

TKP časť 30
ŠPECIÁLNE ZAKLADANIE

účinnosť od: 15.11.2012

OBSAH

1	Úvodná kapitola	4
1.1	Predmet technicko-kvalitatívnych podmienok (TKP).....	4
1.2	Účel TKP.....	4
1.3	Použitie TKP	4
1.4	Vypracovanie TKP	4
1.5	Distribúcia TKP.....	4
1.6	Účinnosť TKP	4
1.7	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	4
1.8	Súvisiace a citované právne predpisy.....	4
1.9	Súvisiace a citované normy	5
1.10	Súvisiace a citované technické predpisy	8
2	Všeobecne	8
2.1	Odborná spôsobilosť	8
2.2	Vytýčenie	8
2.3	Sledovanie okolitých objektov	8
2.4	Geotechnický prieskum.....	9
2.5	Zmeny vyvolané odlišnosťou geologických pomerov	10
3	Materiály	11
3.1	Všeobecne	11
3.2	Injektované horninové kotvy.....	11
3.3	Mikropilóty.....	13
3.4	Injektovanie.....	14
3.5	Prúdová injektáž.....	16
4	Vykonávanie prác.....	16
4.1	Injektované horninové kotvy	16
4.1.1	Všeobecne	16
4.1.2	Injektovanie	17
4.1.3	Napínanie	18
4.2	Mikropilóty.....	18
4.2.1	Všeobecne	18
4.2.2	Vŕtanie.....	19
4.2.3	Razenie	19
4.2.4	Injektovanie koreňa mikropilóty	20
4.2.5	Prípustné smerové a výškové odchýlky	20
4.3	Injektovanie.....	20
4.3.1	Všeobecne	20
4.3.2	Vŕtanie.....	21
4.3.3	Príprava injekčnej zmesi	21
4.3.4	Čerpanie a dodávka zmesi	22
4.3.5	Ukladanie zmesi	22
4.4	Prúdová injektáž.....	24
4.4.1	Technológia zhotovovanie lamiel prúdovej injektáže	26
4.4.2	Technologický postup	26
4.4.3	Stroje a zariadenia	26
4.4.4	Prípravné práce.....	27
4.4.5	Vŕtanie.....	27
4.4.6	Tryskanie	27
4.4.7	Vyplavený materiál	28
4.4.8	Vkladanie výstuže	28
5	Skúšanie a preberanie prác	28
5.1	Injektované horninové kotvy	28
5.1.1	Všeobecne	28
5.1.2	Skúšobné postupy	30

5.1.3	Skúšobný postup 1.....	30
5.1.4	Skúšobný postup 2.....	32
5.1.5	Skúšobný postup 3.....	34
5.1.6	Dokumentácia zhotovených prác	38
5.2	Mikropilóty.....	39
5.2.1	Všeobecne	39
5.2.2	Študijné zaťažovacie skúšky	39
5.2.3	Preukazné zaťažovacie skúšky	39
5.2.4	Kontrolné skúšky a skúšanie odobraných vzoriek	39
5.2.5	Kontrolné skúšky mikropilót.....	39
5.2.6	Dokumentácia zhotovených prác	40
5.2.7	Prevzatie prác	40
5.3	Injektovanie.....	40
5.3.1	Všeobecne	40
5.3.2	Monitoring a kontrola.....	41
5.3.3	Dokumentácia zhotovených prác	42
5.3.4	Prevzatie prác	43
5.4	Prúdová injektáž.....	43
5.4.1	Všeobecne	43
5.4.2	Predbežné skúšky	44
5.4.3	Dohľad a skúšanie pri výrobe.....	44
5.4.4	Skúšanie prvkov prúdovej injektáže.....	45
5.4.5	Monitoring.....	46
5.4.6	Dokumentácia zhotovených prác	46
5.4.7	Prevzatie prác	47
6	Meranie výmer	47
7	Prílohy: Príklady záznamov konštrukčných prvkov zvláštneho zakladania.....	47

1 Úvodná kapitola

Tieto Technicko-kvalitatívne podmienky (TKP) nadväzujú na ustanovenia, pokyny a odporúčania uvedené v TKP časť 0.

1.1 Predmet technicko-kvalitatívnych podmienok (TKP)

Predmetom tejto časti TKP sú ustanovenia na zhotovenie, dodávku, montáž a preberanie prác špeciálneho zakladania mostov, oporných a pažiacich konštrukcií, násypov a sanácií:

- injektované horninové kotvy – konštrukčné prvky, prenášajúce ťahové namáhanie do únosnej horniny;
- mikropilóty – pilóty, ktorých priemer je v prípade zhotovenia vŕtaním menší ako 300 mm, alebo pri zhotovení razením najviac 150 mm;
- injektovanie – vtláčanie injekčnej zmesi do pórov zemín a puklín skalných hornín, škár, alebo trhlín;
- prúdová injektáž – rozrušenie zeminy alebo zvetranej skalnej horniny pôsobením lúča tekutého média s vysokou mechanickou energiou, jej čiastočné nahradenie a zmiešanie rozrušenej zeminy s cementovým spojivom.

1.2 Účel TKP

Účelom týchto TKP je spresnenie požiadaviek pre dodávku technologických postupov injektovaných horninových kotiev, mikropilót, injektovania a prúdovej injektáže.

1.3 Použitie TKP

Práce podľa týchto TKP sa týkajú dodávky všetkých potrebných materiálov, stavebných dielcov, mechanizmov, zariadení zhotoviteľa a pracovníkov, ako aj vykonania všetkých úkonov, potrebných na zhotovenie horninových kotiev, mikropilót, injektovania a prúdovej injektáže vrátane predpísaných skúšok podľa projektovej dokumentácie stavby (PDS) a príslušných noriem, v súlade s týmito TKP, prípadne so ZTKP stavby.

1.4 Vypracovanie TKP

Tieto TKP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Peter Turček, PhD., e-mail: peter.turcek@stuba.sk

Spoluriešitelia: doc. Ing. Jana Frankovská, PhD., Ing. Monika Súľovská, PhD. – Stavebná fakulta STU

1.5 Distribúcia TKP

Elektronická verzia TKP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.6 Účinnosť TKP

Tieto TKP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TKP nahrádzajú TKP časť 30: Zvláštne zakladanie, MDPT SR z roku 2001 v celom rozsahu.

1.8 Súvisiace a citované právne predpisy

[Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;

- [Z2] vyhláška FMV č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z3] zákon č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch v znení neskorších predpisov;
- [Z4] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z5] zákon č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z6] zákon č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí v znení neskorších predpisov;
- [Z7] zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z8] vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku v znení neskorších predpisov;
- [Z9] vyhláška MVRR SR č. 558/2009 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam stavebných výrobkov, ktoré musia byť označené, systémy preukazovania zhody a podrobnosti o používaní značiek zhody, v znení neskorších predpisov;
- [Z10] vyhláška MŽP SR č. 532/2002 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu a o všeobecných technických požiadavkách na stavby užívané osobami s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie.

1.9 Súvisiace a citované normy

STN 73 0037	Zemný tlak na stavebné konštrukcie
STN 73 0090	Geotechnický prieskum
STN 73 0202	Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Základné ustanovenia
STN 73 0210-1	Geometrická presnosť vo výstavbe. Podmienky zhotovovania. Časť 1: Presnosť osadenia
STN 73 0220	Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Navrhovanie presnosti stavebných objektov
STN 73 0405	Meranie posunov stavebných objektov
STN 73 1001	Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
STN 73 1002	Pilótové základy
STN 73 1210	Vodotesný betón a betóny osobitných vlastností
STN 73 1311	Skúšanie betónovej zmesi a betónu. Spoločné ustanovenia
STN 73 1314	Rozbor betónovej zmesi
STN 73 1340	Betónové konštrukcie. Skúšanie koróznej odolnosti betónu. Všeobecné požiadavky
STN 73 1341	Metódy skúšania ochranných vlastností betónu proti korózii betonárskej výstuže
STN 73 1344	Ochrana proti korózii v stavebníctve. Betónové konštrukcie. Metódy skúšok príľnavosti ochranných povlakov
STN 73 2030	Zaťažovacie skúšky stavebných konštrukcií. Spoločné ustanovenia
STN 73 2031	Skúšanie stavebných objektov, konštrukcií a dielcov. Spoločné ustanovenia
STN 73 2046	Zaťažovacie skúšky betónových dielcov
STN 73 2401	Zhotovovanie a kontrola konštrukcií z predpätého betónu
STN 73 3050	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia
STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN EN 197-1 (72 2101)	Cement. Časť 1: Zloženie, špecifikácie a kritéria na preukazovanie zhody cementov na všeobecné použitie
STN EN 197-2 (72 2101)	Cement. Časť 2: Preukazovanie zhody
STN EN 206-1 (73 2403)	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 445 (72 2455)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Skúšobné metódy

