění výstupního otvoru (otvorů), tvar a délku mísicího dříku,
  - pracovní postup (zapouštění a vytahování, zlepšování a posloupnost provádění),
  - přesnost instalace,
  - parametry hloubkového zlepšování zemin, zejména druh a složení injekční směsi, obsah pojiva,
  - opatření k zamezení nedovolených sedání nebo zvedání,
  - staveništní rozvody a pracovní plochy,
  - výrobu směsi a strojní zařízení,



- nakládání s odpady,
  - možnosti pozměnění parametrů hloubkového zlepšování zemin v průběhu prací,
  - postupy při případném přerušení prací hloubkového zlepšování zemin,
  - údaje o materiálech sloužících k výrobě injekční směsi, včetně výsledků průkazných zkoušek nebo atestů a jejich vyhodnocení,
  - způsob kontroly, zkoušek, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu díla, zejména měřitelné parametry vlastností, kterých má být dosaženo pro správnou funkci díla, instrumentaci požadovanou pro provádění monitoringu a pro záznam dat.
- (3) V technologickém předpisu musí být uvedeny přípustné odchylky v umístění návrtného bodu hloubkového zlepšování zemin, jakož i složení a vlastnostech injekční směsi (viz čl.29D.7 této kapitoly TKP). Požadované odchylky odlišné od této kapitoly TKP a ČSN EN 14 679 jsou stanoveny dokumentací stavby.
  - (4) Zhotovitel uvede jméno zástupce Zhotovitele zodpovídajícího za kvalitu díla.
  - (5) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby časový plán prací a harmonogram jednotlivých dílčích odsouhlasení. Bez souhlasu Objednatele / Správce stavby nelze stavební práce zahájit. Objednatel / Správce stavby se zúčastňuje dílčích odsouhlasení podle postupu prací, nerozhodne-li písemně jinak.
  - (6) Zhotovitel je povinen bez prodlení oznámit Objednateli / Správci stavby všechny podstatné odchylky skutečně zjištěných geotechnických poměrů staveniště od geotechnických poměrů předpokládaných dokumentací, které by mohly ovlivnit funkci zhotovovaných prvků. Odchylky se zaznamenávají do stavebního deníku, protokolu o výrobě nebo jiných dokladů vedených mezi Objednatel / Správcem stavby a Zhotovitelem. Zhotovitel navrhne potřebná opatření, která podléhají schválení Objednatel / Správcem stavby.
  - (7) Záznam provozních hodnot během provádění hloubkového zlepšování je automaticky zaznamenáván monitorovacím zařízením. Příklad je uveden v příloze č. 29D.P1 této části TKP 29.

### 29D.3.2 Místo provádění prací

- (1) Potřebné úpravy pracovní plochy a přístupových cest včetně jejich zpevnění provádí Zhotovitel před zahájením provádění hloubkového zlepšování zemin. Zhotovitel musí věnovat náležitou pozornost úpravě a zpevnění pracovní plošiny a přístupových cest tak, aby v průběhu celé realizace prací nevznikly problémy se stabilitou vrtné soupravy

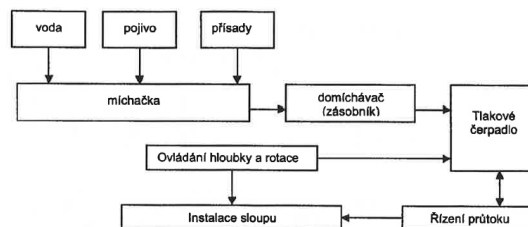
a příslušných pomocných mechanismů. Navržená úprava pracovní plošiny a přístupových cest musí být součástí Realizační dokumentace (RDS), části POV. Materiál použitý pro zhotovení pracovní plošiny nesmí bránit průchodu mísicího nástroje.

### 29D.3.3 Údaje o strojích

- (1) Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení údaje o použitých stavebních strojích, zejména o mechanismech a zařízeních určených k provedení hloubkového zlepšování zemin. Údaje obsahují základní parametry a rozměry mísicích mechanismů.
- (2) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení podrobné informace o výrobně injekční směsi a její kapacitě, systému kontroly jakosti včetně kalibračních listů měřicích zařízení. Objednatel / Správce stavby je oprávněn správnost měřicích zařízení kontrolovat.
- (3) Zařízení pro hloubkové zlepšování zemin zahrnuje:
  - mísicí soupravu vybavenou mísicím nástrojem,
  - míchací a čerpací zařízení pro výrobu a čerpání injekční směsi,
  - potrubí včetně spojovacích prvků,
  - měřicí, ovládací a monitorovací zařízení pro záznam prováděcích parametrů (provozních hodnot),
  - čerpadlo vody (je-li nutné při použité metodě),

### 29D.3.4 Metody hloubkového zlepšování zemin (tekutým pojivem)

- (1) Podle ČSN EN 14679 se zlepšování tekutým pojivem provádí podle určitých obecných zásad shrnutých v následujícím schématu:



Obr. Postupový diagram pro provedení zlepšování tekutým pojivem dle ČSN EN 14679

- (2) V podmínkách České republiky se instalace sloupů zlepšené tekutým pojivem provádí buď použitím břitů, nebo pomocí průběžných spirálových vrtáků v podmínkách převážně nesoudržných zemin, které rotují kolem svislé osy. Zemina je obvykle míchána s cementovou injekční směsí, do které se mohou přidávat příměsi a přísady. V závislosti na druhu zeminy

se vytváří směs podobná maltě, která tvrdne během hydratačního procesu. Do čerstvého promíseného sloupu se může instalovat stavební výztuž. Typické hodnoty pro konfiguraci jsou uvedeny v tabulkách D1 a D2:

**Tabulka D1**

Zařízení	Podrobnosti	Pozemní, Evropa
Stroj na hloubkové zlepšování	Počet mísicích dříků	1 až 3
	Průměr mísicího nástroje	0,4 m až 0,9 m
	Maximální hloubka úpravy	25 m
	Umístění výstupního otvoru pojiva	dřík
	Vstřikovací tlak	5 až 10 barů
Míchací centrum	Objem zásobníku injekční směsi	3 m <sup>3</sup> až 6 m <sup>3</sup>
	Kapacita dodávky	0,08 m <sup>3</sup> /minuta až 0,25 m <sup>3</sup> /minuta
Zásobník pojiva	Maximální objem	

**Tabulka D2**

Stroj hloubkového zlepšování	Pozemní, Evropa
Rychlost zapouštění mísicího dříku	0,5 m/minuta až 1,5 m/minuta
Rychlost vytahování mísicího dříku	3,0 m/minuta až 5,0 m/minuta
Rychlost otáčení mísicích břitů	25 ot./minuta až 50 ot./minuta
Počet otáček břitů (BRN)	Min. 350 nebo použití průběžného spirálu*
Množství vháněného pojiva	80 kg/m <sup>3</sup> až 450 kg/m <sup>3</sup>
Fáze vstřikování	Zapouštění a/nebo vytahování

\* průběžný spirál se používá zejména pro hloubkové zlepšování hrubozrnných zemin a BRN se něj nevztahuje

- (3) ČSN EN 14679 uvádí i další metody, které připomínají hloubkové zlepšování. Tyto metody se nazývají smíšené metody a průběžně se vyvíjejí a zatím nenašly v ČR širší uplatnění.

### 29D.3.5 Provádění sloupů hloubkovým zlepšováním zemin

- (1) Hloubkové zlepšování zemin se provádí mechanickým rozrušováním zemin při využití hlavně vertikálního pohybu rotační mísicí jednotky a zavedením injekční směsi, která je se zeminou homogenizována během zapouštění a/nebo vytahování rotační mísicí jednotky.

Obvykle se provádí podle následujícího postupu:

- ustavení mísicího nástroje ve shodě s odchylkami stanovenými projektem,
  - mísicí dřík/dříky se zapustí do předepsané hloubky úpravy za současného rozrušování zeminy mísicím nástrojem a vháněním injekční směsi, obvykle cementové injekční směsi s případnými příměsemi a přísadami. Je možné během zapouštění i jinak upravovat zeminu (např. přidáním vody) při mísení,
  - po dosažení předepsané hloubky úpravy se dřík/dříky za stálé rotace vytahuje bez přidávání injekční směsi. Pokud je třeba, je možné provádět fázi zapouštění a vytahování za současného mísení opakovaně tak, aby došlo k lepší homogenizaci sloupu nebo ke zvýšení množství pojiva ve sloupu. V případě použití opakovaných cyklů během provádění je možné injekční směs vhánět do zeminy i během vytahování. Při posledním vytahování dříku se injekční směs již nepřidává.
- (2) V nesoudrzných zeminách může být dostačujícím mísicím nástrojem průběžný šnek. V zeminách soudrzných je třeba použít sofistikovanější geometrie mísicích nástrojů, aby došlo ke správné homogenizaci. Běžná rychlost otáčení je obvykle 25 až 50 ot./minutu. Počet otáček břitů (Blade Rotation Number (BRN<sup>5</sup>) – celkový počet otáček mísicího břitů na metr délky dříku sloupu) bývá obvykle vyšší než 350. Pro dosaženou homogenitu sloupu v soudrzných zeminách může být intenzita míchání při prvním průchodu mísicího nástroje důležitější než celkový počet otáček břitů.
- (3) Veškerý vzniklý odpad musí být shromažďován a likvidován dle platných zákonných a právních předpisů.
- (4) Každý sloup má být instalován bez přerušení. Pokud je instalace přerušena na více než 1 h, je nutné prvek znovu promíchat při injektáži pojiva v projektované rychlosti po celé délce prvku.
- ### 29D.3.6 Ukládání výztuže
- (1) Pokud je dokumentací předepsáno, lze do čerstvého materiálu hloubkově zlepšené zeminy bezprostředně po provedení vkládat výztuž. Stavební výztuž se může instalovat i s pomocí vibrátoru.
- ### 29D.4 DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ
- (1) Zhotovitel přepravuje a skladuje materiál a dílce způsobem, který stanoví jednotlivé kapitoly TKP a normy uvedené v následujících článcích, nebo předpis výrobce. Zhotovitel je povinen

<sup>5</sup>  $BRN = \sum M \left( \frac{N_p}{V_p} + \frac{N_w}{V_w} \right)$ , kde  $\sum M$  je celkový počet mísicích lopatek,  $N_p$ ,  $N_w$  je rychlost otáčení během zavrtávání a vytahování (otáčky/min),  $V_p$ ,  $V_w$  je rychlost svislého posunu během zavrtávání a vytahování (m/min).

zajistit řádnou přejímku dodávaného materiálu a výrobků a přesně evidovat jednotlivé dodávky. Materiál a dílce musí být chráněny před poškozením, znehodnocením, popřípadě povětrnostními vlivy. Skladovaný materiál musí být zřetelně označen podle druhu, případně i podle dodávky. Na staveništi mají být k dispozici pouze materiály, které odpovídají požadavkům smlouvy o dílo (viz čl. 1.5.1 TKP 1). Materiál, který vykazuje vady, je poškozen, nevyhověl zkouškám nebo neodpovídá požadavkům dokumentace, je Zhotovitel povinen ze stavby odstranit a dodat materiál nový, popřípadě prokázat dalšími zkouškami, že požadavkům vyhovuje.

- (2) Zásilka materiálu a výrobků musí být prováděna dodacím listem, který musí obsahovat zejména:
  - číslo a datum vystavení,
  - název a adresu výrobce / dovozce / zplnomocněného zástupce a distributora,
  - název a sídlo odběratele,
  - místo dodávky,
  - předmět dodávky a jakostní třídu,
  - hmotnost dodávky, počet kusů apod.,
  - popřípadě další požadované údaje.
- (3) Zjišťuje se, zda je zásilka úplná a nepoškozená a zda dodané množství, druh a jakost souhlasí s údaji uvedenými v dodacím listě.
- (4) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi použité ke stavbě musí být doloženy doklady ve smyslu čl. 29.A.2.1.
- (5) Dodávku a skladování základních materiálů pro hloubkové zlepšování zemin upravují následující předpisy:

#### **29D.4.1 Ocel pro výztuž**

- (1) Platí požadavky TKP 18.

#### **29D.4.2 Ocelové profily**

- (1) Platí požadavky TKP 19.

#### **29D.4.3 Cement**

- (1) Platí požadavky TKP 18.

#### **29D.4.4 Chemické látky, přísady a příměsi**

- (1) Dodávají se, skladují a chrání před povětrnostními a teplotními vlivy podle zásad TKP 18 a podle pokynů výrobce.

### **29D.5 PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

#### **29D.5.1 Všeobecně**

- (1) Zkoušky musí být prováděny v souladu s TKP 1.
- (2) Zkouškami ve smyslu TKP 1 se rozumí soubor všech činností zahrnujících výkon, jak vlastní zkoušky, tak i vzorkování. Zkoušky mohou být

prováděny pouze ve způsobilých zkušebnách, a to buď se způsobilostí „OZ“ (odborně způsobilé) nebo se způsobilostí „A“ (akreditované).

- (3) Provádění zkoušek (způsob, četnost a parametry):
  - a) pro výrobky, stavební materiály a směsi, které jsou ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. stanovenými výrobky, je provádění zkoušek uvedeno v harmonizované/určené normě nebo vyplývá z vydaného Stavebně technického osvědčení (STO), případně Evropského technického posouzení/schválení (ETA). U ostatních výrobků se provádění zkoušek řídí MP SJ-PK, část II/5 – ostatní výrobky;
  - b) provádění zkoušek prací realizovaných na stavbě je uvedeno v TKP a v nich uvedených normách a technických předpisech a pro konkrétní stavbu.

#### **29D.5.2 Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky**

- (1) Průkazní zkoušky jsou zkoušky, kterými se prokazuje, že vlastnosti stavebních výrobků (materiálů, směsí, dílců) určených k zabudování do stavby vyhovují předepsaným požadavkům. V některých případech se za průkazní zkoušky považují také počáteční zkoušky typu (výrobku).
- (2) Před prováděním průkazních zkoušek příp. před zahájením prací požádá Zhotovitel Objednatele / Správce stavby o souhlas se zdroji dodávek materiálů, směsí a ostatních ke zkoušce použitých hmot. Každá změna oproti tomuto odsouhlasení podléhá novému souhlasu Objednatele / Správce stavby. Neodsouhlasené materiály, směsi a ostatní hmoty nesmí být použity.
- (3) Počáteční zkoušky typu / průkazní zkoušky materiálů, stavebních výrobků a prvků hloubkového zlepšování zemin zajišťuje Zhotovitel stavby u výrobce/dovozce, přičemž protokoly s výsledky zkoušek a posouzení splnění kvalitativních parametrů podle příslušných evropských a českých norem, TP a této kapitoly TKP, případně dalších požadavků, jsou předkládány společně s vydaným Prohlášením o shodě / Prohlášením o vlastnostech.
- (4) Stejnou platnost jako průkazní zkoušky mají doklady o posouzení shody nebo vhodnosti vystavené nezávislou autorizovanou osobou / oznámeným subjektem (notifikovanou osobou) nebo osobou způsobilou ve smyslu MP SJ-PK v části II/5 – ostatní výrobky.
- (5) Za průkazní zkoušku v případě ostatních výrobků je považována zkouška typu (vzorku)

výrobku. Zkouškou typu se rozumí výběr a zkoušení jednoho nebo většího počtu vzorků výrobku, reprezentující společnou konstrukci využívající stejné materiály a vyráběné stejným výrobním postupem.

- (6) Zprávu o výsledcích průkazných zkoušek směsi dokládá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby (v dostatečném předstihu před zahájením prací, obvykle 14 dní) k odsouhlasení.

#### 29D.5.2.1 Zkušební pole (Předběžné zkoušky)

- (1) Zkušební pole se provádí vždy. Během provádění zkušebního pole musí být použito totožné zařízení, materiály, technologie a postup tak, jak je stanoveno pro provádění hlavních prací.

- (2) Účelem zkušebního pole je:

- ověření vhodnosti navržených provozních hodnot hloubkového zlepšování zemin,
- zjištění stejnorodosti (homogenity) sloupů,
- kontrola injekčních hmot,
- kontrola deformací,
- prokázání, že pomocí zvolených postupů mohou být splněny předpoklady dokumentace.

- (3) Provozní hodnoty musí zahrnovat:

- rychlost zapouštění a vytahování mísicího nástroje,
- rychlost otáčení rotační jednotky/jednotek mísicího nástroje,
- plnicí rychlost (průtok) injekční směsi.

- (4) Někdy je účelné monitorovat i další provozní hodnoty, např. krouticí moment, v případě zavazání sloupů do únosných vrstev.

#### 29D.5.2.2 Průkazní zkoušky tvaru a vlastností materiálu sloupů hloubkového zlepšování zemin

- (1) Průkazní zkoušky tvaru sloupů hloubkového zlepšování zemin se provádějí v případě pochybností, a to buď v rámci realizace zkušebního pole anebo při provádění prvních systémových sloupů hloubkového zlepšování zemin.

- (2) Kontrola přesahu sloupů se provádí na obnažených sloupech. Měří se geometrie sloupů a provádí se fotografická dokumentace.

- (3) Složení injekční směsi je dáno dokumentací. Pro zaručení stálosti materiálu a kvality záměsi injekční směsi se při průkazných zkouškách sledují následující parametry:

- objemová hmotnost,
- odstoje,
- viskozita Marsh,

- doba tuhnutí,

- zkouška pevnosti v prostém tlaku na válcových vzorcích (s poměrem výška/průměr 2,0). Provádí se jako 3-, 7-, 28denní, při použití pomalu tvrdnoucích směsí i 56denní.

- (4) Způsob měření určuje Příloha 29A.P4 této kapitoly TKP.

- (5) Dále se mohou zjišťovat mechanické charakteristiky a/nebo propustnost promíseného materiálu. Hodnoty pevnosti a/nebo propustnosti se stanovují pomocí laboratorních zkoušek na odkopech, odvrtech nebo jiným způsobem podle dokumentace. Záznam se vede na příslušných formulářích, jejichž vzor je uveden v příloze č. 3 této části TKP 29.

- (6) Při posuzování propustnosti se rozlišuje mezi propustností injekční směsi, propustností materiálu vylepšeného tryskovou injektáží a systémovou propustností geotechnické konstrukce.

- (7) Propustnost hloubkově vylepšené zeminy lze prokázat:

- laboratorně na odvrtech,
- ve vrtech vodní tlakovou zkouškou nebo nálevovou zkouškou,
- jinými nepřímými zkouškami, např. velkoplošný čerpací pokus, piezometrické sledování, kamera ve vrtu,

- (8) Stanovení propustnosti se provede podle dokumentace nebo ZTKP.

#### 29D.5.2.3 Zatěžovací zkoušky sloupů hloubkového zlepšování zemin

- (1) Sloupy hloubkového zlepšení zemin se používají také pro přenos zatížení, obvykle tlakových. Pro zatěžovací zkoušky sloupů / skupiny sloupů hloubkového zlepšení zemin platí kapitola 7.5 ČSN EN 1997-1. Předepisuje-li to dokumentace, provede Zhotovitel zkušební sloupy hloubkového zlepšení k ověření požadované únosnosti. Zkušební sloupy hloubkového zlepšení se provedou v místech určených v dokumentaci. Zkušební sloupy jsou stejné konstrukce, ze stejného materiálu a vyrobené stejným technologickým postupem jako prvky systémové a provádí se strojním zařízením stejných parametrů, jako bude použito na stavbě. Zatěžovací zkoušky se použijí pro:

- potvrzení vhodnosti metody výstavby,
- určení odezvy zkušebního sloupů / skupiny sloupů hloubkového zlepšení a okolní základové půdy na zatížení z hlediska sedání a event. i mezního zatížení,
- návrh a posouzení založení tvořeného sloupem hloubkového zlepšení.

- (2) Zatěžovací zkoušky se provádějí jako statické zatěžovací zkoušky se stupňovitým zatížením (MLT) a slouží zejména pro stanovení vztahu mezi zatížením a sedáním sloupu hloubkového zlepšení zemin. Zatěžovací zkoušky se provádějí na sloupech mimosystémových (zkušebních) i na sloupech systémových. V tomto případě nesmí zkušební zatížení překročit zatížení návrhové.
- (3) Jednotlivé sloupy hloubkového zlepšování působí při přenosu svislého zatížení zpravidla ve skupině. Proto je třeba správně interpretovat výsledky zatěžovacích zkoušek a případné skupinové účinky zohlednit při návrhu založení konstrukce.

#### 29D.5.2.4 Studijní zatěžovací zkoušky

- (1) Studijní zatěžovací zkoušky se provedou před zpracováním zadávací a/nebo realizační dokumentace, a to zejména v následujících případech:
  - pokud se použije typ sloupu hloubkového zlepšení nebo metoda instalace, pro kterou neexistuje srovnatelná zkušenost,
  - pokud se navrhuje sloupy hloubkového zlepšení v základové půdě, pro níž neexistuje srovnatelná zkušenost,
  - pokud systémové sloupy hloubkového zlepšení budou vystaveny zatížení, pro které teorie a zkušenosti neposkytují při návrhu dostatečnou jistotu a bezpečnost,
  - pokud dojde ke změně zadávací dokumentace a/nebo je to v zadávací dokumentaci předepsáno,
  - pokud je to dohodnuto s Objednatelem projektu.
- (2) Studijní zatěžovací zkoušky se provádějí jako statické zásadně na mimosystémových (zkušebních) sloupech hloubkového zlepšení.

#### 29D.5.2.5 Ověřovací zatěžovací zkoušky

- (1) Ověřovací zatěžovací zkoušky se provádějí před zahájením nebo na počátku prací s přihlédnutím ke složitosti geotechnických poměrů, náročnosti a rozsahu díla a zejména nejsou-li k dispozici výsledky zkoušek studijních. O jejich provedení rozhoduje projektant. Provádějí se na mimosystémových sloupech hloubkového zlepšení. Charakteristická únosnost sloupu hloubkového zlepšení v tlaku ( $R_{c,k}$ ) se určí dle kapitoly 7.6.2.2 ČSN EN 1997-1.
- (2) Postup zatěžování lze provádět v souladu s ČSN EN ISO 22477-1.
- (3) Dokumentaci zatěžovací zkoušky předkládá Zhotovitel se všemi údaji o zatěžovacím zařízení, popisem průběhu zkoušky a popisem měřicího zařízení ke schválení Objednateli /

Správci stavby. Zkoušku provede laborator způsobilá ve smyslu části II/3 MP SJ-PK. Vyhodnocení provede Zhotovitel na základě výsledků měření způsobilé laboratoře a podle ustanovení kapitoly 7.5 ČSN EN 1997-1 a požadavků projektové dokumentace

#### 29D.5.2.6 Jiné průkazní zkoušky

- (1) ZTKP mohou v opodstatněných případech předepsat další průkazní zkoušky nezbytné pro zajištění kvalitního provedení díla. Jedná se například zkoušku agresivity podzemní vody nebo zemin na stavební konstrukce, nebo ověření základových poměrů v místě stavby. Tyto zkoušky provede Zhotovitel s dostatečným časovým předstihem před zahájením hloubkového zlepšování zemin. Pro hrazení nákladů za tyto zkoušky platí příslušné články TKP 1.

### 29D.5.3 Monitoring

- (1) Průkazem provedení hloubkového zlepšování zemin podle dokumentace nebo technologického předpisu je monitoring.
- (2) Požadovaný typ, rozsah a přesnost měření v rámci monitoringu musí být přesně určeny v dokumentaci, monitorovací zařízení musí být osazena a uvedena v činnost před zahájením prací.
- (3) Počítačové systémy mají být použity k monitorování následujících parametrů:
  - tlak a průtok injekční směsi,
  - rychlost zapouštění a vytahování,
  - rychlost otáčení (ot./min) během zapouštění a vytahování,
  - množství injekční směsi na metr během zapouštění a vytahování.
- (4) Automatizovaný systém musí zaznamenávat provozní parametry alespoň v hloubkových intervalech 0,5 m.
- (5) Uvedená ustanovení o monitoringu platí jak pro průkazní, tak pro kontrolní zkoušky.

### 29D.6 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ, PROVOZNÍ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

#### 29D.6.1 Všeobecně

- (1) Obecné zásady jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### 29D.6.2 Provozní zkoušky

- (1) Vzorky injekční směsi se odebírají ve výrobně směsi. Injekční směsi musí být na staveništi podrobeny provozním zkouškám, které se zkouší v souladu s Přílohou 29A.P4 této kapitoly TKP:
  - objemová hmotnost,

- viskozita Marsh,
- odstoj vody.

Objemová hmotnost směsi je určena dokumentací. Měření se provádí dvakrát za směnu.

Hodnota viskozity směsi je stanovena dokumentací. Viskozita se měří jedenkrát za směnu na viskozimetru Marsh dle EN ISO 10414-1.

Odstoj vody se kontroluje dle Přílohy B EN 934-4, jedenkrát za směnu ve výrobně směsi.

- (2) Výsledky zkoušek jsou zaznamenány do Laboratorního deníku.
- (3) V případě, že zaznamenané parametry nejsou v souladu s požadavky dokumentace stavby, rozhodne projektant o dalším postupu.
- (4) Podmínky pro přítomnost Správce stavby nebo jeho asistentů při provozních zkouškách jsou shodné jako při kontrolních zkouškách.

### 29D.6.3 Kontrolní zkoušky

#### 29D.6.3.1 Betonářská výztuž

- (1) Pro provádění zkoušek platí ustanovení TKP 18.

#### 29D.6.3.2 Ocelové profily a trouby

- (1) Pro provádění zkoušek platí ustanovení TKP 19.

#### 29D.6.3.3 Příměsi a přísady

- (1) Kontrolují se a zkoušejí podle TKP 18, ČSN EN 480-1, předpisů výrobce příměsí nebo přísady a odsouhlasených technologických předpisů Zhotovitele na základě údajů výrobců.

#### 29D.6.3.4 Kontrolní zkoušky injekční směsi

- (1) Pevnost v prostém tlaku. Ta se zjišťuje z každé nové receptury nebo min. jednou týdně na sadě tří vzorků ve válcových formách o poměru výška/průměr 2:1. Pokud se použijí hranoly nebo válce s jiným poměrem h/d je třeba provést korekci tak, aby výsledky odpovídaly referenční zkušební geometrii. Zkouška se provádí dle ČSN EN 12390-3 jako 28denní, není-li dokumentací nebo ZTKP požadováno jinak.