STN EN 446 (72 2432)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Injektovanie
STN EN 447 (72 2431)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Základné požiadavky
STN EN 480-1+A1 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 1: Porovnávanie betónu a porovnávané malty pri skúškach (Konsolidovaný text)
STN EN 480-2 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 2: Stanovenie času tuhnutia
STN EN 480-4 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 4: Stanovenie odlučovania vody z čerstvého betónu
STN EN 480-5 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 5: Stanovenie kapilárnej nasiakavosti
STN EN 480-6 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 6: Analýza infračervenými lúčmi
STN EN 480-8 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 8: Stanovenie obsahu sušiny
STN EN 480-10 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 10: Stanovenie obsahu chloridov rozpustných vo vode
STN EN 480-11 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 11: Stanovenie charakteristík vzduchových dutín v zatvrdnutom betóne
STN EN 480-12 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 12: Stanovenie obsahu alkálií v prísadách
STN EN 480-14 (72 2323)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 14: Stanovenie účinku náchylnosti na koróziu výstužnej ocele potenciostatickou elektrochemickou skúškou
STN EN 934-1 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Časť 1: Spoločné požiadavky
STN EN 934-3 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Časť 3: Prísady do mált na murovanie
STN EN 934-4 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Časť 4: Prísady do injektážnej malty na predpínaciu výstuž. Definície, požiadavky, zhoda, označovanie a etiketovanie
STN EN 934-6 (72 2324)	Prísady do betónu, mált a zalielok. Časť 6: Odber vzoriek, kontrola zhody a preukazovanie zhody
STN EN 1008 (73 2028)	Zámesová voda do betónu. Špecifikácia odberu vzoriek, skúšania a preukazovania vhodnosti vody, vrátane recyklovanej vody z postupov betonárskych prác, ako zámesovej vody do betónu
STN EN 10025-1 (42 0904)	Výrobky valcované za tepla z konštrukčných ocelí. Časť 1: Všeobecné technické dodacie podmienky
STN EN 10080 (42 1039)	Oceľ na vystuženie betónu. Zvariteľná oceľová výstuž. Všeobecne
STN EN 1090-2+A1 (73 2601)	Zhotovovanie oceľových a hliníkových konštrukcií. Časť 2: Technické požiadavky na oceľové konštrukcie (Konsolidovaný text)
STN EN 10204 (42 0009)	Kovové výrobky. Druhy dokumentov kontroly
STN EN 10210-1 (42 1051)	Duté konštrukčné profily z nelegovaných a jemnozrnných ocelí vyrobené za tepla. Časť 1: Technické dodacie podmienky
STN EN 10219-1 (42 1052)	Zvárané duté konštrukčné profily z nelegovaných a jemnozrnných ocelí tvárnené za studena. Časť 1: Technické dodacie podmienky
STN EN 10219-2 (42 1052)	Zvárané duté konštrukčné profily z nelegovaných a jemnozrnných ocelí tvárnené za studena. Časť 2: Tolerancie, rozmery a vlastnosti profilu
STN EN 12063 (73 1022)	Výrobky valcované za tepla z konštrukčných ocelí Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Štetovnicové steny

STN EN 12350-1 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 1: Odber vzoriek
STN EN 12350-2 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 2: Skúška sadnutím
STN EN 12350-3 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 3: Skúška VeBe
STN EN 12350-4 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 4: Skúška zhutniteľnosti
STN EN 12350-5 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 5. Skúška rozliatím
STN EN 12390-2 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 2: Výroba a príprava skúšobných telies na skúšky pevnosti
STN EN 12390-3 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 3: Pevnosť v tlaku skúšobných telies
STN EN 12390-5 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 5: Pevnosť v ťahu pri ohybe skúšobných telies
STN EN 12390-6 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 5: Pevnosť v priečnom ťahu skúšobných telies
STN EN 12699 (73 1004)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Razené pilóty
STN EN 12715 (731006)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Injektáže
STN EN 12716 (731007)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Prúdová injektáž
STN EN ISO 12944-2 (67 3110)	Náterové látky. Protikorózna ochrana ocelových konštrukcií ochrannými náterovými systémami. Časť 2: Klasifikácia vonkajšieho prostredia
STN EN ISO 12944-4 (67 3110)	Náterové látky. Protikorózna ochrana ocelových konštrukcií ochrannými náterovými systémami. Časť 4: Typy povrchov a ich príprava
STN EN ISO 12944-5 (67 3110)	Náterové látky. Protikorózna ochrana ocelových konštrukcií ochrannými náterovými systémami. Časť 5: Ochranné náterové systémy
STN EN 13670 (73 2400)	Zhotovovanie betónových konštrukcií
STN EN 14199 (73 1003)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Mikropilóty
STN EN 1536 (73 1002)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Vŕtané pilóty
STN EN 1537 (73 1005)	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Injektované horninové kotvy
STN EN 1991-2 (73 6203)	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou
STN EN 1992-1-1 (73 1201)	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby
STN EN 1993-5 (73 1501)	Eurokód 3. Navrhovanie ocelových konštrukcií. Časť 5: Pilóty a štetovnice
STN EN 1993-1-1 (73 1501)	Eurokód 3. Navrhovanie ocelových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1997-1 (73 0091)	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 1997-2 (73 0091)	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia
STN EN 791+A1 (27 7991)	Vrtné zariadenia. Bezpečnosť (Konsolidovaný text)
STN EN 996+A3 (27 7991)	Zariadenia na pilótovacie práce. Požiadavky na bezpečnosť (Konsolidovaný text)

STN ISO 4109 Čerstvý betón. Stanovenie konzistencie. Skúška sadnutím
(73 1312)

1.10 Súvisiace a citované technické predpisy

TKP časť 0	Všeobecne, MDPT SR: 2009;
TKP časť 15	Betónové konštrukcie všeobecne, MDPT SR: 2004;
TKP časť 16	Debnenie, lešenie a povrchová úprava, MDPT SR: 2004;
TKP časť 17	Betonárska výstuž, MDPT SR: 2004;
TKP časť 18	Betón na konštrukcie, MDPT SR: 2004;
TKP časť 19	Predpäté betónové konštrukcie, MDPT SR: 2004;
TKP časť 20	Oceľové konštrukcie, MDVRR SR: 2011;
TKP časť 21	Ochrana konštrukcií proti korózii, SSC: 2000;
TP 03/2006	Dokumentácia stavieb ciest; MDPT SR: 2006;
TP 07/2007	Sekundárna ochrana betónových konštrukcií, MDPT SR: 2007;
TP 07/2008	Vykonávanie inžinierskogeologického prieskumu pre cestné stavby; MDPT SR: 2007;
TP 13/2011	Príručka monitoringu vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie, MDPT SR: 2011;
ETAG 013	Zostavy pre dodatočné predpínanie konštrukcií, MVRR SR: 2004.

2 Všeobecne

2.1 Odborná spôsobilosť

Práce môže vykonávať iba zhotoviteľ, ktorý disponuje potrebným strojným a iným vybavením a dostatočným počtom pracovníkov s predpísanou kvalifikáciou na jednotlivé technické a robotnícke profesie a musia byť vedení odborným pracovníkom. Vzdelanie, prax, prípadne autorizáciu pracovníkov rozhodujúcich profesií je zhotoviteľ povinný predložiť na požiadanie. Organizácia preukáže svoju spôsobilosť úspešným vykonaním prác rovnakého alebo podobného druhu, ako je predmet zmluvy o dielo.

Do funkcie zodpovedného stavbyvedúceho organizácie sa môže určiť len primerane vyškolený a skúsený odborník, ktorý dokonale ovláda technologické postupy zhotovovania konštrukčných prvkov zvláštného zakladania. On alebo jeho kvalifikovaný zástupca musia byť počas zhotovovania prítomní na stavbe.

Vrtné práce môže viesť iba vyškolený spoľahlivý vrtmajster, ktorý už vykonával podobné práce.

2.2 Vytýčenie

Pred zahájením prác odovzdá objednávateľ zhotoviteľovi také vytýčenie pracoviska, z ktorého sa dá jednoznačne odvodiť poloha vrtov a ďalších konštrukčných prvkov. Zhotoviteľ zabezpečí odovzdané body a je za ne ďalej zodpovedný. Vytýčenie musí byť zabezpečené tak, aby bolo možné zhotoviť geotechnické konštrukcie špeciálneho zakladania (kotvy, mikropilóty, injektáž) v predpísaných toleranciách uvedených v týchto TKP. Dôsledky smerového a výškového posunutia jednotlivých prvkov nesie zhotoviteľ.

2.3 Sledovanie okolitých objektov

Pred začatím prác zvláštného zakladania zabezpečí objednávateľ pasportizáciu okolitých objektov, ktoré by sa mohli porušiť vplyvom zhotovovania, napr. grafickou alebo fotografickou dokumentáciou starých porúch, prípadne umiestnením meracích bodov (napr. sadrových terčíkov, výškových značiek a pod.) na charakteristických miestach objektov (zvyčajne v miestach starých trhlín). Dokumentácia o pasportizácii musí obsahovať odsúhlasenie vlastníkom objektu alebo ním povereným zástupcom.

Značky, prípadne zdokumentované trhliny, deformácie a praskliny sleduje zhotoviteľ a kontroluje objednávateľ počas zhotovovania prác a po ich skončení predpísaným spôsobom a s frekvenciou v súlade s projektom geotechnického monitoringu.

Ak sa počas výstavby vyskytnú nové poruchy, alebo na ich možnosť vzniku sa už upozorňuje v projektovej dokumentácii, na dotknutých objektoch je potrebné osadiť meracie body.

Požiadavky na kontrolné merania vrátane návrhu odporúčanej metódy, množstva a doby merania musí obsahovať dokumentácia stavby. Kontrolné merania môžu byť súčasťou technologického postupu prác. Požiadavka na kontrolné sledovanie môže vzniknúť aj v priebehu stavby.

2.4 Geotechnický prieskum

Rozsah geotechnického prieskumu a jeho podrobné členenie sa musí prispôbiť konkrétnym etapám prieskumu a geotechnickej kategórii v súlade s STN EN 1997-1 a STN EN 1997-2. Podľa možnosti má geotechnický prieskum siahť až k okraju staveniska, aby sa geotechnické profily získali interpoláciou medzi prieskumnými vrtmi a nie extrapoláciou mimo prieskumné diela. Správa o geotechnickom prieskume musí byť dostupná včas a tak, aby umožnila spoľahlivý návrh a realizáciu geotechnických konštrukcií špeciálneho zakladania (napr. voľbu technologického postupu na ich zhotovenie). Ak nie je geotechnický prieskum dostatočný, musí sa vykonať doplnkový prieskum.

Pokiaľ je to možné, v prípade horninových kotiev má geotechnický prieskum pokryť územie mimo samotné stavenisko, pokiaľ bude zasahovať zaťaženie vyvolané kotvami. Pretože kotvy sa najčastejšie zhotovujú šikmé, prieskum musí zistiť zmeny geotechnických vlastností hornín v pozdĺžnom aj zvislom smere.

Hĺbka prieskumu pre návrh horninových kotiev sa má voliť taká, aby sa zabezpečilo, že:

- budú overené všetky geologické formácie v dosahu účinnosti kotiev;
- žiadna hlbšie sa nachádzajúca vrstva nebude ovplyvňovať návrh;
- budú dobre zistené geologické pomery.

Okrem litológie a stavby základovej pôdy sa musia overiť tieto údaje:

– pri zeminách:

- opis zemín a ich klasifikácia;
- šmyková pevnosť, stlačiteľnosť radiálna pevnosť;
- priepustnosť;
- hydrogeologické pomery;
- agresivita zemín a podzemnej vody;
- prítomnosť bludných prúdov;

– pri skalných horninách:

- klasifikácia;
- stratigrafické zaradenie;
- pevnosť v tlaku neporušenej skalnej horniny;
- šmykovú pevnosť a stlačiteľnosť skalného masívu;
- hydrogeologické pomery;
- agresivitu horniny a podzemnej vody;
- prítomnosť bludných prúdov.

Zo získaných informácií sa má odvodiť pravdepodobnosť výskytu:

- možných prekážok pri vŕtaní;
- ťažkosti počas hĺbenia vrtu (vŕtatelnosť);

- stabilita vrtov;
- vnikanie podzemnej vody do vrtu;
- straty injekčnej zmesi z vrtu.

Pre návrh mikropilót sa majú stanoviť vlastnosti hornín poľnými alebo laboratórnymi skúškami do hĺbky, pokiaľ bude zasahovať vplyv od mikropilót. Prieskum musí preukázať, že pod päťami mikropilót sa nenachádza vrstva, ktorá by mohla spôsobiť neočakávané porušenie alebo nadmerné sadanie. Osobitná pozornosť sa má venovať týmto okolnostiam:

- piezometrickej hladine všetkých horizontov podzemnej vody v zeminách a skalných horninách, najmä artézskej vode a vo veľmi priepustnom prostredí;
- výskytu veľmi priepustných zemín a kavernóznym prostrediam;
- veľmi mäkkým a silne stlačiteľným zeminám, napr. mäkkým ílom a rašeline, ktoré môžu spôsobovať ťažkosti pri zhotovovaní a zaťažení mikropilót (napr. nestabilita vrtu, vybočenie hotových mikropilót);
- výskytu balvanov a prekážok v podloží, ktoré by mohli spôsobovať ťažkosti pri inštalácii mikropilót a budú si vyžadovať osobitné postupy;
- úroveň a sklon skalného povrchu, hrúbku a kvalitu vrstiev (zvetrania);
- agresivitu podzemnej vody a hornín.

Okrem všeobecných požiadaviek na geotechnický prieskum sa pre návrh injektovania treba zamerať na:

- injektovateľnosť hornín vrátane skúšok priepustnosti;
- pokusnú injektáž ako súčasť predbežného prieskumu staveniska, alebo samostatne v záverečnej fáze projektovej prípravy alebo ako prvá fáza zhotovovania prác; pokusné injekčné pole sa má uskutočniť vždy, ak sú pochybnosti o navrhovaných injekčných prácach a má poskytnúť informácie o vzájomnej vzdialenosti vrtov, injekčnom tlaku, spotrebe a druhu injekčných zmesí;
- poskytnúť podklady na výber typu injekčným hmôt.

Pre návrh prúdovej injektáže je dôležité prieskumom získať informácie o:

- pevných alebo tuhých vrstvách a šošovkách súdržných zemín;
- polohách s vysokým obsahom organických látok v zemine;
- objemovo nestálych zeminách (napr. napúčavé alebo senzitívne íly);
- stmelené alebo spevnené vrstvy zemín;
- úrovni hladiny podzemnej vody, jej tlakových pomeroch;
- agresivite podzemnej vody a zemín;
- uľahnutosti nesúdržných zemín;
- výskytu balvanov alebo iných prekážok v podloží;
- výskytu dutín, navážok, alebo znečistených/kontaminovaných zeminách.

2.5 Zmeny vyvolané odlišnosťou geologických pomerov

Zhotoviteľ bez meškania oznámi objednávateľovi všetky zistené okolnosti, naznačujúce, že skutočné geologické pomery sa odlišujú od predpokladaných a môžu ovplyvniť únosnosť základov alebo spôsobiť nadmerné deformácie.

3 Materiály

3.1 Všeobecne

Všetky materiály, ktoré sa stanú trvalou súčasťou stavebnej konštrukcie (základu, pažiacej konštrukcie), musia zodpovedať požiadavkám uvedeným v tendrovej dokumentácii, tejto časti TKP a normatívnym predpisom. Nesmú mať zjavné chyby a musia vyhovovať predpísaným skúškam v zmysle príslušného zákona [Z5].

3.2 Injektované horninové kotvy

Všetky použité materiály musia byť vzájomne zlučiteľné. Vlastnosti materiálov sa nesmú meniť počas návrhovej životnosti kotiev do tej miery, že by kotva stratila svoju používateľnosť. Kotvy, ktoré obsahujú novo vyvinuté materiály alebo postupy zhotovovania, možno odsúhlasiť na zhotovenie po odskúšaní trvanlivosti materiálov skúškami odsúhlasenými stavebným dozorom objednávateľa a po preukázaní, že používateľnosť kotevného systému bude zabezpečená po dobu návrhovej životnosti kotevnej konštrukcie. Kotevný systém sa skladá z nasledujúcich častí:

- kotevné ťahadlo;
- kotevná hlava;
- spojky;
- ťahadlo;
- rozperka a ďalšie súčasti kotvy vo vrte na centrovanie;
- injekčná zmes a prísady;
- protikorózna ochrana.

Kotevné ťahadlo: Oceľové ťahadlá musia zodpovedať týmto európskym normám:

- stavebná oceľ – STN EN 1993-1-1; STN EN 1993-5;
- betonárska oceľ – STN EN 10080;
- predpínacia oceľ – STN EN 1992-1-1.

Použiť sa môžu aj iné materiály, ak boli odskúšané a preukázaná ich vhodnosť ako súčasti kotiev a odsúhlasené stavebným dozorom objednávateľa.

Kotevná hlava: musí umožniť, aby sa ťahadlo mohlo napnúť, zaťažiť skúšobným zaťažením a zakotviť a v prípade požiadavky aj uvoľniť, odľahčiť a znovu napnúť. Kotevná hlava musí zodpovedať STN EN 1992-1-1 a umožniť uhlové výchylky od kolmého smeru k hlave najviac 3° pri sile $97\% P_{tk}$ (medzi pevnosťou kotevného ťahadla). Kotevná hlava musí byť schopná reagovať na deformácie, ktorých vznik sa dá očakávať počas životnosti konštrukcie.

Spojky: musia zodpovedať STN EN 1992-1-1 a nesmú obmedzovať vyžadované ťahové napätie v ťahadle. Spojka nesmie brániť voľnému predĺženiu oceľového ťahadla. Ťahadlo sa nesmie spájať v rozsahu kotevnej dĺžky. Protikorózna ochrana spojky musí byť kompatibilná s protikoróznou ochranou ťahadla.

Ťahadlo: na ukotvenie ťahadla musí byť v úseku kotevnej dĺžky použitá profilované alebo rebrované ťahadlo, pramence alebo tlakové rúrky. Kotvené môžu byť tieto typy oceľových ťahadiel:

- za studena ťahané drôty profilované na ťahanie;
- zušľachtené a popúšťané drôty rebrované počas valcovania za tepla;
- rebierková oceľ;
- sedemdrôtové pramence.

Rozperka a ďalšie súčasti kotvy vo vrte: všetky inštalované ťahadlá a ich protikorózne obaly musia byť smerom k stene vrtu chránené najmenej 10 mm vrstvou injekčnej zmesi, čo sa dosiahne pomocou rozperiek a centrátorov. Rozperky nesmú zabraňovať vyplneniu voľného priestoru vrtu injekčnou zmesou. Vyrobené musia byť z korózie odolného materiálu.

Cementová injekčná zmes a prísady

Cementová injekčná zmes sa používa ako protikorózný obal, ktorý musí zodpovedať STN EN 445, STN EN 446 a STN EN 447. Cementová injekčná zmes použitá ako protikorózný obal ťahadla alebo na ochranu oceľových rúrok musí byť navrhnutá tak, aby sa zabránilo odstoju a zmrašťovaniu vo vrte. Pomer voda/cement na kotevnú injekčnú zmes sa stanoví podľa geotechnických podmienok. Cementy s vysokým obsahom sulfátov sa nesmú použiť na styk s predpínacou oceľou. Výber vhodného cementu na injekčnú zmes, ktorá bude v kontakte s horninou, musí zohľadniť prítomnosť agresívnych zložiek v prostredí, priepustnosť hornín a projektovanú životnosť kotvy. Musí sa vyhodnotiť interakcia medzi injektážnou zmesou a horninou.

Na zlepšenie spracovateľnosti a trvanlivosti, zníženie odstoja a zmrašťovania zmesi vo vrte, alebo na urýchlenie nárastu pevnosti sa do injekčnej zmesi môžu použiť prísady. Použitie prísad pri kotevných ťahadlách z predpínacej ocele musí odsúhlasiť stavebný dozor objednávateľa. Prísady nesmú obsahovať žiadne zložky, spôsobujúce koróziu predpínacej ocele alebo injekčnej zmesi. Na zníženie strát injekčnej zmesi vo vrte sa do injekčnej zmesi môžu pridať plnidlá (napr. piesok). Zloženie zmesi, účinnosť miešania, doba tvrdnutia a jej pôsobenie na kotvu sa má overiť laborátornými a poľnými skúškami.

Injekčná zmes zo syntetickej živice

Môže byť použitá ako alternatíva k cementovej injekčnej zmesi, ak jej použitie bolo vyskúšané overovacou skúškou, ktorá zodpovedá ich použitiu. Zloženie zmesi, účinnosť miešania, doba tvrdnutia a jej pôsobenie na kotvu sa má overiť laborátornými a poľnými skúškami a má byť stanovené v dokumentácii.

Protikorózna ochrana

Neexistuje jednoznačný spôsob zabezpečenia ochrany proti korózii a na predpovedanie stupňa korodovania ocele v hornine s primeranou presnosťou. Stupeň protikorózneho ochrany sa rozlišuje podľa návrhovej životnosti kotvy na:

- dočasné kotvy, ktoré sú definované ako kotvy, pri ktorých sa vyžaduje, aby plnili svoju funkciu menej ako dva roky;
- trvalé kotvy sú definované ako kotvy s návrhovou životnosťou dlhšou ako dva roky.

Oceľové časti dočasnej kotvy musia byť opatrené ochranou, ktorá zabráni pôsobeniu korózie po dobu životnosti dvoch rokov. Ak sa predpokladá, že návrhová životnosť dočasnej kotvy bude prekročená, alebo kotva je zhotovená v korozívnom prostredí, musia sa prijať opatrenia schválené stavebným dozorom objednávateľa, ktoré ochránia všetky časti kotvy proti korózii. Príklady protikorózneho ochrany zodpovedajúce týmto požiadavkám, sú uvedené v tabuľke 2 STN EN 1537.