#### 29D.6.3.5 Kontrolní zkoušky materiálu sloupu hloubkového zlepšování zemin

- (1) Vzorky materiálu sloupu hloubkového zlepšování zemin se odebírají ze samotného tělesa sloupu buď:
  - čerstvým odběrem,
  - nebo jádrovým vrtem.
- (2) Čerstvý odběr lze provést přímo z čerstvě vytvořeného tělesa, a to buď odběrnou nádobou (wet grab) nebo zatlačením dvouplášťové plastové výpažnice do čerstvě provedeného sloupu (wet core).
- (3) Vzorky typu wet grab se odebírají pomocí vzorkovacího nástroje typu Bailer (nebo

podobného) vtažením do čerstvě promíchaného sloupu. Odebraný materiál se po vyjmutí umístí do zkušebních válců, které se uchovávají ve vodní lázni při konstantní teplotě až do doby zkoušení vzorku.

- (4) Čerstvý odběr pomocí dvouplášťové výpažnice (wet core) je alternativou k suchému odebírání jader a týká se získávání kontinuálního vzorku in-situ zvolené délky. Odběr vzorku se provádí vyjmutím vnitřního pláště vyplněného zlepšeným materiálem po jeho zatuhnutí (tj. zpravidla po 3 dnech). Odebrané vzorky se uchovávají ve vodní lázni při konstantní teplotě až do doby zkoušení vzorku.
- (5) Kvalita odebraného jádra jádrovým vrtem je vysoce závislá na pevnosti, zrnitostním složení zlepšené zeminy a technologii odběru. Proto se tento způsob odběru vzorků doporučuje používat u náročnějších konstrukcí (3. GK) či pokud se ukáže jako nedostačující odběr pomocí dvouplášťové výpažnice (wet core). Jádrový odběr má být proveden nejdříve 20 dní po instalaci sloupu a provádí se ve vzdálenosti poloviny rádiusu od osy sloupu.
- (6) Otvory vzniklé po odebrání jádra (wet core, jádrový vrt) se zaplní injekční směsí o vyšší pevnosti, než je pevnost hloubkově zlepšené zeminy.
- (7) Na materiálu sloupu hloubkového zlepšování zemin se provádí následující zkoušky:
  - objemová hmotnost,
  - pevnost v prostém tlaku,
  - modul pružnosti,
  - stejnorodost (homogenita) sloupu.
- (8) Počet zkoušek předepisuje dokumentace.
- (9) Při určení pevnosti a modulu pružnosti materiálu se přednostně používají vzorky kvality A a B ve formě válcových těles poměru 2:1 dle Přílohy B ČSN EN 12716. Průměr vzorku má být nejméně 64 mm.
- (10) Pevnost vzorků získaných čerstvým odběrem se zkouší dle ČSN EN 12390-3. Vzorky získané jádrovým vrtem se zkouší dle ČSN EN 12504-1. Rychlost zatěžování u obou typů vzorků nesmí překročit 0,05 N/mm<sup>2</sup>/s. Pro průměrnou prostou tlakovou pevnost větší než 4 N/mm<sup>2</sup> je možné zvětšit rychlost zatěžování na 0,2 N/mm<sup>2</sup>/s. Vyhodnocení prosté takové pevnosti se provádí dle Přílohy A ČSN EN 12716. U vzorků získaných čerstvým odběrem se doporučuje testovat v čase 3, 7, 28 a 60 dní či více s cílem získat vývoj pevnosti v čase. Jádrovým vrtem po 28 dnech.
- (11) V důsledku pomalejšího nárůstu pevnosti ve srovnání s betonem se jako referenční pevnost považuje po 60 dnech zrání. Pokud nejsou výsledky pevnosti po 60 dnech k dispozici, lze

ji stanovit z 28denní pevnosti jejím navýšením o 15 % až 25 %.

- (12) Stejnorodost lze ohodnotit podle indexu kvality vzorku SQD (Sample Quality Designation), který má být vyšší než 80 %. Index kvality vzorku SQD se určí poměrem celkové délky jádra po odečtení délek úseků, které nejsou zlepšeny pojivem a přesahují přes celý průměr jádra, k celkové délce jádra. Toto vyhodnocení se provádí po úsecích délky 1,5 m.
- (13) U zlepšování šterků nebo hrubozrnných písků, kdy je obtížné získat jádro dostatečné kvality, je možné alternativně použít kamerovou prohlídku vrtu.
- (14) Pokud dokumentace nepředepíše jinak, pak se četnost zkoušek určuje následovně:
- Při provádění sloupů hloubkového zlepšování zemin se odebírají pro stanovení pevnosti alespoň 2 vzorky každý pracovní den nebo jeden vzorek na každých 125 m<sup>3</sup> zlepšené zeminy, podle toho, která četnost vzorkování je vyšší.
  - Stejnorodost (homogenita) sloupu se testuje po celé jeho délce standardně na 1 % z celkového počtu provedených sloupů. Minimálně však na jednom sloupu. Z každého kontinuálního jádra se zároveň odeberou a testují alespoň 4 zkušební vzorky.

#### 29D.6.3.6 Kontrola během provádění hloubkového zlepšování zemin

- (1) V dokumentaci musí být specifikována kritéria pro sledování a kontrolu prací během provádění hloubkového zlepšování zemin. Pokud dokumentace nepředepíše jinak, tak se výrobní protokoly získané pomocí automatického zapisovače dat porovnávají s výrobními protokoly ze zkušebního pole. Cílem je zajistit stálou kvalitu prací. Kontrolují se tyto výrobní parametry:
- datum a čas provádění sloupu,
  - referenční číslo sloupu,
  - typ/průměr mísicího nástroje,
  - tlak a průtok injekční směsi,
  - rychlost zapouštění a vytahování (mm/minuta),
  - rychlost otáčení (ot./minuta) během zapouštění a vytahování,
  - množství injekční směsi na metr během zapouštění a vytahování,
  - počet otáček břitů (BRN),
  - typ pojiva a složení injekční směsi,
  - úroveň hlavy a paty sloupu.

- (2) Dále se provádí, pokud neurčí dokumentace jinak, kontrola polohy a výšky návrtného bodu u každého prvku. Kontrola se provádí např. geodetickým přístrojem, totální stanicí, GPS. Není nutné provádět záznam o kontrole.

- (3) Kontrola průběhu vrtu se provádí v případě, že je to důležité (např. pro vodotěsnost).

#### 29D.6.3.7 Zkoušky prvků hloubkového zlepšování zemin

- (1) Počet a druh zkoušek propustnosti prvků stanoví dokumentace.
- (2) Vodotěsnost materiálu prvku má být stanovena pomocí čerpací zkoušky a/nebo pomocí piezometrického měření hladiny vody.
- (3) Vodotěsnost konstrukce z tryskové injektáže musí být v případě geotechnické kategorie 2 a 3 stanovena čerpacím pokusem a piezometrickým měřením hladiny vody.
- (4) Vodotěsnost jednotlivých prvků může být přezkoušena pomocí vrtů v nich provedených.
- (5) Při provádění jádrových vrtů je třeba zvážit případný negativní vliv vrtu na funkci konstrukce.

#### 29D.6.3.8 Kontrolní zatěžovací zkoušky sloupů hloubkového zlepšování zemin

- (1) Pokud se sloupy hloubkového zlepšování zemin používají jako hlubinné základy, provádějí se na nich statické zatěžovací zkoušky. Základní požadavky na jejich provedení obsahuje ČSN EN 1997-1.
- (2) Kontrolní zatěžovací zkoušky sloupů hloubkového zlepšování zemin zajišťuje Zhotovitel v rozsahu požadovaném dokumentací a/nebo ZTKP. Zkoušky smí provádět zkušebna se způsobilostí podle MP SJ-PK v části II/3. Tato zkušebna musí být odsouhlasena Objednatelem / Správcem stavby.
- (3) Provádějí se zkoušky statické únosnosti (kontrolní statická zatěžovací zkouška). Kontrolní zkoušky se provádějí během a po provedení prací speciálního zakládání staveb. Provádění a vyhodnocení se řídí ustanoveními EN ISO 22477-1. Kontrolní zatěžovací zkoušky se provádějí zpravidla na systémových prvcích, při nichž platí, že maximální zatížení při zkoušce nesmí překročit zatížení charakteristické.
- (4) Počet kontrolních zatěžovacích zkoušek, jejich druh a způsob vyhodnocení určuje dokumentace.

#### 29D.6.3.9 Měření deformací

- (1) Kontrolní měření deformací terénu a okolních objektů se v průběhu realizace hloubkového zlepšování zemin běžně neprovádí.

## 29D.7 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY

- (1) Tolerance a jejich potenciální účinky musí být uváženy v projektové dokumentaci. Pokud není předepsáno jinak, musí být sloupy hloubkového zlepšování zemin instalovány v souladu s ČSN EN 14679 s následujícími geometrickými odchylkami:
  - půdorysná odchylka hlavy sloupu od teoretické polohy (půdorysně) 100 mm,
  - odchylka od osy vrtu pro svislé prvky do 1 % maximální délky vrtu.
- (2) Tolerance v délce, objemové hmotnosti injekční směsi a velikosti injekčního tlaku se stanovují takto:
  - hloubka vrtu 100 mm,
  - objemová hmotnost injekční směsi 2 %,
- (3) Tolerance pro BRN je následující:
  - maximální povolená spodní odchylka od požadované hodnoty 15 %  
(pokud bude dosaženo nižší hodnoty pod povolených 15 %, pak musí být sekce sloupce/prvku znovu promíchána při projektovaných parametrech).
- (4) Odchylky jsou odchylkami mezními. Pokud dojde z jakýchkoliv důvodů k překročení přípustné odchylky, navrhne Zhotovitel nápravné řešení a předloží jej Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.
- (5) Povolené odchylky v geometrii prvků, výsledcích mechanických zkoušek a zkoušek propustnosti určuje dokumentace.

## 29D.8 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

- (1) Hloubkové zlepšování zemin se provádí bez zvláštních opatření při teplotě vzduchu nad +5 °C. Při nižších teplotách musí být výroby, injektážní stanice a rozvody injekční směsi zatepleny, aby nedošlo ke zmrznutí injekční směsi. Teplota v injektážní stanici musí být taková, aby mohly být provedeny spolehlivě kontrolní zkoušky.

## 29D.9 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ

### 29D.9.1 Odsouhlasení prací

- (1) Zásady pro odsouhlasení prací jsou uvedeny v čl. 29.5.1 této kapitoly TKP.

### 29D.9.2 Převzetí prací

- (1) Zásady pro převzetí prací jsou uvedeny v čl. 29.5.2 této kapitoly TKP.

## 29D.10 SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ

- (1) Měření konstrukce hlubinného zlepšování zemin se provádí podle dokumentace sledování, která předepisuje instrumentaci a monitoring díla. Měření lze provádět pomocí elektrických

nebo mechanických snímačů, přesné nivelace, elektrických vodováh, vertikálních a horizontálních inklinometrů, extenzometrů, holografických hranolů, piezometrů atp. Provozní měření provádí Zhotovitel stavby.

- (2) V opodstatněných případech, zejména v zastavěných oblastech a v blízkosti inženýrských sítí, se doporučuje provádět geotechnický monitoring objektů. Jeho rozsah určuje dokumentace.
- (3) Kontrolní měření, jakož i geotechnický monitoring, smí provádět fyzická nebo právnická osoba se způsobilostí podle metodického pokynu SJ-PK, část II/3, která musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby. Pokud je toto měření prováděno geodetickými metodami, provádí ho úředně oprávněný zeměměřický inženýr, který musí být odsouhlasen Objednatel / Správcem stavby.
- (4) Zhotovitel vypracuje o každém měření dokumentaci, kterou předpisuje dokumentace a/nebo TEP Zhotovitele.

## 29D.11 EKOLOGIE

### 29D.11.1 Všeobecně

- (1) Zásady ochrany životního prostředí jsou uvedeny v čl. 29.6 této kapitoly TKP.

### 29D.11.2 Provoz strojů

- (1) Podmínky provozu strojů jsou uvedeny v čl. 29.6.2 této kapitoly TKP.

### 29D.11.3 Skládkování

- (1) Podmínky pro skládkování jsou uvedeny v čl. 29.6.3 této kapitoly TKP.

## 29D.12 BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA

- (1) Zásady BOZP jsou uvedeny v čl. 29.7 této kapitoly TKP.



## 29D.13 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.

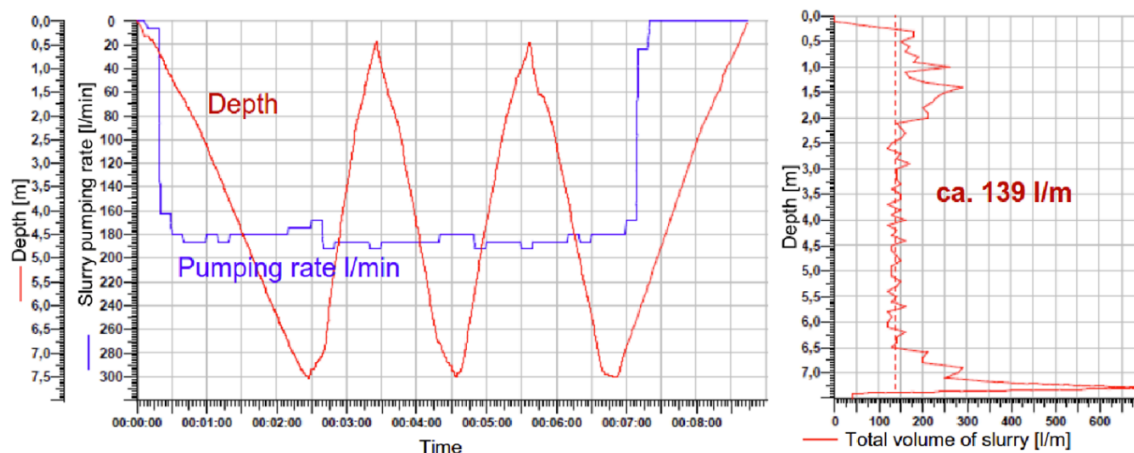
### 29D.13.1 Citované normy

ČSN EN 196-1	Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti
ČSN EN 197-1 ed. 2	Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití
ČSN EN 206+A2	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 480	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody
ČSN EN 934-4	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Část 4: Přísady do injektážní malty pro předpínací kabely – Definice, požadavky, shoda, označování a značení štítkem
ČSN EN 1008	Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
ČSN EN 12504-1	Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku
ČSN EN 12715	Provádění speciálních geotechnických prací – Injektáže
ČSN EN 12716	Provádění speciálních geotechnických prací – Trysková injektáž
ČSN EN 14679	Provádění speciálních geotechnických prací – Hloubkové zlepšování zemin
ČSN EN ISO 10414-1	Naftový a plynárenský průmysl – Provozní zkoušení kapalin určených pro vrtné výplachy – Část 1: Kapaliny určené pro vrtné výplachy na bázi vody
ČSN EN ISO 22477-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Zkoušení geotechnických konstrukcí – Část 1: Zkoušení pilot: statická zatěžovací zkouška v tlaku

### 29D.13.2 Související kapitoly TKP

TKP 1	Všeobecně
TKP 18	Betonové konstrukce a mosty
TKP 19B	Protikoroze ochrana ocelových mostů a konstrukcí

## PŘÍLOHA 29D.P1 PROVOZNÍ ZÁZNAM Z HLOUBKOVÉHO ZLEPŠOVÁNÍ ZEMIN



Obrázek P1.1 – Příklad provozního záznamu z hloubkového zlepšování zemin

## E. HLOUBKOVÉ ZHUTŇOVÁNÍ ZEMIN

### 29E.1 ÚVOD

#### 29E.1.1 Všeobecně

- (1) Tato část TKP 29 obsahuje požadavky Objednatele stavby na materiály, technologické postupy, zkoušení a převzetí výkonů a dodávek při úpravě hrubozrnných a jemnozrnných zemin metodami hloubkového zhutňování zemin. Pro srozumitelnost v užívání odborné terminologie pro jednotlivé postupy zhutňování v textu části E této kapitoly TKP je vytvořeno následující schéma.



- (2) Hloubkové vibrační zhutňování zemin (vibroflotace) se provádí za účelem zlepšení geotechnických vlastností hrubozrnných zemin (tj. zvýšení jejich pevnostních a deformačních vlastností, či snížení propustnosti).
- (3) Šterkové pilíře vyztužují jemnozrnné či směsné zeminy za účelem zvýšení pevnostních a deformačních vlastností podloží. Šterkové pilíře při vhodné frakci použitého materiálu současně zvyšují propustnost podloží. Na podloží vyztužené šterkovými pilíři, lze pohlížet jako na kompozitní systém, tvořený hrubozrnným materiálem pilíře a okolní rostlou zeminou. Šterkový pilíř nepřenáší zatížení do podloží jako pilota.
- (4) Stanovení způsobu hloubkového zhutňování zemin, jeho prostorové polohy, členění a rozměrů, jakož i kvality materiálu určuje dokumentace stavby, která musí být vypracována v souladu se Směrnicí pro dokumentaci staveb pozemních komunikací a touto kapitolou TKP.
- (5) Část E TKP 29 se týká realizace hloubkového vibračního zhutňování hrubozrnných (nesoudrzných) zemin ke zvýšení jejich ulehlosti a vibrovaných šterkových pilířů v jemnozrnných (soudrzných) zeminách prováděných podle ČSN EN 14 731 Provádění speciálních geotechnických prací – Hloubkové zhutňování zemin vibrováním. Z výčtu metod uvedených v ČSN EN 14731 pro zhotovení šterkových pilířů vibrováním se část E TKP 29 zabývá jen postupem s dolním plněním bez vodního výplachu. Jde o technologii, která se v České republice v současné době standardně využívá, a jsou s ní zkušenosti. Postup s horním plněním bez vodního či s vodním výplachem se v České republice nepoužívá, a proto jim v této verzi části E TKP 29 není věnována pozornost.

- (6) Vibrované šterkové pilíře zhotovené pomocí nadzemního vibrátoru nejsou přípustné.
- (7) Dále je předmětem části E kap. 29 zhutňování jemnozrnných (soudrzných) zemin předrážením (technologie Franki). Pro tuto technologii neexistuje prováděcí norma.
- (8) Hloubková úprava zemin vibrováním či předrážením se provádí podle dokumentace a technologického předpisu Zhotovitele schválených Objednatelem / Správcem stavby. Technologické postupy výroby musí dosahovat alespoň takové úrovně, jakou stanovují uvedené normy a tato část TKP a nesmí být v rozporu s jejich zásadami. Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby doklady charakterizující jeho metodu včetně technologického předpisu. Do realizační dokumentace mohou být zařazeny a na stavbě použity pouze se souhlasem Objednatele / Správce stavby.
- (9) Zeminy upravené hloubkovým zhutňováním nejsou konstrukcí. Požadavky na opravy a údržbu nejsou u této technologie relevantní.

#### 29E.1.2 Systém zabezpečení kvality

- (1) Požadavky na systém zabezpečení kvality jsou uvedeny v čl. 29.1.3 této kapitoly TKP.

#### 29E.1.3 Obsah dodávky

- (1) Požadavky na obsah dodávky jsou uvedeny v čl. 29.2 této kapitoly TKP.

#### 29E.1.4 Vytýčení stavby

- (1) Požadavky na vytýčení stavby jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### 29E.1.5 Sledování okolních objektů

- (1) Požadavky na sledování okolních objektů jsou uvedeny v čl. 29.4 této kapitoly TKP.

### 29E.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ

#### 29E.2.1 Kvalita stavebních výrobků (materiálů)

- (1) Popis a kvalita veškerého materiálu, který se stane trvalou součástí předmětu díla, je stanoven:
- v technologickém předpisu Zhotovitele (TePř),
  - v ČSN EN 14731,
  - v dokumentaci stavby se specifikací v realizační dokumentaci, resp. ve výrobně-technické dokumentaci výrobce,
  - v této kapitole TKP, případně v dalších souvisejících kapitolách,
  - v příslušných TP Ministerstva dopravy,

- v TEP výrobce/dovozce jednotlivých výrobků.

- (2) Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity k hloubkovému zlepšování zemin, předloží Zhotovitel Objednateli ke schválení (viz čl.7.2 Obchodních podmínek) a zároveň doloží doklady podle čl.29.A.2.1.
- (3) Pokud je to v ZTKP požadováno, pak k prohlášením/certifikátům výrobků ve smyslu písm. a) až d) čl. 1.4.4.1 TKP 1 musí být přiloženy příslušné protokoly o zkouškách; a dále protokoly o certifikaci obsahující posouzení splnění požadovaných parametrů dle této kapitoly TKP, ZDS a případných dalších a/nebo změněných (zejména zvýšených) požadavků dle ZOP/ZTKP. Není-li tento požadavek v ZDS uveden, může dodatečně předložit protokol o certifikaci / posouzení shody / ověření stálosti vlastností požadovat Objednatel / Správce stavby i v průběhu stavby.
- (4) Průkazní zkoušky materiálů musí být provedeny laboratoří se způsobilostí podle Metodického pokynu SJ-PK část II/3.
- (5) Souhlas k použití výrobků, stavebních materiálů a směsí jiných, než určených v ZDS dává Objednatel / Správce stavby po předložení příslušných dokladů (požadovaných ve výše uvedených odstavcích) Zhotovitelem stavby. Veškeré změny oproti ZDS se řeší dle OP.
- (6) Neschválené výrobky, stavební materiály, směsi a konstrukční prvky nesmějí být skladovány ani dočasně složeny na staveništi
- (7) Zkoušky stavebních výrobků předepsané v této kapitole TKP musejí být v procesu prokazování shody/vhodnosti respektovány.

### 29E.2.2 Materiály

- (1) K úpravě zemin hloubkovým zhutňováním se používá písek, štěrk, drcené kamenivo a recyklované materiály (např. betonové).
- (2) Použitý materiál musí být dostatečně tvrdý a chemicky stálý tak, aby zůstal stabilní během zhutňování a následné doby životnosti v předpokládané zemině a hydrogeologických podmínkách. Požadavky na štěrk, drcené kamenivo a recyklovaný materiál jsou uvedeny v čl. 29.E.5 této kapitoly TKP.
- (3) Materiál pro štěrkové pilíře musí dále splňovat tyto požadavky:
  - vhodně zrněný pro hutnění,
  - kompatibilní s použitým mechanismem pro jeho instalaci.
- (4) Pro splnění těchto požadavků se doporučuje dle ČSN EN 14731 zrnitostní složení materiálu pro vibrované štěrkové pilíře s dolním plněním bez vodního výplachu 8 až 50 mm. U předrážených štěrkových pilířů se doporučuje materiál frakce

0 až 32 mm. Další požadavky na materiál pro hloubkové zhutňování uvádí čl. 29.E.5.2 této kapitoly TKP.

- (5) V případě použití recyklovaného stavebního materiálu vyrobeného ze stavebních demoličních odpadů, který nemá nebezpečné vlastnosti a u něhož za normálních klimatických podmínek nedochází k žádným významným fyzikálním, chemickým nebo biologickým změnám, se jeho použití při výrobě štěrkových pilířů řídí dle TP 210.
- (6) U materiálu pro štěrkové pilíře musí být známa jeho granulometrická křivka.

### 29E.2.3 Voda

- (1) Na vodu pro vodní výplach nejsou kladeny žádné speciální požadavky.

## 29E.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

### 29E.3.1 Všeobecně

- (1) Zhotovitel předloží před zahájením prací Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení technologický předpis pro hloubkové zhutňování zemin, případně technické a kvalitativní parametry, podmínky pro přesnost jejího provádění, podmínky pro kontrolu jakosti a dodací podmínky. Tento technologický předpis musí být v souladu s dokumentací stavby, která musí obsahovat základní požadavky na práce hloubkového zhutňování zemin.
- (2) V technologickém předpisu Zhotovitel doloží v souladu s dokumentací stavby:
  - popis základové půdy,
  - metodu hloubkového zhutňování zemin,
  - předpokládaný postup provádění prací hloubkového zhutňování z hlediska času a pořadí bodů zhutňování (pozice vibračního vpichu, štěrkového pilíře),
  - předpokládané dovolené hodnoty operačních parametrů (spotřeba energie – el. proud, hydraulický tlak, vynaložená práce pádu beranu – potenciální energie, které budou upřesněny na základě zkušebního pole,
  - údaje o materiálech použitých pro hloubkové vibrační zhutňování a štěrkové pilíře,
  - případná opatření k zamezení nedovolených deformací, pokud účinky (vibrace/rázy) zvolené technologie mohou negativně ovlivnit blízké objekty,
  - instrumentaci požadovanou pro provádění monitoringu výrobních parametrů včetně jejich záznamu.
- (3) Způsob kontroly, zkoušek, odsouhlasení a přejímek, které ověřují kvalitu předmětu díla, zejména měřitelné parametry vlastností, kterých

má být dosaženo pro správnou funkci díla je uveden v KZP.

- (4) V technologickém předpisu musí být uvedeny přípustné odchylky v umístění bodu pro zhutnění (vibrační vpich, šterkový pilíř), jakož i složení a vlastnostech použitého materiálu (viz čl.29.E.6 této kapitoly TKP). Požadované odchylky odlišné od této kapitoly TKP a ČSN EN 14731 jsou stanoveny dokumentací.
- (5) Zhotovitel dále uvede jméno zástupce Zhotovitele zodpovídajícího za kvalitu díla.
- (6) Zhotovitel předá Objednateli / Správci stavby časový plán prací a harmonogram jednotlivých dílčích odsouhlasení. Bez souhlasu Objednatele / Správce stavby nelze stavební práce zahájit. Objednatel / Správce stavby se zúčastňuje dílčích odsouhlasení podle postupu prací, nerozhodne-li písemně jinak.
- (7) Zhotovitel je povinen bez prodlení oznámit Objednateli / Správci stavby všechny podstatné odchylky skutečně zjištěných geotechnických poměrů staveniště od geotechnických poměrů předpokládaných dokumentací, které by mohly ovlivnit funkci zhotovovaných prvků. Odchylky se zaznamenají do stavebního deníku, protokolu o výrobě nebo jiných dokladů vedených mezi Objednatelem / Správcem stavby a Zhotovitelem. Zhotovitel navrhne potřebná opatření, která podléhají schválení Objednatelem / Správcem stavby.

### 29E.3.2 Místo provádění prací

- (1) Potřebné úpravy pracovní plochy a přístupových cest včetně jejich zpevnění provádí Zhotovitel před zahájením prací hloubkového zhutňování zemin. Zhotovitel musí věnovat náležitou pozornost úpravě a zpevnění pracovní plošiny a přístupových cest tak, aby v průběhu celé realizace prací při zakládání stavby nevznikly problémy se stabilitou soupravy pro hloubkové zhutňování a příslušných pomocných mechanismů. Navržená úprava pracovní plošiny a přístupových cest musí být součástí Realizační dokumentace, části POV.
- (2) Materiál použitý pro zhotovení pracovních ploch nesmí bránit vniku nástroje používaného pro zvolenou technologii.