Pri trvalej kotve musí byť ťahadlo kotvy obklopené minimálne jednou súvislou vrstvou z materiálu, ktorý nepodlieha degradácii počas návrhovej životnosti kotvy. Medzi obvykle používané materiály protikorózneho ochrany patria: plastové povlakové rúry, povlaky zmrašťiteľné teplom, cementová injekčná zmes, syntetické živice, protikorózne ochranné hmoty (na báze ropných a minerálnych produktov), pokovovanie, nátery, oceľové rúry a veká. Príklady protikorózneho ochrany zodpovedajúce týmto požiadavkám, sú uvedené v tabuľke 3 STN EN 1537. Oceľové kryty hláv kotiev, oceľové kotevné dosky vystavené vonkajšiemu prostrediu (ak nie sú vyrobené z nehrdzavejúcej ocele) musia byť opatrené ochrannou povrchovou úpravou so stupňom prípravy povrchu Sa 2 ½ v súlade s STN EN ISO 12944-4 a protikoróznym ochranným systémom podľa STN EN ISO 12944-5 pre stupeň korózneho agresivity C4 podľa STN EN ISO 12944-2. Protikorózne ochranné hmoty musia vyhovovať požiadavkám ETAG 013.

V prípade trvalých kotiev s komplexnou protikoróznou ochranou sa účinnosť tejto ochrany musí podľa prílohy A STN EN 1537 preukázať na každej kotve po jej osadení a zainjektovaní minimálne elektrickým odporom $R_I = 0,1 \text{ M}\Omega$.

Podiel kotiev s nevyhovujúcim elektrickým odporom nesmie presiahnuť 10 % z celkového množstva osadených kotiev, pričom kotvy s nedostatočným elektrickým odporom, ktoré investor, resp. dozor akceptuje, musia podľa prílohy A STN EN 1537 preukázať minimálne elektrický odpor $R_{II} = 100 \Omega$.

Ak podiel kotiev s nevyhovujúcim elektrickým odporom R_I presiahne 10 %, musí zhotoviteľ osadiť náhradné kotvy na vlastné náklady. Poloha náhradných kotiev musí byť odsúhlasená projektantom a dozorom.

3.3 Mikropilóty

Rozoznávajú sa dve základné skupiny mikropilót:

- vŕtané mikropilóty, ktorých priemer je menší ako 300 mm;
- razené mikropilóty, ktorých priemer alebo max. priečny rez je menší ako 150 mm.

Oceľová výstuž musí vyhovovať požiadavkám:

- výstuž do betónových mikropilót STN EN 10080;
- oceľové tyče STN EN 10080;
- duté prvky (rúrky) STN EN 10210-1, alebo STN EN 10219-1;
- výrobky valcované za tepla (napr. H profily) STN EN 10025 alebo STN EN 10113.

Minimálne krytie výstuže a nosných prvkov z ocele na mieste betónovaných mikropilót, ktoré sú vystavené účinkom prostredia podľa STN EN 206-1 určuje STN EN 14 199 a tabuľka 1.

Tabuľka 1 Minimálne krytie výstuže a nosných prvkov z ocele pre mikropilóty betónované na mieste

Prostredie	Chemická agresivita	Nosný prvok s krytím injekčnou zmesou		Malta		Vystužený betón
		tlak	ťah	tlak	ťah	tlak a ťah
XC1 - XC4	nie je	20 mm	30 mm	35 mm	40 mm	50 mm
XD1, XD2, XD3 ^{*)}	chloridy, nepochádzajúce z morskej vody	30 mm	30 mm	40 mm	40 mm	50 mm
XS1 – XS3	chloridy pochádzajúce z morskej vody	Mikropilóty sú nevhodné				
XA1 ^{*)}	Nízka	40 mm	40 mm	45 mm	45 mm	50 mm
XA2 ^{**)}	Stredná	50 mm	50 mm	60 mm	60 mm	60 mm
XA3	Vysoká	Mikropilóty sú nevhodné				

^{*)} V prípade síranovej agresivity sa musí použiť síranovzdorný betón.

^{**)} V prípade síranovej agresivity sa musí použiť síranovzdorný betón a do zálievky (malty) sa musia použiť aj prísady. Na dosiahnutie požadovanej úrovne odolnosti voči síranom použiť požiadavky uvedené v STN EN 206-1/NA

Cement do injekčnej zmesi musí vyhovovať STN EN 197-1 a STN EN 206-1. Minimálne množstvo cementu musí spĺňať požiadavky uvedené v STN EN 14199. Na kontakt s predpätými oceľovými časťami môže byť použitý len cement CEM I alebo CEM II-A-S. Výplňový materiál injekčnej zmesi musí vyhovovať požiadavkám STN EN 206-1.

Injekčná zmes: Voda použitá na injekčnú zmes, ako aj prísady musia vyhovovať požiadavkám STN EN 206-1 a STN EN 1008.

Vodný súčiniteľ v cementovej injekčnej zmesi nesmie byť väčší ako 0,55. Pokiaľ to nie je inde špecifikované, pevnosť injekčnej zmesi v tlaku po 28 dňoch (alebo pri prvom zaťažovaní, ak je to skôr) na valčeku s pomerom výšky k priemeru rovnom 2 musí dosahovať najmenej 25 MPa. Laboratórne a poľné skúšky cementovej injekčnej zmesi sa musia robiť v súlade s STN EN 445. Prípustné presakovanie vody cez injekčnú maltu po 2 hodinách musí byť menšie ako 3 %.

Betón a malta: Betón nesmie obsahovať zrná väčšie ako 16 mm, alebo zrná väčšie ako 1/4 čistej vzdialenosti pozdĺžnych prútov a 1/6 vnútorného priemeru betónovacej rúry; uvažuje sa najmenšia hodnota. Betón musí spĺňať požiadavky uvedené v STN EN 206-1. Pokiaľ to nie je inde špecifikované, obsah cementu musí byť najmenej 375 kg/m³ a vodný súčiniteľ menší ako 0,6. Pre veľkosť zŕn cementovej malty platí kritérium $d_{85} \leq 4$ mm a zároveň $d_{100} \leq 8$ mm.

Dištančné vložky a centrátory: Pre dištančné vložky, centrátory a ďalšie pomocné prípravky platia požiadavky uvedené v článku 3.2 týchto TKP.

Protikorózna ochrana: Na protikoróziu ochranu platia rovnaké požiadavky, ako sú uvedené v článku 3.2 týchto TKP pre trvalé kotvy. Protikorózna ochrana oceľových prvkov musí byť v súlade s STN EN 14199.

Pre oceľové prvky je potrebné zohľadniť úbytok hrúbky tých častí mikropilót, ktoré majú kontakt s vodou alebo zeminou (s alebo bez vody) podľa tabuľky 2 v závislosti od vyžadovanej životnosti konštrukcie v súlade s STN EN 1993-5.

Tabuľka 2 Odporúčané hodnoty úbytku hrúbky oceľových pilót a štetovnicových stien (mm) v zeminách s alebo bez podzemnej vody, spôsobené koróziou

Vyžadovaná návrhová životnosť	5 rokov	25 rokov	50 rokov	75 rokov	100 rokov
Neporušené prírodné zeminy (piesok, silt, íl, bridlica)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Znečistené prírodné zeminy a priemyselné lokality	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Agresívne prírodné zeminy (bažiny, rašelina a pod.)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Nezhutnené zásypy z neagresívnych zemín (íl, bridlice, piesok, silt a pod.)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Nezhutnené zásypy z agresívnych materiálov (popolček, troska apod.)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
<i>Poznámky:</i> 1. Rýchlosť korózie je v zhutnených zásypoch pomalšia ako v nezhuťnutých zásypoch. V zhutnených zásypoch možno hodnoty v tabuľke redukovať na polovicu. 2. Hodnoty uvedené pre 5 a 25 rokov sa zakladajú na meraniach, kým ostatné hodnoty sú extrapolované.					

3.4 Injektovanie

Všetky zložky injekčných zmesí musia zodpovedať požiadavkám projektovej dokumentácie a príslušným normám.

Hydraulické spojivá a cementy - zahrňujú sa sem všetky cementy a podobné hmoty, používané vo vodných suspenziách na výrobu injekčných zmesí. Veľmi jemné hydraulické spojivá a cementy majú veľkosť zrna d_{95} menšiu ako 20 μ m. Pri výbere hydraulického spojiva sa musí zohľadniť krivka zrnitosti spojiva vo vzťahu k rozmerom diskontinuit alebo pórov horniny, ktorá má byť injektovaná. Cementy podliehajú STN EN 197-1 a STN EN 197-2. Metódy skúšania cementov podliehajú STN EN 196-1.

Ílovité materiály - do cementových zmesí môžu byť zamiešané prírodné íly, aktivované alebo modifikované bentonity s cieľom zníženia odstoja a filtrácie pod tlakom, úpravy viskozity a súdržnosti zmesi, alebo zlepšenia čerpaceľnosti zmesi. Má byť známe mineralogické zloženie ílov, veľkosť zrn, prírodná vlhkosť a konzistenčné medze.

Piesky, štrky a plnivá -piesok a plnivá sa obvykle používajú do cementových injekčných zmesí alebo ílových suspenzií ako výplňový materiál, alebo na úpravu konzistencie zmesi, zvýšenie jej odporu proti vymývaniu alebo zlepšenie pevnosti a tuhosti. Používané piesky a plnivá musia mať známu krivku zrnitosti. Do zmesi sa môžu pridávať, iba ak neobsahujú škodlivé zložky.

Voda - používaná voda musí byť podrobená chemickému rozboru s dôrazom na obsah chloridov, síranov a organických látok a musí byť odsúhlasená na používanie. Musí spĺňať požiadavky uvedené v STN EN 1008.

Chemické látky a prísady - chemické zlúčeniny sa môžu na injekčné práce používať iba v prípade, ak vyhovujú predpisom na ochranu životného prostredia. Prísady sú organické alebo anorganické zlúčeniny, pridávané v malých množstvách počas miešania zmesi s cieľom úpravy vlastností a dosiahnutia vyžadovaných parametrov (viskozita, doba tuhnutia, stabilita, pevnosť, odpor, súdržnosť, priepustnosť) po zabudovaní. Prísadám ako sú superplastifikátory, prísadám zabraňujúcim odlučovaniu vody, prevzdušňovacím prísadám a iným sa venujú STN EN 934-1, STN EN 934-3, STN EN 934-4, STN EN 934-6 a ich skúšaniu súbor STN EN 480-1 až STN EN 480-14.