### 29E.3.3 Údaje o strojích

- (1) Zhotovitel předloží Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení údaje o použitých stavebních strojích, zejména o mechanismech a zařízeních určených k provedení prací hloubkového zhutňování zemin. Údaje obsahují základní parametry, rozměry a hmotnost strojů.
- (2) Zařízení požadované k provádění prací hloubkového zhutňování zemin:

- soupravy a/nebo mechanismy pro vibrování či předrážení,
- nakladač materiálu,
- měřicí a monitorovací zařízení pro záznam výrobních parametrů.

### 29E.3.4 Metody hloubkového zhutňování

#### 29E.3.4.1 Hloubkové vibrační zhutňování

- (1) Účelem této technologie je snížení pórovitosti původní zeminy. Je vhodná pro hrubozrnné zeminy s obsahem jemnozrnné frakce do 5–10 %. K hloubkovému zhutnění hrubozrnných zemin se používá hloubkový vibrátor (standardní způsob v ČR) nebo nadzemní vibrátor s hutnicí sondou. Účinnost zhutňování může být zvýšena vodním výplachem. Metodu zhutňování lze použít s přidáváním nebo bez přidávání hrubozrnného materiálu z povrchu terénu. Typická rozteč mezi zhutňovanými body je 1,5 m až 4 m. Podrobnější popis této technologie je v ČSN EN 14731.

#### 29E.3.4.2 Šterkové pilíře

- (1) Šterkové pilíře se provádí buď jako vibrované (ČSN EN 14731) nebo předrážené:
  - a) Vibrované šterkové pilíře s dolním plněním bez vodního výplachu (dle ČSN EN 14731) se provádí pomocí hloubkového vibrátoru s dolním plněním s integrovanou plnicí trubicí, která je zaplněna hrubozrnným materiálem. Za pomoci vibrací, přitlaku a tlaku vzduchu je hloubkový vibrátor zapuštěn do požadované hloubky (vibrátor za pomoci stlačeného vzduchu zároveň paží vytvořený otvor). Následně dochází k formování pilíře krátkým nadzdvižením vibrátoru pro vsypání hrubozrnného materiálu z plnicí trubky do volného prostoru pod špicí vibrátoru a s následným opětovným zatlačením vibrátoru dolů, aby došlo k jeho zhutnění a pevnému propojení s okolní zeminou. Tento postup se opakuje až do zformování pilíře k povrchu. Jde o standardní postup v ČR.
  - b) Předrážené šterkové pilíře (metoda Franki) se zhotovují zarážením ocelové pažnice průměru 420 mm nebo 520 mm prostřednictvím volného pádu ocelového beranu na kamennou zátku vytvořenou v patě pažnice. Po dosažení požadované hloubky dochází k formování pilíře. Formování pilíře se provádí vytažením beranu a nasypáním hrubozrnného kameniva do pažnice. Nasypaný materiál je následně vytlačěn z pažnice volným pádem beranu za jeho současného hutnění. Tento postup se opakuje až do zformování pilíře k povrchu. Jde o standardní postup v ČR.

- (2) Typická rozteč mezi šterkovými pilíři je 1,5 m až 2,5 m.

### 29E.3.5 Zhutňovací práce

#### 29E.3.5.1 Všeobecně

- (1) Provádí se ve shodě s odsouhlaseným technologickým předpisem.
- (2) Metodu a parametry hloubkového zhutňování stanoví dokumentace stavby na základě geotechnických poměrů prostředí a požadavků na výsledek míry zhutnění či vyztužení podloží.
- (3) Každý bod zhutňování musí být určen referenčním číslem, aby bylo možné pro něho dohledat záznam o jeho provedení a zkontrolovat jej.
- (4) Součástí zhutňovacích prací může být provedení předvrtu nebo předvýkopu. To se provádí v případě, že zhutňovaná vrstva je překryta pevnější vrstvou, která by bránila průchodu vibrátoru. V případě, že se během zhutňovacích prací zjistí pod povrchem nepředpokládané překážky, pak se musí stanovit, zda se překážka odstraní nebo se posune bod zhutňování. Pokud dojde k odstranění překážky, pak se prostor po jejím odstranění musí vyplnit vhodným materiálem a zhutnit.
- (5) V důsledku nedostatečného odporu podloží v přípovrchové vrstvě o mocnosti 0,3 až 0,5 m dochází k nedostatečnému zhutnění. U vibračního zhutňování se povrch zhutní hutnicími prostředky. U šterkových pilířů dojde ke strhnutí této vrstvy. Dále se doporučuje na upravenou plochu nasypat cca 0,3 m dobře zhutnitelného materiálu (hrubo zrný) a takto upravenou plochu zhutnit hutnicími prostředky.

#### 29E.3.5.2 Hloubkové vibrační zhutňování

- (1) U vibračního zhutňování se hutnění běžně provádí ve výškových krocích 0,3–1,0 m, přičemž se stroj udržuje v klidu na každé úrovni buď po předem stanovenou dobu, nebo dokud monitorovaná data vibrátoru neukazují dostatečné zhutnění (tj. spotřeba elektrického proudu elektromotoru nebo dosažený tlak oleje v hydromotoru). Časový interval je obecně mezi 30 až 90 s v závislosti na vlastnostech zhutňované zeminy, požadovaném stupni zhutnění a parametrech použitého hloubkového vibrátoru.

#### 29E.3.5.3 Šterkové pilíře

- (1) Vibrovaný šterkový pilíř (postup s dolním plněním bez vodního výplachu) se ukončuje dle požadavku dokumentace (např. ukončovací kritérium / el. proud nebo tlak / dosažení požadované délky).

- (2) Při použití postupu s dolním plněním bez vodního výplachu nesmí dojít během formování šterkového pilíře k vytáhnutí vibrátoru z podloží.
- (3) U vibrovaných šterkových pilířů, jejichž hlavní funkcí je redukce sedání a zvýšení únosnosti podloží se provádí formování pilíře nazdvižením vibrátoru po výškových krocích 0,5–1,0 m, čímž se umožňuje vsypání materiálu pilíře do vytvořeného otvoru za pomoci stlačeného vzduchu. Poté následuje opětovné zatlačení vibrátoru dolů tak, aby došlo k zhutnění vsypaného materiálu a pevnému propojení s okolní zeminou. Tento cyklus se opakuje na 1 m délky pilíře nejméně 4x.
- (4) U vibrovaných šterkových pilířů, jejichž funkcí je pouze urychlení konsolidace se vibrátor po dosažení maximální hloubky plynule vytahuje tak, aby bylo zaručeno kontinuální vyplnění otvoru předepsaným materiálem.
- (5) Předrážené šterkové pilíře (Franki) se ukončují dle požadavku dokumentace (např. ukončovací kritérium / energetického kritéria na poslední 2 m a 0,25 m při současném splnění nebo dosažení požadované délky). Poté dochází k vytlučení zátky v patě pažnice potřebné pro její zarážení. V tento moment je zafixována ve zhlaví pažnice. Při vytlučení zátky nesmí dojít k plnému vytlačení kameniva z pažnice. Tento požadavek platí i pro formování dřívku pilíře. Standardně musí zůstat v pažnici kamenivo na výšku cca 0,4 m. Poté dochází k formování pilíře<sup>6</sup> v následujících krocích:
  - a) Vyznačení nulového bodu na laně, na kterém je zavěšen beran, který svou patou spočívá na horním povrchu materiálu v pažnici. Nulový bod odpovídá horní hraně pažnice.
  - b) Zdvižení beranu nad horní úroveň materiálu v pažnici např. cca o 1,7 m (Pozn.: Nulový bod se posune o 1,7 m nad horní hranu pažnice).
  - c) Dosypání materiálu v objemu jednoho baku (násypka) do pažnice, čímž se vytvoří sloupec o výšce cca. 0,8 m. (Pozn: Nulový bod je stále ve stejné výšce nad horní hranou pažnice).
  - d) Povytažení pažnice o 0,2 m při nezměněné poloze beranu.
  - e) Volný pád beranu z výšky cca 1,1 m při daném počtu úderů (např. v počtu 4 až 6 úderů). Vytlačení materiálu v pažnici se nulový bod postupně přibližuje k horní hraně pažnice. Při provedení daného počtu pádů beranu má být nulový bod na laně totožný s horní hranou pažnice. Pokud hrozí, že dojde k úplnému vyprázdnění

<sup>6</sup> Číselné hodnoty uvedené v postupu platí zhruba pro formování pilíře o průměru 80 cm v jemnozrnné zemině tuhé konzistence při použití pažnice o vnějším průměru 520 mm a hmotnosti kladiva 2,6 t.

materiálu v pažnici, je nutno přerušit formování a doplnit materiál do pažnice.

Tyto kroky se opakují až do vyformování pilíře po jeho celé délce.

Ukončovací kritérium je stanoveno v TePř, případně projektové dokumentaci na základě výsledků zkušební pole.

- (6) Délka pilíře je dána dokumentací, ale vzhledem k možné hloubkové variabilitě únosného podloží na lokalitě se může skutečná délka od projektované lišit, pokud bude dodržen předpoklad ukončení pilíře ve vrstvě obdobné únosnosti. To neplatí, pokud jsou pilíře navrženy jako plovoucí.
- (7) Průměr pilíře je standardně, předpokládán projektem, konstantní po celé délce pilíře. Jeho skutečná velikost se však po délce mění, a to v závislosti na odporu okolního prostředí. Doporučuje se v dokumentaci stavby předepsat očekávaný rozsah průměru šterkového pilíře (např. 60–80 cm).

#### **29E.4 DODÁVKA A SKLADOVÁNÍ**

- (1) Zhotovitel přepravuje a skladuje materiál, který stanoví jednotlivé kapitoly TKP a normy uvedené v následujících člancích, nebo předpis výrobce. Zhotovitel je povinen zajistit řádnou přejímku dodávaného materiálu a přesně evidovat jednotlivé dodávky. Materiál musí být chráněn před poškozením, znehodnocením, popřípadě povětrnostními vlivy. Skladovaný materiál musí být zřetelně označen podle druhu, případně i podle dodávky. Na staveništi mají být k dispozici pouze materiály, které odpovídají požadavkům Smlouvy. Materiál, který vykazuje vady, je poškozen, nevyhověl zkouškám nebo neodpovídá požadavkům dokumentace, je Zhotovitel povinen ze stavby odstranit a dodat materiál nový, popřípadě prokázat dalšími zkouškami, že požadavkům vyhovuje.
- (2) Zásilka materiálu musí být provázena dodacím listem, který musí obsahovat zejména:
  - číslo a datum vystavení,
  - název a adresu výrobce/dovozce a distributora,
  - název a sídlo odběratele,
  - místo dodávky,
  - předmět dodávky,
  - hmotnost dodávky, počet kusů apod.,
  - popřípadě další požadované údaje.
- (3) Všechny stavební materiály použité ke stavbě musí být doloženy doklady ve smyslu čl. 29.E.2.1.

#### **29E.5 PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY**

##### **29E.5.1 Všeobecně**

- (1) Zkoušky musí být prováděny v souladu s TKP 1.
- (2) Zkouškami ve smyslu TKP 1 se rozumí soubor všech činností zahrnujících výkon, jak vlastní zkoušky, tak i vzorkování. Zkoušky mohou být prováděny pouze ve způsobilých zkušebnách, a to buď se způsobilostí „OZ“ (odborně způsobilé) nebo se způsobilostí „A“ (akreditované).
- (3) Provádění zkoušek (způsob, četnost a parametry):
  - a) pro stavební materiály, které jsou ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. stanovenými výrobky, je provádění zkoušek uvedeno v harmonizované/určené normě nebo vyplývá z vydaného Stavebně technického osvědčení (STO), případně Evropského technického posouzení / schválení (ETA). U ostatních výrobků se provádění zkoušek řídí MP SJ-PK, část II/5 – ostatní výrobky;
  - b) provádění zkoušek prací realizovaných na stavbě je uvedeno v TKP a v nich uvedených normách a technických předpisech a pro konkrétní stavbu.

##### **29E.5.2 Počáteční zkoušky typu / Průkazní zkoušky**

- (1) Počáteční Zkoušky typu/průkazní zkoušky materiálů, stavebních výrobků a prvků hloubkového zhutňování zemin zajišťuje Zhotovitel stavby u výrobce/dovozce, přičemž protokoly s výsledky zkoušek a posouzení splnění kvalitativních parametrů podle příslušných ČSN, TP a této kapitoly TKP, případně dalších požadavků podle ZTKP jsou přílohou dokladu o vydaném Prohlášení o shodě.
- (2) Za průkazní zkoušku v případě ostatních výrobků je považována zkouška typu (vzorku) výrobku. Zkouškou typu se rozumí zkušební pole, reprezentující společnou konstrukci využívající stejné materiály a vyráběné stejným výrobním postupem. Zkušební pole musí být provedeno vždy a realizuje se před započítáním prací hloubkového zhutňování zemin. Průkazní zkoušky jsou platné pro celý rozsah prací, nedojde-li v průběhu prací ke změně používaných materiálů a postupů nebo ke změně geotechnických poměrů místa provádění prací. Před započítáním prací hloubkového zhutňování zemin dojde k odsouhlasení postupu hodnocení výrobních protokolů a odchylek mezi projektantem RDS a PDPS, Správcem stavby (nebo asistentem specialistou pro obor geotechnika), Zhotovitelem a stavebním dozorem. Jsou-li navrženy šterkové pilíře jen za

účelem drenážních prvků pro urychlení konsolidace podloží, pak se zkušební pole neprovádí.

- (3) Stejnou platnost jako průkazní zkoušky mají doklady o posouzení shody nebo vhodnosti vystavené nezávislou autorizovanou osobou/oznámeným subjektem (notifikovanou osobou) nebo osobou způsobilou ve smyslu MP SJ-PK v části II/5 – ostatní výrobky.
- (4) Zprávu o výsledcích průkazních zkoušek dokládá Zhotovitel Objednateli / Správci stavby (v dostatečném předstihu před zahájením prací, obvykle 14 dní) k odsouhlasení.
- (5) Průkazní zkoušky materiálů, které nejsou Výrobkem ve smyslu zákona 102/2001 Sb., a Výrobků, které nejsou stanoveným výrobkem ve smyslu § 12 zákona 22/1997 Sb., musí být provedeny laboratorii se způsobilostí podle MP SJ-PK, části II/3.
- (6) Před prováděním průkazních zkoušek příp. před zahájením prací, požádá Zhotovitel Objednatele / Správce stavby o souhlas se zdroji dodávek materiálů a ostatních ke zkoušce použitých hmot. Každá změna oproti tomuto odsouhlasení podléhá novému souhlasu Objednatele / Správce stavby. Neodsouhlasené materiály nesmí být použity.

#### 29E.5.3 Štěrk, drcené kamenivo, recyklovaný materiál

- (1) Zhotovitel prokazuje před zahájením prací, že použité materiály z každého zdroje jsou vhodné pro provedení hloubkového zhutnění podloží a splňují požadavky projektu. Zhotovitel předloží doklady Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.
- (2) U materiálů pro hloubkové zhutňování se prokazuje jeho křivka zrnitosti dle ČSN EN 1997-2.
- (3) Zásypový materiál pro hloubkové zhutňování nesmí obsahovat více než 5 % jemných částic.
- (4) U hloubkového vibračního zhutňování se doporučuje dále dodržet, že číslo vhodnosti má být max. do 40-50. Nejlepšího zhutnění se dosáhne při hodnotě od 1 do 10. Číslo vhodnosti se určí ze vztahu:

$$\text{číslo vhodnosti} = 1,7 \sqrt{\frac{3}{(d_{50})^2} + \frac{1}{(d_{20})^2} + \frac{1}{(d_{10})^2}}$$

kde  $d_{50}$ ,  $d_{20}$  a  $d_{10}$  je velikost zrna (mm) odpovídající 50 %, 20 % a 10 % propadu.

- (5) U štěrku, drceného kameniva a recyklovaného materiálu pro šterkové pilíře se dále prokazuje

odolnost proti drcení dle (kap. 5 ČSN EN 1097-2) přičemž nesmí být překročena hodnota LA<sub>40</sub>.

#### 29E.5.4 Zkušební pole – hloubkové vibrační zhutňování (vibroflotace)

- (1) Zkušební pole se provádí vždy, a to za účelem:
  - ověření vhodnosti technologie,
  - provedení kalibrace výrobních parametrů (proud nebo tlak, provozní frekvence, výška zdvihu a doba držení pro každý krok, celkové čas provedení, hloubku a v případě potřeby tlak a množství vody nebo vzduchu),
  - stanovení vzdálenosti bodů zhutňování a prokázání, že pro danou vzdálenost a výkon vibrátoru jsou splněny předpoklady dokumentace,
  - stanovení in-situ parametrů podloží před a po zhutnění (penetrační odpor, dilatometrický modul, presiometrický modul). Standardně se používají penetrační zkoušky,
  - kontrola deformací.
- (2) Uspořádání a postup při provádění zkušební pole je popsán v příloze 29E.P1.

#### 29E.5.5 Zkušební pole – šterkové pilíře

- (1) Zkušební pole se provádí vždy, a to za účelem:
  - ověření vhodnosti technologie,
  - provedení kalibrace výrobních parametrů pro vibrované šterkové pilíře (délka pilíře, spotřeba materiálu, přítlačná/aktivační/síla při formování pilíře, max. dosažený odpor proti zhutňování /el. proud nebo tlak/, výška nadzdvížení a zatlačení vibrátoru při formování pilíře), pro předrážené šterkové pilíře (délka pilíře, spotřeba materiálu, energetické kritérium na poslední 2 m a 0,25 m, počet úderů beranu na jednu násypku),
  - stanovení intenzity zhutnění pilíře lze použít:
    - a) měření *objemové hmotnosti* zhutněného materiálu šterkového pilíře pro určení průměrného průměru pilíře (viz Příloha 29E.P2), nebo
    - b) *penetrační zkoušky*<sup>7</sup> v pilíři za následného omezení – při použití penetračních zkoušek v pilíři je třeba zohlednit skutečnost, že se penetrační soutyčí při penetrování odchyluje od svislé osy a může dojít k vybočení sondy ze zkoušeného pilíře. Proto je třeba v rámci zkušební pole ověřit i použitelnost této zkušební metody za účelem provádění kontrolních zkoušek, a to zejména její hloubkový dosah

<sup>7</sup> Pro hodnocení výsledků penetračních zkoušek není vhodné použití korelací, které byly odvozeny pro hrubozrné zeminy v přirozeném uložení. Je dostatečně posuzovat intenzitu zhutnění pouze na základě zaznamenaného odporu.



z pohledu vybočení sondy ze zkoušeného pilíře.

- (2) Uspořádání a postup při provádění zkušebního pole je popsán v příloze 29E.P2.

#### **29E.5.6 Monitoring**

- (1) Průkazem provedení hloubkového zhutňování podle dokumentace nebo technologického předpisu je monitoring zhutňovacích prací, při němž se kromě průběhu a výrobních parametrů dále monitoruje množství použitého zásypového materiálu, jeho zrnitost, druh a původ. U šterkových pilířů je nutné sledovat i výrazné změny ve spotřebě materiálu pilíře po jeho délce. V případě hloubkového zhutňování může být monitorováno sedání, případně zdvih pracovní plochy.
- (2) Požadovaný typ, rozsah a přesnost měření v rámci monitoringu musí být přesně určeny v dokumentaci, monitorovací zařízení musí být osazena a uvedena v činnost před zahájením prací.
- (3) Pro záznam výrobních parametrů musí být použity počítačové systémy a monitorované parametry musí být zaznamenávány v reálném čase.
- (4) V případě technologie předražených šterkových pilířů (technologie Franki) u nichž strojní zařízení pro provádění nemá počítačový systém pro záznam výrobních parametrů, platí pětileté přechodné období od začátku platnosti tohoto dokumentu. Během tohoto přechodného období musí být na stavbě přítomna autorizovaná osoba (min. technik) dle zákona č. 360/1992 Sb. na náklady Zhotovitele, která zaznamenává sledované parametry při provádění pilířů technologií Franki. Záznamy se denně zasílají Správci stavby. Po uplynutí přechodného období není možné používat strojní zařízení, které není vybaveno počítačovým systémem pro záznam výrobních parametrů. Autorizovaná osoba musí být odsouhlasena Objednatel.

#### **29E.5.7 Jiné průkazní zkoušky**

- (1) ZTKP mohou v opodstatněných případech předepsat další průkazní zkoušky nezbytné pro zajištění kvalitního provedení díla. Jedná se například o ověření základových poměrů v místě stavby pomocí průzkumných vrtů a/nebo penetračních sond. Tyto zkoušky provede Zhotovitel s dostatečným časovým předstihem před zahájením hutnicích prací. Pro hrazení nákladů za tyto zkoušky platí příslušné články TKP 1.

### **29E.6 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY**

#### **29E.6.1 Všeobecně**

- (1) Obecné zásady jsou uvedeny v čl. 29.3 této kapitoly TKP.

#### **29E.6.2 Kontrolní zkoušky – hloubkové vibrační zhutňování**

##### **29E.6.2.1 Kamenivo**

- (1) V případě přidávání kameniva během provádění se kontroluje jeho kvalita. Kontroluje se křivka zrnitosti. Křivka zrnitosti musí ležet v rozsahu odpovídající dané frakci. Četnost zkoušení je: 1x každých 1000 m<sup>3</sup> kameniva – min. 1x na lokalitě. V případě změny typu kameniva je nutné opětovné posouzení jeho vlastností nad rámec požadované četnosti.

##### **29E.6.2.2 Kontrola kvality zhutnění**

- (1) Kontrola kvality zhutnění podloží vibračním zhutňováním se provádí pomocí penetrační zkoušky (statická či dynamická). Pozice kontrolní sondy po provedení zhutnění se nachází v těžišti rastru a v blízkosti polohy penetrační sondy před provedením zhutnění. Kritérium určující požadované zhutnění předpisuje dokumentace PDPS a upřesňuje se na základě výsledků ze zkušebního pole. Četnost zkoušení je 1x na každých 500 m<sup>2</sup> zhutněné plochy.
- (2) Dalším kontrolním prvkem jsou výrobní protokoly jednotlivých zhutňovaných bodů (viz. 29E.P3). Tyto výrobní protokoly se porovnávají s výrobními protokoly ze zkušebního pole. Cílem této kontroly je prokázání konstantní kvality provedení hutnicích prací. Postup hodnocení výrobních protokolů a odchylek se odsouhlasí mezi Zhotovitelem, stavebním dozorem a projektantem. Kontrola kvality zhutnění po délce se provádí na 5 zhutňovaných bodech jednou za týden a zaznamenává se zápisem do stavebního deníku.
- (3) Výrobní protokol musí obsahovat minimálně informace uvedené v Tabulce E1.

**Tabulka E1: Přehled požadovaných informací ve výrobním protokolu u vibračního zhutňování (vibroflotace)**

Staveniště
Označení stroje
Zhotovitel
Číslo zhutňovaného bodu
Datum a celková doba realizace pilíře
Kontinuální záznam hloubky hrotu vibrátoru v čase
Celková hloubka vibrování
Kontinuální záznam velikosti el. proudu/hydraulického tlaku v čase

### 29E.6.3 Kontrolní zkoušky – šterkové pilíře

#### 29E.6.3.1 Kamenivo

- (1) V průběhu stavby se kontroluje kvalita dodávaného kameniva. Kontroluje se křivka zrnitosti a odolnost proti drcení:
  - Křivka zrnitosti musí odpovídat frakci použité ve zkušebním poli. Četnost zkoušení je: 1x každých 1000 m<sup>3</sup> kameniva – min. 1x na lokalitě.
  - U odolnosti proti drcení musí být splněna hodnota LA<sub>40</sub>. Četnost zkoušení je: 1x každých 1000 m<sup>3</sup> kameniva – min. 1x na lokalitě.

- (2) V případě změny typu kameniva je nutné opětovné posouzení jeho vlastností nad rámec požadované četnosti.

#### 29E.6.3.2 Kontrola kvality zhutnění

- (1) Cílem této kontroly je prokázání konstantní kvality provedení hutnicích prací. Kontrola se provádí průběžně od započetí stavby. Zhotovitel odevzdává výrobní protokoly pravidelně (1x týdně při použití automatických záznamů a denně při použití ručních záznamů). Kritérium určující požadované zhutnění se stanovuje na základě výsledků ze zkušebního pole.
- (2) Výrobní protokol musí obsahovat minimálně informace uvedené v Tabulce E2.

**Tabulka E2: Přehled požadovaných informací ve výrobním protokolu pilíře**

Vibrované	Předražené
Staveniště	Staveniště
Označení stroje	Označení stroje
Zhotovitel	Zhotovitel
Číslo pilíře	Číslo pilíře
Datum a celkový čas realizace pilíře	Datum a celkový čas realizace pilíře
Záznam spotřeby kameniva v čase	Záznam spotřeby kameniva na 1m délky pilíře
Kontinuální záznam hloubky hrotu vibrátoru v čase	Průměr pažnice
Celková délka vibrování	Celková délka ražení
Kontinuální záznam velikosti el. proudu/hydraulického tlaku v čase	Hmotnost beranu a výška jeho dopadu
Kontinuální záznam aktivací síly v čase	Záznam energie hutnění po délce á 0,5 při penetraci podloží a formování pilíře
-	Energie na posledních 2 m a 0,25m délky pilíře
-	Podpis stavebního dozoru v případě ručních záznamů

- (3) Při kontrole se hodnotí následující:

- Splnění kritérií pro ukončení pilíře (např. dosažení únosné vrstvy nebo stanovené délky pilíře) dle dokumentace nebo dle jejich upřesnění na základě provedeného zkušebního pole. U šterkových pilířů zhotovovaných strojním zařízením s automatickým záznamem se výrobní protokoly ze záznamového systému předávají jednou týdně. U strojních zařízení bez automatizovaného záznamu (technologie Franki) se během přechodného období (5let) předávají ručně zaznamenávané výrobní protokoly denně. Kontrola se provádí na každém pilíři.
- Kontrola kvality zhutnění po délce pilíře – výrobní protokoly se porovnávají s výrobními protokoly ze zkušebního pole. Cílem této kontroly je prokázání konstantní kvality provedení šterkových pilířů. Postupu hodnocení výrobních protokolů a odchylek se odsouhlasí mezi Zhotovitelem, stavebním dozorem a projektantem. Kontrola kvality zhutnění po délce pilíře se provádí na 5 pilířích jednou za týden a zaznamenává se zápisem do stavebního deníku.
- Kontrola intenzity zhutnění pilíře se provádí buď stanovením průměrného průměru pilíře (výpočet viz Příloha 29E.P2) nebo penetrační zkouškou.