Injekčné zmesi sa rozdeľujú na suspenzie (zrnité alebo koloidné), roztoky (pravé alebo koloidné) a malty. Pri výbere zmesi sa musia zohľadniť tieto vlastnosti:

- reológia zmesi (viskozita, súdržnosť a pod.), doba tuhnutia, stabilita;
- veľkosť zrn;
- toxicita.

Hlavné parametre, ktoré definujú vlastnosti injekčných zmesí pred a po tuhnutí, sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Parametre charakterizujúce vlastnosti zmesí

	Roztoky	Suspenzie	Malty
Pred tuhnutím	doba tuhnutia, hustota, pH, povrchové napätie, doba spracovateľnosti, doba potrebná na vytvorenie povlaku, doba gelovania, viskozita, súdržnosť, tixotropia	doba tuhnutia, hustota, pH, krivka zrnitosti, viskozita, súdržnosť, medza tečenia, tixotropia, stabilita, schopnosť viazať vodu	doba tuhnutia, hustota, pH, krivka zrnitosti, viskozita, spracovateľnosť, schopnosť zadržať vodu
Po tuhnutí	tvrdnutie, konečná pevnosť, pH, tuhosť, odolnosť, zmrašťovanie, rozpínanosť, pevnosť v šmyku, vyžrážanie roztokov na báze kremičitanov	doba tvrdnutia, konečná pevnosť, tuhosť, odolnosť, zmrašťovanie, rozpínanosť, hustota, pevnosť v šmyku	doba tvrdnutia, konečná pevnosť, tuhosť, odolnosť, zmrašťovanie, rozpínanosť

Niektoré typy silikátových injekčných zmesí nie sú stabilné s časom a ich použitie musí byť dôkladne zvážené. Pred začiatkom injekčných prác sa musí zvážiť najmä dlhodobý vplyv roztokov na vlastnosti injektovanej horniny a okolité prostredie. Osobitná pozornosť sa musí venovať:

- toxicite jednotlivých zložiek zmesí na báze živíc;

- nebezpečenstvu rozriedenia injekčnej zmesi v podzemnej vode, čo môže viesť k predĺženiu doby tuhnutia alebo úplnému zastaveniu chemickej reakcie;
- toxicite akýchkoľvek látok, ktoré sa môžu uvoľňovať do podzemnej vody.

Suspenzie sú charakterizované:

- krivkou zrnitosti pevných častíc;
- pomerom obsahu voda/pevné častice;
- rýchlosťou sedimentácie a odstoja vody;
- schopnosťou udržať vodu pri filtrácii pod tlakom;
- reologickými vlastnosťami a zmenou správania suspenzie v čase.

Do úvahy treba vziať tendenciu pevných suspendovaných častíc na flokuláciu. Tendencia pevných častíc suspenzie na usadzovanie vo vode vplyvom gravitačných síl a tendencia suspenzie odlučovať vodu pod tlakom musí byť uvážená s ohľadom na povahu a vlastnosti injektovanej horniny. Koloidné ílové suspenzie majú byť tak pripravené, aby ílovité častice boli pred začatím injektovania riadne deflokulované a hydratované.

Malty, ktoré vykazujú veľké vnútorné trenie sa používajú na zhutňovacie injektovanie alebo na vyplňovanie dutín. Ich reologické správanie je obvykle charakterizované sadnutím kužeľa podľa Abramsa (podrobnosti sú uvedené v prílohe A.1 STN EN 12715). Na zhutňovacie injektovanie majú malty obsahovať najmenej 15 % jemných zŕn pod 0,1 mm.

Malty tečúce účinkom vlastnej tiaže sa obvykle používajú na zaplňovanie dutín väčších objemov, veľkých trhlín, otvorených puklín a dutín v zrnitých zeminách. Musia byť stabilné a ich reologické správanie je obvykle charakterizované vhodne zvoleným prietokovým viskozimetrom.

3.5 Prúdová injektáž

Vlastnosti stavebných hmôt musia byť v súlade s európskymi normami STN EN 447, STN EN 197-1, STN EN 934-1 a STN EN 1008.

Obvykle sa používa cementová suspenzia, ktorej vodný súčiniteľ má byť v rozpätí 0,5 až 1,5. Okrem cementu sa môžu používať aj iné hydraulické spojivá. Ak použitý cement nie je v súlade s STN EN 197-1, musia sa uskutočniť skúšky, ktorými sa preukáže súlad s požiadavkami technickej špecifikácie projektovej dokumentácie na dobu tuhnutia, pevnosti a trvanlivosti. Metódy skúšania cementu musia byť v súlade s STN EN 196-1.

Pozornosť sa musí venovať veľkosti častíc používaných hmôt, aby počas vykonávania prúdovej injektáže nedošlo k upchaniu dýz. Kritériá použiteľnosti a skúšanie vody musia byť v súlade s STN EN 1008.

Požiadavky na ďalšie materiály sú rovnaké ako v časti 3.4 týchto TKP.

4 Vykonávanie prác

4.1 Injektované horninové kotvy

4.1.1 Všeobecne

Na zhotovovanie injektovaných horninových kotiev platia požiadavky STN EN 1537. Vrty pre kotvy musia byť vyhlbené v predpísaných toleranciách. Priemer vrtu musí zaručiť predpísané krytie ťahadla v koreňovej dĺžke kotvy. Ak nie je stanovené inak, majú byť splnené tieto podmienky:

- závrtný bod má byť dodržaný s presnosťou 75 mm;
- sklon závrtu môže mať odchýlku od predpísanej osi vrtu najviac 2°; odchýlka sa má kontrolovať po odvrtaní 2 m vrtu;

- najväčšia odchýlka sklonu vrtu musí byť menšia ako 1/30 dĺžky kotvy; v niektorých geologických podmienkach je možné toto kritérium zmierniť;
- pre veľmi dlhé kotvy je potrebné preveriť možnosť nepriaznivého spolupôsobenia koreňov susediacich kotiev a v prípade potreby sprísniť maximálnu odchýlku vrtu oproti predošlým odsekom.

Spôsob vŕtania sa má voliť taký, aby spôsobil čo najmenšie zmeny základovej pôdy, alebo aby tieto zmeny boli priaznivé pre únosnosť kotvy. Pri vŕtaní v základovej pôde s napätou hladinou vody treba prijať osobitné opatrenia. Postupy, ktoré pôsobia proti pretlaku a výronom podzemnej vody spôsobujúcim zavalenie vrtu a erózii pri vŕtaní, osadzovaní a injektovaní, musia byť stanovené vopred a použité v nevyhnutných situáciách. Pri vysokej hladine podzemnej vody možno použiť ťažký výplach. Každá väčšia odchýlka od návrhu sa musí bez meškania ohlásiť spracovateľovi návrhu.

Pri osadzovaní kotevného ťahadla nesmie dôjsť k poškodeniu jeho jednotlivých častí a protikorózneho ochrany. Pred osadením kotevného ťahadla sa musí vrt skontrolovať či neobsahuje prekážky, či je vyčistený a preskúša sa správnosť jeho hĺbky.

4.1.2 Injektovanie

Úlohou injektovania je splnenie jednej alebo viacerých nasledujúcich funkcií:

- vytvoriť koreňovú dĺžku kotvy tak, aby kotva mohla preniesť vnášanú silu do okolitej základovej pôdy;
- chrániť kotevné ťahadlo proti korózii;
- spevniť základovú pôdu bezprostredne priliehajúcu ku koreňovej časti kotvy, aby sa zvýšila únosnosť kotvy;
- utesniť zeminu bezprostredne obklopujúcu koreňovú dĺžku kotvy, aby sa obmedzil únik injekčnej zmesi;

Na zabránenie straty injekčnej zmesi sa odporúča uskutočniť tieto opatrenia:

- skúšanie vrtu;
- predinjektovanie;
- injektovanie kotvy.

Skúšanie vrtu: Po vyhlbení vrtu alebo počas injektovania kotvy sa musí urobiť meranie, ktorým sa overí, že koreňová dĺžka kotvy je po zatusnutí injekčnej zmesi úplne vyplnená. Na tento účel sa aplikuje napr. vodná tlaková skúška, skúška úbytku injekčnej zmesi alebo tlakové injektovanie.

Vodná tlaková skúška sa obvykle uskutočňuje pomocou obturátora. Ak strata vody vo vrte alebo v koreňovej časti kotvy je za 10 minút menšia ako 5 l/min pri tlaku 0,1 MPa, nie je zvyčajne potrebné predinjektovanie vrtu.

Skúška úbytku injekčnej zmesi sa uskutočňuje v prípadoch, kedy nie je navrhnuté tlakové injektovanie koreňovej časti. Vrt sa pri skúške zaplní zmesou a pozoruje sa, či hladina zmesi nezapadá. Po poklese hladiny treba doliať injekčnú zmes a po postačujúcej stabilizácii hladiny vrt prevrátať a skúšku opakovať. Skúška sa robí buď na celej dĺžke vrtu, alebo len na votknutej dĺžke kotvy s použitím obturátora alebo paženia na voľnej dĺžke kotvy.

Tlakové injektovanie v koreňovej dĺžke kotvy sa obvykle uskutočňuje pri kontrolovanom vyťahovaní pažníc, alebo pomocou obturátora, alebo systémom opakovaného injektovania. Počas injektovania vyjadruje spotreba zmesi pri meraní tlaku výsledok injektovania. Na konci injektovania koreňovej časti možno overiť vplyv týchto opatrení na základovú pôdu nasledujúcimi fázami injektovania. Rýchly nárast injekčného tlaku ukazuje na dobrý účinok injektovania.