Při výpočtu *průměrného průměru pilíře* se uvažuje s objemovou hmotností ztuhlého kameniva zjištěnou ve zkušebním poli. Průměrný průměr pilíře nesmí být menší než průměr pilíře odsouhlasený v rámci realizace zkušebního pole. Skutečný průměr pilíře se však může po délce měnit, a to v závislosti na odporu okolního prostředí.

Kontrola intenzity ztuhnutí *penetrační zkouškou* pilíře – výsledky penetračních zkoušek se porovnávají s výsledky zkoušek ze zkušebního pole. Cílem této kontroly je prokázání dosažení požadované intenzity ztuhnutí jako na zkušebním poli.

Postupu hodnocení výsledků zkoušek a jejich odchylek se odsouhlasí mezi Zhotovitelem, stavebním dozorem a projektantem. Kontrola intenzity ztuhnutí pilíře se provádí na 5 pilířích jednou za týden a zaznamenává se zápisem do stavebního deníku.

## **29E.7 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY**

- (1) Tolerance v umístění a sklonu při ztuhovacích pracích stanovuje tato kapitola TKP. Tolerance může upřesnit dokumentace.
- (2) Mezní odchylky při provádění hloubkového ztuhování zemín:
  - odchylka od teoretického místa ztuhovaného bodu je 150 mm,
  - maximální odklon vibrátoru od svislice při formování šterkového pilíře je 1/20 délky.
- (3) Odchylky jsou odchylkami mezními. Pokud dojde z jakýchkoliv důvodů k překročení přípustné odchylky, navrhne Zhotovitel nápravné řešení a předloží jej Objednateli / Správci stavby k odsouhlasení.

## **29E.8 KLIMATICKÁ OMEZENÍ**

- (1) Pro provádění hloubkové ztuhování do teploty -5 °C nejsou žádná klimatická omezení. Při teplotách pod -5 °C je nutné věnovat zvýšenou pozornost hrubozrnnému materiálu, kdy se mohou tvořit zmrzlé hroudy materiálu, což může vést k ucpání plnicí roury u dolního plnění bez vodního výplachu.
- (2) Promrznutí pracovní plošiny může znemožnit penetraci zeminy hloubkovým vibrátorem. V takovém případě je možné předvrtání promrzlých vrstev.
- (3) Za nižších teplot může být omezena spolehlivost a funkce strojního zařízení.

## **29E.9 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ**

### **29E.9.1 Odsouhlasení prací**

- (1) Zásady pro odsouhlasení prací jsou uvedeny v čl. 29.5.1 této kapitoly TKP.

### **29E.9.2 Převzetí prací**

- (1) Zásady pro převzetí prací jsou uvedeny v čl. 29.5.2 této kapitoly TKP.

## **29E.10 SLEDOVÁNÍ DEFORMACÍ**

- (1) Při provádění hloubkového ztuhování dochází k poklesu nebo zdvihu terénu.
- (2) V opodstatněných případech, zejména v zastavěných oblastech a v blízkosti inženýrských sítí, se doporučuje provádět geotechnický monitoring objektů. Při provádění ztuhování vznikají vibrace a dynamické rázy. Provádí se v průběhu realizace ztuhovacích prací až do jejich ukončení v intervalech stanovených dokumentací nebo technologickým předpisem. Měření se provádí podle dokumentace sledování, která předepisuje instrumentaci a monitoring díla. Měření lze provádět pomocí snímačů vibrací (akcelerometry) nebo pomocí mechanických/elektrických trhlinoměrů. Provozní měření provádí Zhotovitel stavby. Jeho rozsah určuje dokumentace.
- (3) Kontrolní měření, jakož i geotechnický monitoring, smí provádět fyzická nebo právnická osoba se způsobilostí podle MP SJ-PK, část II/3, která musí být odsouhlasena Objednatel / Správcem stavby. Pokud je toto měření prováděno geodetickými metodami, provádí ho úředně oprávněný zeměměřický inženýr, který musí být odsouhlasen Objednatel / Správcem stavby.
- (4) Zhotovitel vypracuje o každém měření dokumentaci, kterou předepisují dokumentace a/nebo TEP Zhotovitele

## **29E.11 EKOLOGIE**

### **29E.11.1 Všeobecně**

- (1) Zásady ochrany životního prostředí jsou uvedeny v čl. 29.6 této kapitoly TKP.

### **29E.11.2 Provoz strojů**

- (1) Podmínky provozu strojů jsou uvedeny v čl. 29.6.2 této kapitoly TKP.

### **29E.11.3 Skládkování**

- (1) Podmínky pro skládkování jsou uvedeny v čl. 29.6.3 této kapitoly TKP.

## **29E.12 BEZPEČNOST PRÁCE, POŽÁRNÍ OCHRANA**

- (1) Zásady BOZP jsou uvedeny v čl. 29.7 této kapitoly TKP.

### 29E.13 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.

#### 29E.13.1 Citované normy

ČSN 72 1010	Stanovení objemové hmotnosti zemin. Laboratorní a polní metody
ČSN EN 1097-2	Zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností kameniva – Část 2: Metody pro stanovení odolnosti proti drcení
ČSN EN 14731	Provádění speciálních geotechnických prací – Hloubkové zhutňování zemin vibrováním

#### 29E.13.2 Citované předpisy a dokumenty

Moseley, M.P., Kirsch, K. Ground Improvement, Spon Press, 2004

#### 29E.13.3 Související kapitoly TKP, TP

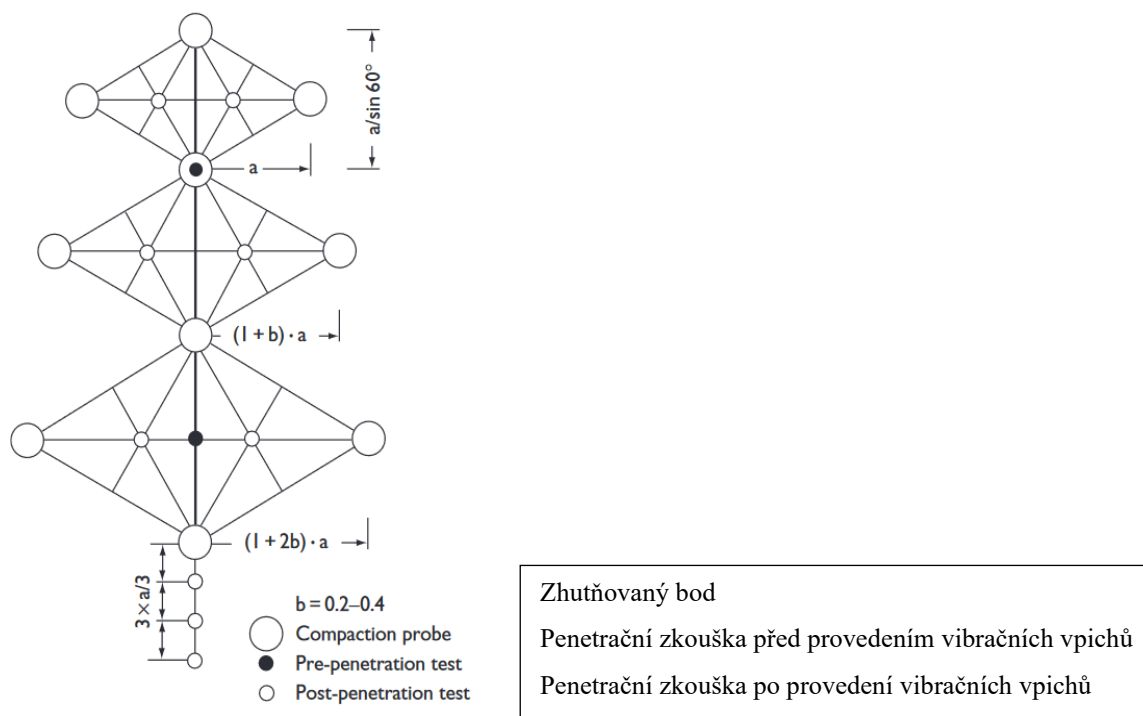
TKP 1	Všeobecně
TP 210	Užití recyklovaných stavebních demoličních materiálů do pozemních komunikací

#### 29E.13.4 Související předpisy a dokumenty

Zdražil, K. et al., 2015	Metodika zkoušení kvality a míry zlepšení základové půdy šterkovými pilíři
Barksdale, R. D. , Bachus,	Design and construction of stone columns Vol. I., FHW AIRD-83/026 R. C., 1983
SPECIALBAU, s.r.o.	Postup formování zeminového pilíře FRANKI, (datum neuvedeno)

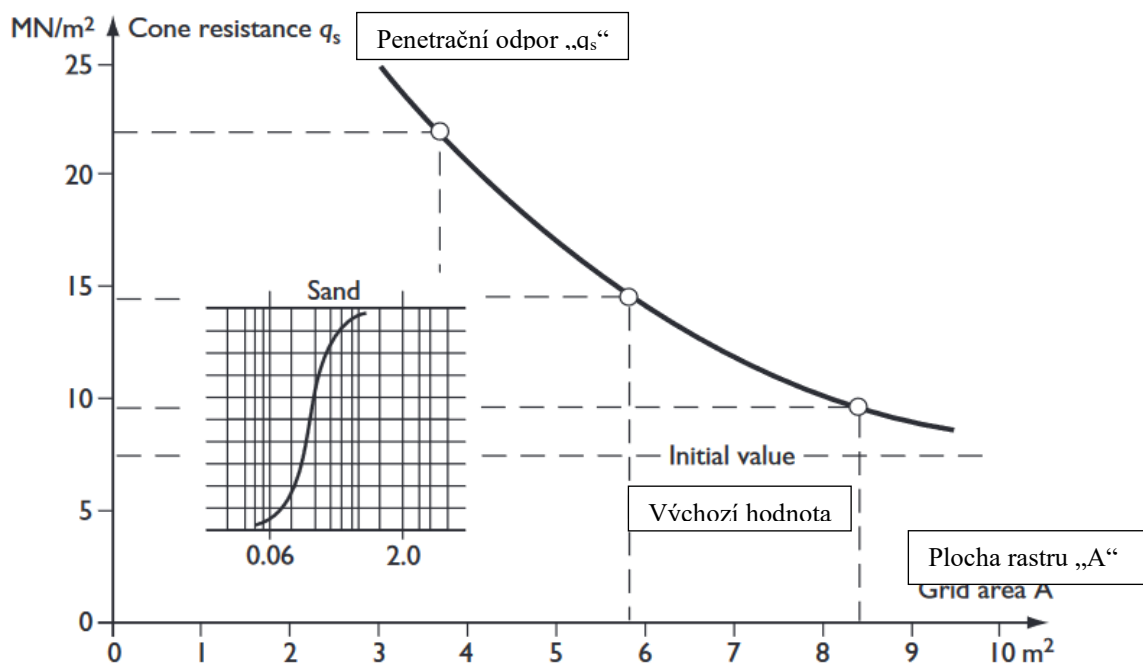
**PŘÍLOHA 29E.P1 ZKUŠEBNÍ POLE – HLOUBKOVÉ VIBRAČNÍ ZHUTŇOVÁNÍ (VIBROFLOTACE) – POPIS METODIKY PROVÁDĚNÍ**

- (1) Zkušební pole slouží k ověření jednak vhodnosti této technologie v daných podmínkách, a jednak pro upravení rastru zhutňovaných bodů. Uspořádání zkušebního pole je uvedeno na obr. P1.2. Pro zhodnocení se použije penetrační zkouška.



**Obrázek P1.2 – Uspořádání zkušebního pole (převzato z Moseley, M.P., Kirsch, K. 2004)**

- (2) Vyhodnocení se provádí v závislosti penetračního odporu pro testovaný rastr (viz obr. P1.3).



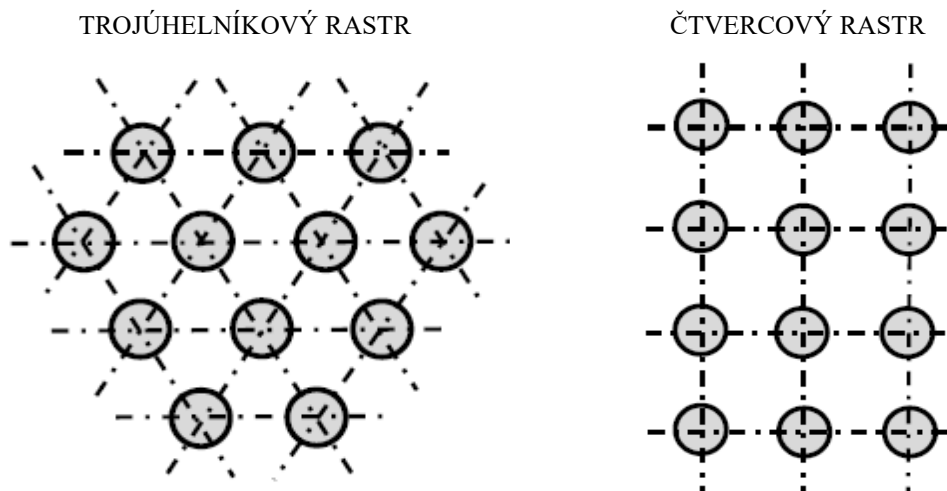
**Obrázek P1.3 – Vyhodnocení zkušebního pole pro různý rastr zhutňovaných bodů (převzato z Moseley, M.P., Kirsch, K. 2004)**

### 29E.P2.1 Umístění zkušební pole

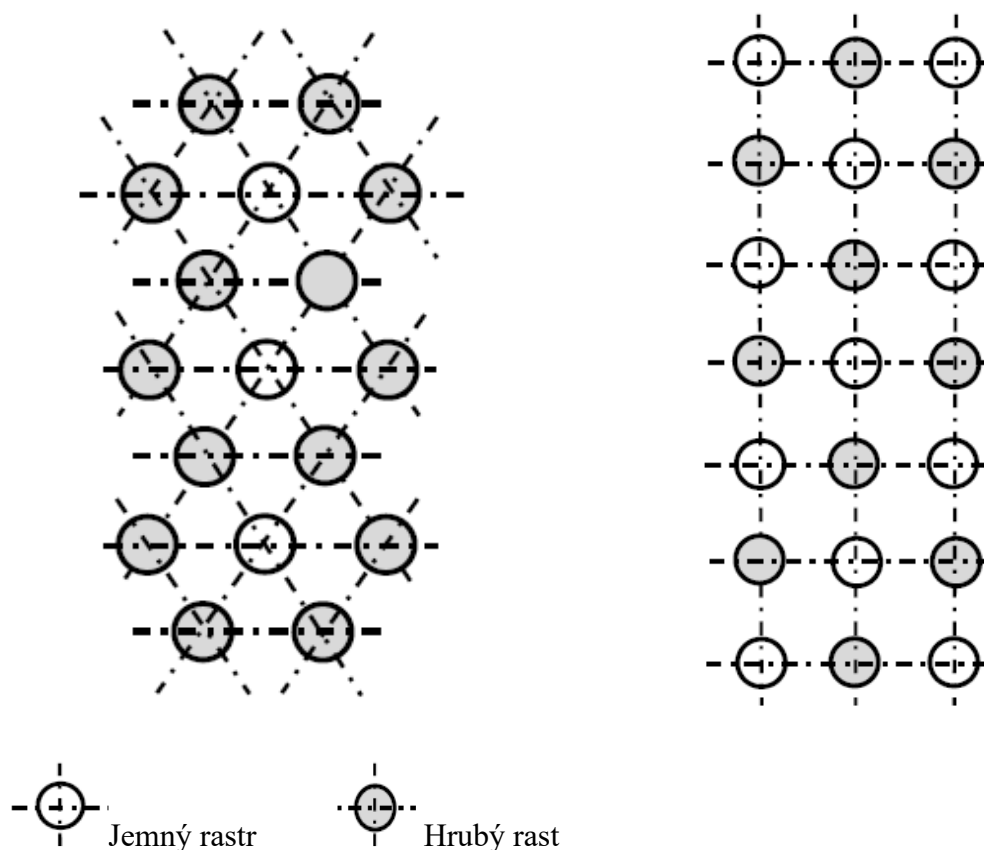
- (1) Štěrkové pilíře zkušební pole jsou pilíři systémovými, ale není vyloučeno i zkušební pole pilířů nesystémových. V zájmu kvalitní interpretace výsledků získaných při jejich provádění, musí být umístění tohoto zkušební pole situováno v blízkosti sondy geologického průzkumu poskytující informaci o skladbě podloží do potřebné hloubky. Maximální vzdálenost geologické sondy od nejbližšího zkušební pilíře nesmí přesáhnout vzdálenost 10 m. V případě nedodržení této podmínky je nutné provést dodatečnou průzkumnou sondu, která tuto podmínku splní. Přesné umístění zkušební pole stanoví projektant s preferencí lokality vystihující převládající geologické podmínky staveniště.

### 29E.P2.2 Rozsah zkušební pole

- (1) Počet pilířů zkušební pole v závislosti na rozsahu stavby, účelu štěrkových pilířů a jejich aplikaci, stanoví projektant. Návrh musí ovšem obsahovat minimálně 12 zkušebních pilířů. Pokud nebude projektem zkušební pole přesněji specifikováno, je možné využít doporučené velikosti zkušební pole uvedeného na obr. P2.1. U trojúhelníkového rastru se množství pilířů v řadě střídá dle vzorce 3 – 4 – 3 – 2. U rastru čtvercového je množství pilířů v každé řadě dáno vzorcem 3 – 3 – 3 – 3. Především vzor se doporučuje v případě, že rastr pilířů bude proveden v jediném sledu (jedné fázi). V některých případech jsou ovšem v prvním sledu mezilehlé pilíře vynechány, to znamená je vytvořen v první fázi tzv. hrubý rastr (obr. P2.2). Teprve po částečné disipaci pórových tlaků jsou dodatečně dodělány pilíře zbývající – tzv. jemný rastr. Způsob rozdělení pilířů na hrubý a jemný rastr může být značně rozmanitý. Pro trojúhelníkové uspořádání pilířů je hrubý rastr dán vzorcem 2 – 2 – 2 – 2 – 2 – 2 – 2 (pilíře tmavé), přičemž pilíře zastupující jemný rastr (pilíře světlé) jsou provedeny až dodatečně následující den. V případě čtvercového uspořádání je hrubý rastr dán vzorcem 1 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – 1. Pilíře jemného rastru budou opět provedeny až následující den.



Obrázek P2.2 – Velikost zkušební pole – štěrkové pilíře  
TROJÚHELNÍKOVÝ RASTR ČTVERCOVÝ RASTR



**Obrázek P2.2 – Velikost zkušební pole – šterkové pilíře (vystřídání pilíře)**

- (2) V případě, že je na lokalitě naplánováno více typů rastrů lišících se at' geometrickým uspořádáním, tak osovou vzdáleností pilířů, musí být pro každý takový rastr provedeno samostatné zkušební pole.
- (3) Součástí zkušební pole je provedení zkušebních pilířů lokálně situovaných po celé ploše, jejichž osová vzdálenost není větší než 25 m.

#### **29E.P2.3 Záznam z provádění zkušební pole**

- (1) Při provádění pilířů zkušební pole musí být přítomen stavební dozor (zástupce investora) a zástupce Zhotovitele prací. Pod jejich dohledem se provedou pilíře. Výrobní protokol z provádění těchto pilířů pak bude sloužit jako kontrolní vzor při budování ostatních pilířů na stavbě. Obsah, vzhled a formát záznamu musí být odsouhlasen přítomnými zástupci Objednatele a Zhotovitele prací. Protokoly musí být dobře čitelné a přehledné.
- (2) Výrobní protokoly ostatních pilířů musí tento odsouhlasený formát dodržovat.
- (3) Výrobní protokol musí obsahovat minimálně informace uvedené v Tab.1 v čl. 29. E.5.2.1.3 této kapitoly.

#### **29E.P2.4 Konečná úprava zkušební pole**

- (1) Po zhotovení všech pilířů zkušební pole je nezbytně nutné toto pole v celé jeho ploše začistit, což bude provedeno odstraněním svrchní vrstvy minimální mocnosti 0,5 m tak, aby bylo možné jasně identifikovat obvod jednotlivých šterkových pilířů zkušební pole. Pokud nebude úprava hlav systémových pilířů projektem definována, bude po provedení potřebných měření a zkoušek odstraněná 0,5 m vrstva nahrazena drceným kamenivem zhutněným povrchovými vibrátory.

#### **29E.P2.5 Stanovení průměru pilíře v hlavě a průměrného průměru pilíře po jeho délce**

- (1) Jeho výpočet se provede ze znalosti hmotnosti jedné násypky kameniva, sypané objemové hmotnosti kameniva, objemové hmotnosti zhutněného pilíře a délky pilíře.
- (2) Objemovou hmotnost materiálu zhutněného šterkového pilíře lze zjistit použitím metody D (jamková metoda, a to D-1 a D-2) uvedené v ČSN 72 1010. Stanovení objemové hmotnosti zhutněného šterkového pilíře se provede minimálně v hloubce 1,0 m od horní úrovně pracovní plochy, přičemž posledních 10 cm musí být odstraněno ručně tak, aby nedošlo k nakypření materiálu šterkového pilíře výkopovým mechanismem. V této

úrovni se zároveň změní průměr pilíře v hlavě. Tento průměr se určí ze tří měření průměru v polohách vůči sobě pootočených o 60°.

- (3) Průměrný průměr pilíře  $d_{\text{prům}}$  se stanoví ze vzorce:

$$d_{\text{prům}} = \sqrt{\frac{4n \cdot m_N}{\pi L \rho}}$$

kde

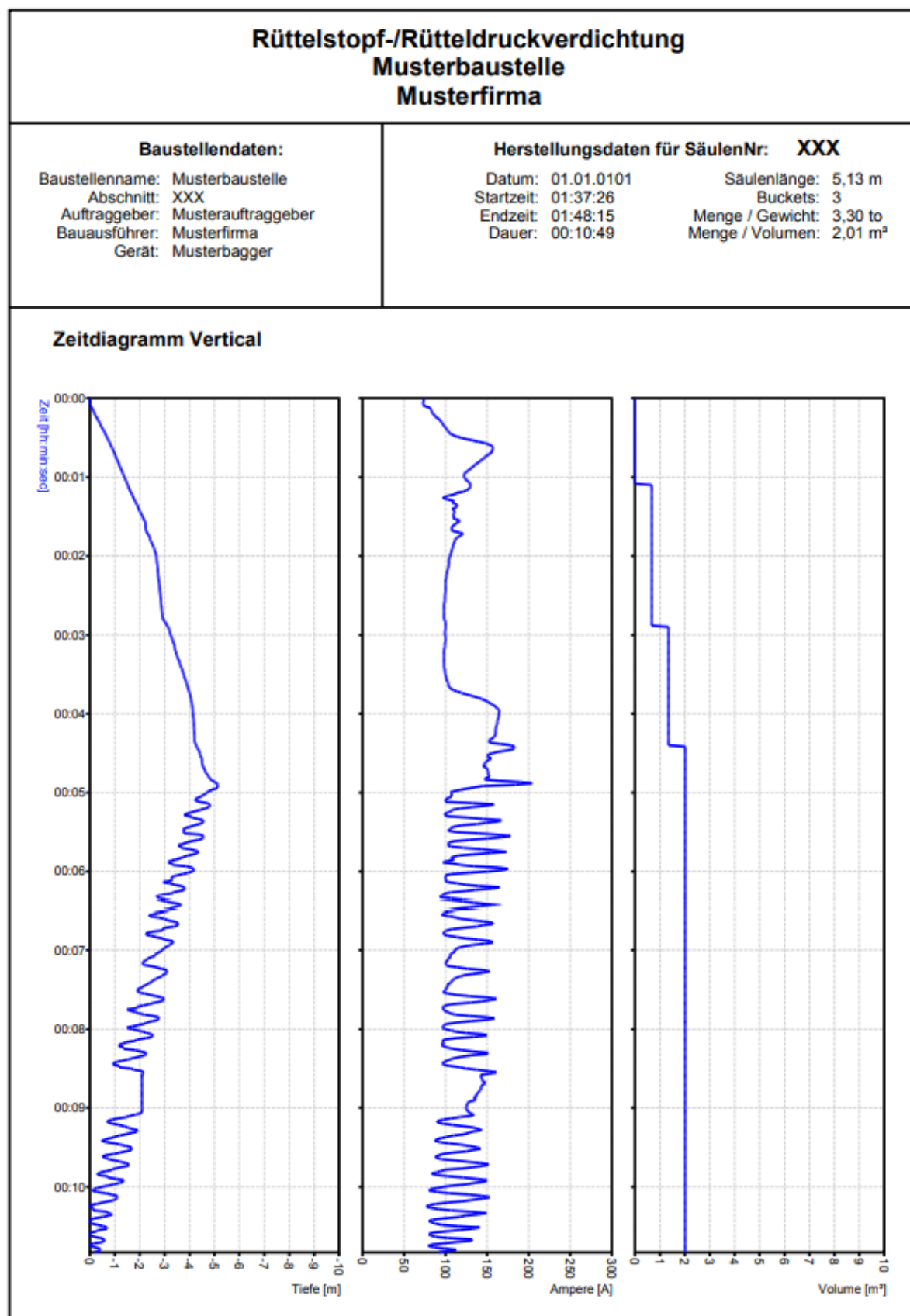
$n$  – počet násypky spotřebovaných na vytvoření pilíře

$m_N$  – hmotnost jedné násypky/baku [kg]

$\rho$  – objemová hmotnost zhutněného kameniva [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]

$L$  – délka provedeného pilíře [m]





## TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Schválilo:	Ministerstvo dopravy Odbor liniových staveb a silničního správního úřadu
Zpracovatel kap. 29:	Ing. Václav Račanský, Ph.D. (VUT v Brně) doc. Ing. Lumír Miča, Ph.D. (VUT v Brně)
Počet stran:	97
Tech. redakční rada:	Ing. Jiří Šmíd, Ph.D. (Ministerstvo dopravy) Ing. Dana Legut, Ph.D. (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Ing. Petra Janků (Ředitelství silnic a dálnic ČR) doc. Ing. Jan Masopust, CSc. (ČVUT v Praze) Ing. Michal Uhrin (SUDOP PRAHA a.s.) Ing. Petr Nosek (GE Atelier) Ing. Karel Zdražil, CSc. (GEOSTAR spol. s r.o.) Ing. Martin Čejka (Zakládání staveb, a.s.) Ing. Stanislav Lopata (SOLETANCHE ČR s.r.o.)
Odborná veřejnost:	Ing. Milan Chodacki, Ph.D., MBA (SWIETELSKY stavební s.r.o.)
Zástupce koordinátora:	Ing. Veronika Říhová (Ředitelství silnic a dálnic ČR)
Distribuce:	Pouze v elektronické podobě na <a href="http://www.pjpk.cz">www.pjpk.cz</a>