Predinjektovanie sa uskutočňuje zaplnením vrtu cementovou zmesou. V rozpukaných horninách alebo v tuhých až tvrdých súdržných sedimentoch obsahujúcich čiastočne otvorené pukliny a v priepustných sypkých zeminách sa zvyčajne používajú piesočnato-cementové injekčné zmesi. Po skončení

predinjektovania sa má vrt znova preskúšať a podľa potreby prevrtať a zopakovať predinjektovanie. V mäkkých horninách je dôležitý čas medzi začiatkom nárastu pevnosti injekčnej zmesi a začiatkom prevrtu. Nárast pevnosti zmesi sa musí sledovať, aby sa zabránilo vybočeniu z osi vrtu pri prevrte. Ak sa vodnou tlakovou skúškou zistí hydraulické prepojenie so susednou nepredpätou kotvou, nie je možné kotvu napínať skôr, než dôjde k zatvrdnutiu injekčnej zmesi. V zeminách je predinjektovanie potrebné, keď sa pri skúške vrtu ukáže, že zemina je veľmi priepustná alebo je injektovateľná veľkou rýchlosťou a malými tlakmi. Vo výnimočných prípadoch treba vyplniť voľné priestory v zemine ako súčasť plošného zlepšenia základovej pôdy. Tieto práce sa ale nemôžu považovať za súčasť obvyklých pracovných postupov pri kotvení.

Injektovanie kotvy sa musí uskutočniť čo najskôr po skončení vrtných prác. Pri injektovaní plniacou hadicou musí byť jej koniec trvale ponorený v injekčnej zmesi v celom úseku koreňovej dĺžky kotvy; v plnení sa musí pokračovať, kým nie je rovnaká konzistencia vytekajúcej a čerpanej zmesi. Injektovať sa má od spodného konca úseku. Pri vodorovných vrtoch a vrtoch smerujúcich nad vodorovnú rovinu sa na zabránenie únikov zmesi musí použiť tesnenie alebo obturátor. Na zabránenie vzniku dutín v injektovanom úseku kotiev s malým odklonením od vodorovného smeru je vhodné použiť viacfázové injektovanie, pričom kotevný systém musí byť vybavený zodpovedajúcim spôsobom na opakované injektovanie. Ak je potrebné eliminovať prenášanie sily z koreňovej časti do voľnej dĺžky kotvy alebo na rubovú stranu konštrukcie, môže sa použiť niektoré z nasledujúcich opatrení:

- vypláchnutie injekčnej zmesi za rubom konštrukcie;
- nahradenie injekčnej zmesi vo voľnej dĺžke kotvy materiálom, ktorý neprenesie žiadne zaťaženie;
- osadenie obturátora na horný koniec koreňa.

Na zvýšenie odporu koreňa kotvy proti vytiahnutiu sa môže použiť viacfázové injektovanie. Pritom sa do zeminy vtlačia ďalšia injekčná zmes a zväčšuje sa normálové napätie v škáre medzi základovou pôdou a injekčnou zmesou. Toto injektovanie možno uskutočniť pred alebo po osadení kotevného ťahadla.

Proti prítoku vody s napätou hladinou sa zvyčajne pôsobí pretlakom hladiny injekčnej zmesi vo vrte, alebo predinjektovaním zeminy z vonkajšej strany vrtu nezávisle na veľkosti prítoku podzemnej vody.

4.1.3 Napínanie

Pravidelne používané napínacie zariadenia a silomery musia byť kalibrované v intervaloch najviac 6 mesiacov. Na stavbe musí byť vždy k dispozícii potvrdenie o kalibrácii. Napínacie zariadenie pre tyčové a pramencové kotvy musí napínať kotevný zväzok ako jeden celok. Napínacie zariadenia, ktoré napínajú jednotlivé pramence, musia byť vybavené takým meracím zariadením, ktoré v ľubovoľnom okamžiku určí celkovú silu v kotevnom zväzku. V ostatných prípadoch možno robiť presné odtrhové skúšky.

Ak si konštrukcia vyžaduje určitý spôsob napínania alebo postupné priťažovanie, musí to byť stanovené v návrhu. Pred začiatkom každého napínania musí byť detailne určený postup napínania a vedenie záznamov. Napínanie alebo skúšky sa nemajú robiť pred zatvrdnutím injekčnej zmesi v koreňovej časti, t. j. skôr ako po 7 dňoch. V citlivých jemnozrnných zeminách je vhodné stanoviť čas medzi osadením kotvy a jej napínaním ako minimálny, kedy môže zemina konsolidovať a regenerovať. Počas skúšania alebo napínania nesmie zovretie ťahadla spôsobiť zárezy na ťahadle pod hlavou kotvy a nesmie dôjsť k žiadnemu poškodeniu protikorozynej ochrany.

Príklady protokolov zhotovenia, napínania a kontrolnej skúšky kotvy sú v prílohách 1, 2 a 3 týchto TKP.

4.2 Mikropilóty

4.2.1 Všeobecne

Na zhotovovanie mikropilót platia požiadavky STN EN 14199. Všetky typy mikropilót sa zhotovujú podľa dokumentácie a technologického predpisu, schváleného objednávatelom. Mikropilóty sa

skladajú vo všeobecnosti z hlavy, ktorou sú spojené s hornou konštrukciou, voľnej dĺžky a koreňovej časti. Únosnosť mikropilót býva obyčajne zlepšená injektovaním koreňovej časti. Technológia mikropilót musí umožniť ich zhotovenie v daných geotechnických pomeroch a v požadovanej kvalite. V technologickom predpise, ktorý je v súlade s dokumentáciou stavby, musí zhotoviteľ dokladovať:

- metódu a geometriu vŕtania alebo razenia;
- druh a rozmery mikropilóty;
- druh, zloženie a vlastnosti injekčnej zmesi;
- údaje o materiáloch k výrobe injekčnej zmesi;
- opatrenia na zamedzenie neprípustných deformácií;
- spôsob protikorózneho ochrany mikropilóty;
- spôsob kontroly a skúšanie, údaje o monitoringu.

Záznam o zhotovení mikropilóty dokladuje zhotoviteľ formulárom, ktorý je v prílohe 4 a 5 týchto TKP.

Na zhotovenie mikropilót sú potrebné tieto zariadenia:

- vrtné súpravy a mechanizmy na razenie;
- zdvíhacie mechanizmy na osadzovanie mikropilót;
- zariadenia na miešanie a dávkovanie zmesí;
- čerpadlá;
- injekčné rúrky a prírodný potrubný systém;
- obturátory;
- zariadenia na monitorovanie a skúšanie.

4.2.2 Vŕtanie

Použité môžu byť tieto metódy vŕtania:

- rotačné vŕtanie;
- príklepové (nárazové) vŕtanie;
- hĺbenie vrtu dlátom alebo kalovkou;
- CFA technológiou (kontinuálne vŕtanie);
- kombináciou uvedených metód.

Na zhotovenie vrtu v nestabilných horninách je potrebný:

- vrtný výplach, výplachové zmesi alebo peny;
- dočasné zapaženie výpažnicou;
- vŕtanie s pretlakom výplachu v prípade tlakovej podzemnej vody.

Vrtný výplach môže byť vzduchový, vodný, ílový, ílovocementový alebo penový.

Pred osadením mikropilóty sa vrt skontroluje, či neobsahuje prekážky, je vyčistený a má potrebnú hĺbku. V zeminách, ktoré sú objemovo nestále, je potrebné vložiť a zainjektovať mikropilótu bezprostredne po dohlbení vrtu. Zaplnenie vrtu zálievkou sa vykoná vzostupne pomocou plastovej rúrky. Vlastnosti a zloženie zálievky musia byť náležite zdokumentované.

4.2.3 Razenie

Metóda razenia sa zvolí v závislosti od vlastností horninového prostredia a ochrany životného prostredia. Na zhotovenie mikropilót sa používa v súlade s STN EN 12699:

- baranenie;
- vibrovanie;
- zatlačovanie;
- skrutkovanie;
- kombinácia uvedených metód.

4.2.4 Injektovanie koreňa mikropilóty

Mikropilóta prenáša prostredníctvom injektovaného koreňa silu do horninového prostredia; injektáž zároveň chráni koreňovú časť pred koróziou, spevňuje a utesňuje horninové prostredie v bezprostrednom okolí. Zaplnenie vrtu injektážnou zmesou sa má vykonať čo najskôr po skončení vrtných prác podľa článku 4.1.2.

4.2.5 Prípustné smerové a výškové odchýlky

Prípustné smerové a výškové odchýlky:

- smerová a výšková odchýlka návrtného bodu $\leq 0,05$ m;
- odchýlka od predpísanej (teoretickej) osi vrtu:
 - pre vertikálne mikropilóty maximálne 2 % dĺžky;
 - pre subvertikálne (so sklonom viac ako 14 stupňov) maximálne 4 % dĺžky;
 - pre uklonené mikropilóty so sklonom väčším ako 14 stupňov maximálne 6 % dĺžky;
- polomer zakrivenia ≥ 200 m;
- maximálna uhlová odchýlka v mikropilótovom spoji 1/150 radiánu.

Okrem týchto odchýlok platia pre mikropilóty nasledujúce medzné odchýlky:

- hĺbka vrtu a dĺžka mikropilóty 200 mm;
- osadenie výstuže v priečnom smere 20 mm;
- objemová hmotnosť zaličky a injekčnej zmesi 2 %;
- spotreba injekčnej zmesi 10 %.

4.3 Injektovanie

4.3.1 Všeobecne

Na zhotovovanie injektovania platia požiadavky STN EN 12715. Injektovanie sa používa v jemnozrnných aj hrubozrnných zeminách s cieľom spevniť horninové prostredie, v skalných horninách a hrubozrnných zeminách s cieľom znížiť jeho priepustnosť a vo všeobecnosti aj za účelom zmenšiť deformácie stavebných objektov alebo horninového prostredia a pri sanáciách environmentálnych záťaží a murovaných konštrukcií. Zvolená technológia injektáže musí umožniť jej vykonanie v daných geotechnických pomeroch a v požadovanej kvalite. V technologickom predpise, ktorý je v súlade s dokumentáciou stavby musí zhotoviteľ dokladovať:

- metódu a geometriu vŕtania;
- metódu injektovania;
- druh, zloženie a vlastnosti injekčnej zmesi;
- údaje o materiáloch k výrobe injekčnej zmesi;

- opatrenia na zamedzenie neprípustných deformácií;
- spôsob kontroly a skúšanie, údaje o monitoringu.

Na uskutočnenie injekčných prác sú potrebné tieto zariadenia:

- vrtné súpravy a mechanizmy na vŕhanie;
- zariadenia na miešanie a dávkovanie zmesí;
- čerpadlá;
- injekčné rúrky a prívodný potrubný systém;
- obturátory;
- zariadenia na monitorovanie a skúšanie.

4.3.2 Vŕtanie

Použité môžu byť tieto metódy vŕtania:

- rotačné vŕtanie;
- príklepové (nárazové) vŕtanie;
- hĺbenie vrtu drapákom, dlátom alebo kalovkou;
- vŕhanie injekčných rúrok so strateným hrotom;
- zavibrovanie výpažníc alebo vrtných tyčí;
- kombinácia uvedených metód.

Na zhotovenie celej dĺžky vrtu v nestabilných horninách môže byť potrebné:

- vrtný výplach, výplachové zmesi alebo peny;
- dočasné zapaženie výpažnicou;
- priame zavedenie manžetových injekčných rúrok;
- postupná stabilizácia počas vŕtania.

Ak sa očakáva pretlak artézskej vody, môže sa vyžadovať vŕtanie s pretlakom.

Na vŕtanie sa musí zvoliť taký druh výplachu a taká technológia vŕtania, ktoré nebudú negatívne ovplyvňovať nasledujúce injektovanie.

Podľa potreby sa musí upraviť orientácia a vzájomné vzdialenosti injekčných vrtov. Nepriechodné vrty a vrty s neprijateľnými odchýlkami sa musia nahradiť novými injekčnými vrtmi.

Ak injektovanie nenasleduje ihneď po vyčistení vrtu, ústie otvorených vrtov musí byť chránené pred možným znečistením.

Po skončení vŕtania musia byť otvorené vrty v skalných horninách vypláchnuté tak, aby boli uvoľnené trhliny a pukliny. Tento úkon sa nesmie uskutočniť v prípade, ak by výplach mohol negatívne ovplyvniť vlastnosti horniny.

4.3.3 Príprava injekčnej zmesi

Počas skladovania, spracovania a dodávky sa musí zamedziť znečisteniu injekčných zmesí. Skladovanie namiešanej injekčnej zmesi v zásobníkoch musí byť zabezpečené pred výrazným ovplyvnením reologických a iných vlastností zmesí.

Ak zmesi obsahujú bentonit, tento musí byť hydratovaný pred primiešaním spojiva.

Na dávkovanie jednotlivých zložiek zmesi sa musia použiť kalibrované meracie zariadenia v súlade s toleranciami pre jednotlivé pracovné úkony. Použité zariadenie na miešanie musí zabezpečiť

homogenitu zmesi. Na zabezpečenie nepretržitej dodávky zrnitej injekčnej zmesi sa medzi miešacie zariadenie a čerpadlo má umiestniť domiešavač. V domiešavači má byť zmes udržiavaná v pohybe tak, aby sa zabránilo jej predčasnému tuhnutiu.

4.3.4 Čerpanie a dodávka zmesi

Celý injekčný systém vrátane čerpadiel musí byť zostavený v súlade s navrhnutou injekčnou technológiou. Pri výbere injekčných čerpadiel sa má zvážiť:

- možnosť zmeny v množstve dodávanej zmesi;
- výkon, umožňujúci čerpať dostatočné množstvo zmesi alebo dosiahnuť dostatočný tlak v danom časovom úseku;
- regulácia rýchlosti sýtenia;
- odolnosť čerpadla proti abrazivite injekčnej zmesi;
- náročnosť čistenia a údržby;
- priemery ventilov, ktoré zodpovedajú viskozite injekčného média.

Injekčný tlak má byť meraný čo najbližšie k injektovanému miestu.

Injekčný systém musí tlmiť rázy injekčných tlakov tak, aby sa minimalizovalo nebezpečenstvo vzniku trhlin v hornine (napr. klakáž), ktoré nebolo plánované.

Ak je miešacie centrum ďaleko od miesta injektovania, treba zvážiť umiestnenie medziľahlej jednotky na posilnenie dodávky zmesi. Potrubné alebo hadicové vedenia injekčnej zmesi musia odolávať maximálnemu injekčnému tlaku. Priemer potrubí musí umožniť dostatočne vysokú rýchlosť prúdenia zmesi tak, aby nedošlo k separácii zmiešaných komponentov v suspenzii. Ak sa používajú manžetové injekčné rúrky, po každej injekčnej fáze ich treba riadne vyplachovať.

Suspenzia (príp. roztoky ktoré majú sklon k separácii) sa musí udržiavať v pohybe až do chvíle injektovania, aby sa zabránilo sedimentácii zložiek.

4.3.5 Ukladanie zmesi

Spôsob ukladania zmesi ovplyvňujú geologické pomery, požiadavky na uskutočnenie prác a typ injekčnej zmesi. Používajú sa tieto základné spôsoby:

1. injektovanie v nezapaženom vrte v stabilnej hornine;
2. injektovanie pomocou manžetových rúrok osadených do dočasne zapaženého vrtu v nestabilnej hornine;
3. injektovanie cez vrtné sútyče v nestabilnej hornine; obvykle sa tento postup aplikuje ako prípravná etapa injekčných prác, za ktorou nasledujú postupy podľa bodu 1 alebo 2;
4. zhutňovacie injektovanie sa obvykle uskutočňuje cez priebežne vytáňovanú výpažnicu z vrtu pri vzostupnom injektovaní.

Všeobecné postupy pri injektovaní zemín a skalných hornín sú zhrnuté v tabuľke 4, kde pojem etáž je definovaný ako predurčená dĺžka injektovania ohraničená rozpätím dvojitého obturátora, alebo vzdialenosťou jednoduchého obturátora od dna (počvy) vrtu.

Injektovanie zemín sa môže uskutočňovať pomocou výpažníc, injekčných púzdiel, perforovaných výpažníc a manžetových rúrok. Manžetové injekčné rúrky, ktoré sú v hornine trvale upnuté zálievkou, umožňujú opakované injektovanie. V zeminách treba susedné manžetové injekčné rúrky vyplachovať, aby sa zabránilo ich znehodnoteniu injekčnou zmesou.

Veľké podzemné priestory (dutiny, kaverny) sa vyplňujú účinkom vlastnej gravitácie zmesi priamo, alebo plnením betonárskymi rúrami osadenými na dno vyplňovaného priestoru.

Tabuľka 4 Princípy realizácie injektovania

	Skalné horniny				Zeminy		
	Stabilné	Nestabilné					
	Otvorený vrt	Manžetová injekčná rúrka	Vrtná tyč		Manžetová injekčná rúrka	Injekčná rúrka so strateným hrotom alebo výpažnicou	
jedna etáž	X		X	X		X	
viac etáží		X			X		
vzostupné etáže	X	X	X	X	X	X	
zostupné etáže		X	X		X	X	

Na vymedzenie injekčnej etáže sa používajú obturátory, ktoré sa delia na pasívne, mechanické a pneumatické. Musia byť dostatočne dlhé, aby sa minimalizovalo nebezpečenstvo ich obtekania zmesou cez injektovanú horninu. Obturátory musia zabezpečiť dôkladné utesnenie medzi stenou injekčného vrtu a injekčnou rúrkou pri minimálnom tlaku. Ak sa zistí obtekanie obturátora (najmä pri vzostupnom injektovaní), má byť nasadené zariadenie na vymývanie preniknutej zmesi.

Maximálna dĺžka etáže v skalných horninách nemá obvykle presiahnuť 10 m. V silne rozpukaných alebo porušených skalných horninách sa táto dĺžka primerane upraví. V zeminách nemajú etáže presahovať dĺžku 1 m.

V situáciách, kde je známe alebo predpokladané prúdenie podzemnej vody, má sa zabrániť rozplaveniu alebo úplnej strate zmesi. V závislosti od geologických podmienok, účelu injektovania a rýchlosti prúdenia podzemnej vody sa majú prijať tieto opatrenia:

- použiť injekčnú zmes s krátkou dobou tuhnutia alebo zmesi s okamžitým nábehom tuhnutia;
- použiť zmesi s vysokou viskozitou a/alebo zmesi s vysokým obsahom pevných častíc;
- použiť aditíva na obmedzenie rozplavovania zmesi.

Injekčné parametre (tlak, objem zmesi a rýchlosť sýtenia) sa musia tak upraviť, aby nedochádzalo k pretvoreniu v hornine, pokiaľ to nie je zámerom injektovania. Osobitnú starostlivosť treba venovať práci v blízkosti objektov citlivých na deformácie.

Rýchlosť sýtenia pri uskutočňovaní prienikovej injektáže závisí od veľkosti otvorov v hornine a od viskozity zmesi.

Počas ukladania a spracovávaní zmesi a jej zložiek sa musia prijať opatrenia, zamedzujúce únik hmôt, obzvlášť treba zabrániť únikom akýchkoľvek kvapalín alebo zmesi mimo staveniska.

4.3.6 Postupy pri injektovaní

Navrhovanie injekčných prác je interaktívny proces, ktorý prebieha počas celého procesu injektovania a na stavbe si vyžaduje dôsledné riadenie. Rozhodnutia o zmenách v technologických postupoch alebo parametroch stanovených projektovou dokumentáciou a definovaným technologickým predpisom, ako aj rozhodnutia a pokračovanie alebo skončení injekčných prác musia byť prijaté všetkými zúčastnenými stranami.

Princíp zostupnej injektáže sa obvykle používa v nestabilných horninách. Ak sa týmto spôsobom injektuje viac vrtov v skupine, najprv sa injektuje najvyššia etáž vo všetkých vrtoch, až potom sa pristúpi k vrtaniu a injektovaniu nižších etáží okolitých vrtov.

Vzostupné injektovanie sa používa iba v otvorených vrtoch v stabilných horninách, alebo ak sa robí zhutňovacie injektovanie.

Injektovanie vo viacerých etážach s použitím manžetových injekčných rúrok sa obvykle používa v zeminách a niekedy v nestabilných skalných horninách. Možné sú aj kombinácie uvedených postupov injektovania.

Metóda uskutočňovania injektovania v poradiach, kedy sa najprv vrtajú a injektujú vrty prvého poradia, potom nasleduje druhé poradie vrtov, ktoré sú umiestnené medzi vrtmi prvého poradia, podobne tretieho alebo štvrtého poradia sa môže použiť na obmedzenie rovnomerného rozmiestnenia vrtov, alebo naopak na zahustenie injekčných vrtov v miestach, kde sa počas injekčných prác zistila zvýšená potreba vrtov. Vzájomná vzdialenosť vrtov v prvom poradí musí byť určená na základe skúsenosti alebo pokusných injekčných prác. Pri metóde injektovania v poradiach treba najprv injektovať vybraný vrt ako vrt prieskumný za predpokladu, že na danej lokalite nebolo robené pokusné injektovanie.

Aby sa zabránilo únikom injekčnej zmesi do strán mimo priestor určený na injektovanie, injekčné práce treba začať po obvode príslušnej oblasti a postupne pokračovať smerom k jej stredu. Tento postup sa nemá aplikovať tam, kde je nebezpečenstvo uzatvorenia podzemnej vody, alebo kde je cieľom prác vytlačiť vodu z injektovanej oblasti.

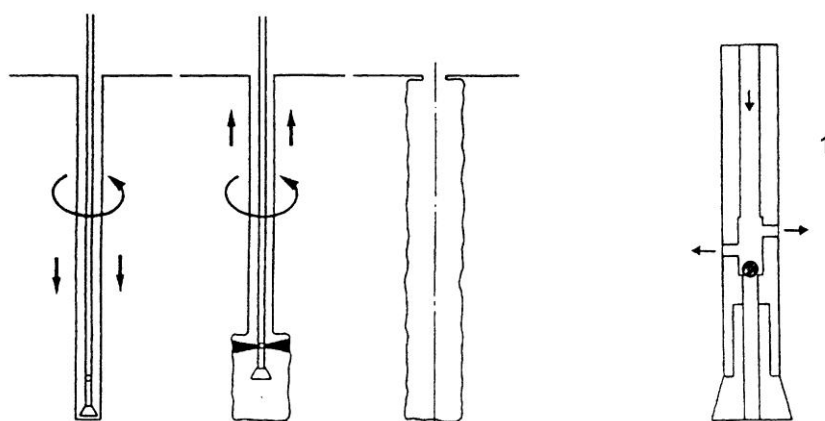
4.4 Prúdová injektáž

Na zhotovovanie prvkov prúdovej injektáže platia požiadavky STN EN 12176. Uskutočňovanie prúdovej injektáže si vyžaduje znalosti a skúsenosti s touto technológiou. Zhotovovanie sa zvyčajne člení na tieto pracovné úkony:

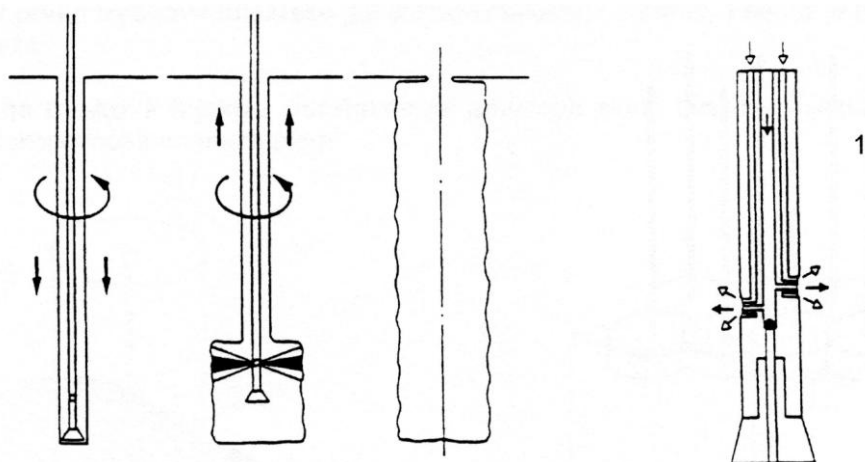
- zhotovenie vrtu vopred stanovenej dĺžky;
- zavedenie monitoru spojeného s vrtným sútyčím pre prúdovú injektáž na dno vrtu; tento pracovný krok odpadá, ak je monitor namontovaný na sútyčie používané pri vrtaní;
- tryskanie média rozrušujúceho štruktúru zeminu a s pomocou spojiva spevňujúceho zeminu pri súčasnom vyťahovaní a otáčaní sútyčia s vopred stanovenými hodnotami pre rýchlosť vyťahovania a otáčania, pre tlak a prietok každého média.

Zhotovenie jedného prvku prúdovej injektáže sa uskutočňuje niektorým z nasledujúcich systémov:

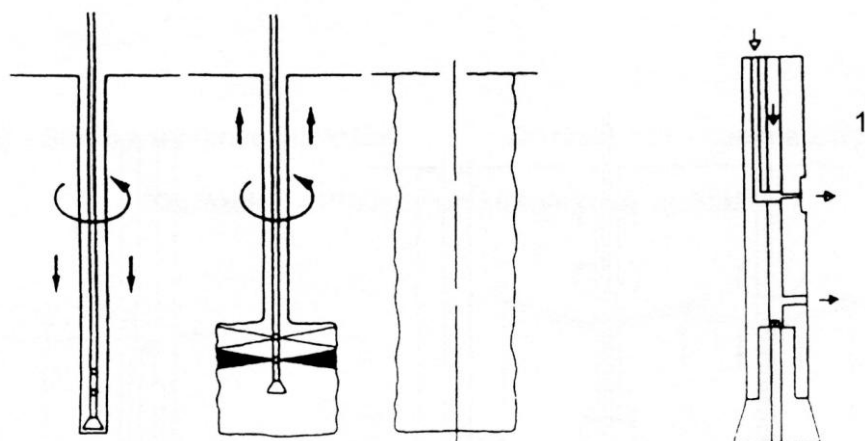
- jednofázový systém: pri ktorom rozrušovanie zeminu ako aj jej spevnenie sa dosiahne jedným médiom s vysokou mechanickou energiou, obyčajne lúčom cementovej suspenzie (obrázok 1);
- dvojfázový (vzduchový) systém (obrázok 2);
- dvojfázový (vodný) systém (obrázok 3);
- trojfázový systém (obrázok 4).



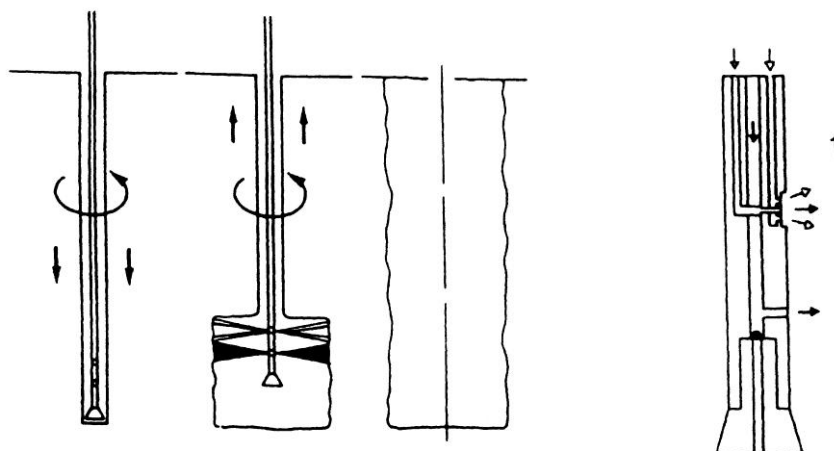
Obrázok 1 Jednofázový systém prúdovej injektáže
1 – monitor



Obrázok 2 Dvojfázový (vzduchový) systém prúdovej injeckáže
1 - monitor



Obrázok 3 Dvojfázový (vodný) systém prúdovej injeckáže
1 - monitor



Obrázok 4 Trojfázový systém
1 – monitor

4.4.1 Technológia zhotovovanie lamiel prúdovej injektáže

Jednotlivé pracovné postupy musia byť v súlade s postupmi vytvárania pilierov prúdovou injektážou s tým rozdielom, že vrtné sútyčie sa pri vyťahovaní neotáča; alternatívne sútyčie osciluje vo vodorovnom smere o určitý, relatívne malý uhol.

4.4.2 Technologický postup (TchP)

Pred začiatkom zhotovovania prúdovej injektáže má byť predložený technologický opis pracovných postupov (v prípade 3. geotechnickej kategórie povinnosť), ktoré má obsahovať tieto údaje:

- označenie, cieľ a rozsah použitia prúdovej injektáže;
- opis základovej pôdy;
- vyžadovaný tvar prvkov prúdovej injektáže;
- navrhnutý systém prúdovej injektáže;
- technologický predpis s vyžadovanými parametrami prúdovej injektáže;
- použité hmoty;
- opatrenia zamedzujúce nedovolené sadanie alebo dvíhanie;
- požiadavky na pracovný priestor a zariadenie staveniska;
- nakladanie s vyplaveným materiálom;
- údaje na kontrolu kvality prác v súlade so zmluvou o dielo;
- postupy týkajúce sa prípadného prerušenia prác;
- možnosti zmien parametrov prúdovej injektáže v priebehu prác;
- skúšobné metódy;
- dokumentovanie prác.

Obvykle používané rozsahy parametrov prúdovej injektáže rôznych systémov uvádza tabuľka 5.

Tabuľka 5 Informatívne parametre prúdovej injektáže

Parametre prúdovej injektáže	Jednofázový systém	Dvojfázový systém (vzduchový)	Dvojfázový systém (vodný)	Trojfázový systém
tlak na čerpadle injekčnej zmesi (MPa)	30 – 50	30 – 50	> 2	> 2
prietok injekčnej zmesi (l/min.)	50 – 450	50 – 450	50 – 200	50 – 200
tlak vody (MPa)	*	*	30 – 60	30 – 60
prietok vody (l/min.)	*	*	50 – 150	50 – 150
tlak vzduchu (MPa)	*	0,2 – 1,7	*	0,2 – 1,7
množstvo vzduchu (m ³ /min.)	*	3 – 12	*	3 – 12
Poznámky: * – nepoužíva sa Najnovšie zariadenia pre prúdovú injektáž umožňujú používať tlaky do 70 MPa a prietochné množstvo do 650 l/min.				

4.4.3 Stroje a zariadenia

Zariadenie na prúdovú injektáž obsahuje:

- vrtnú súpravu;

- vrtnú súpravu na prúdovú injekť, vybavenú vrtným sútyčím na prúdovú injekť, monitorom a zariadením na pohon sútyča;
- miešacie a čerpacie zariadenia;
- vysokotlakové potrubie spájajúce vysokotlakové čerpadlo s vrtnou súpravou;
- zariadenia na meranie tlaku, prietochnej rýchlosti a množstva, rýchlosti otáčania a posunu, ako aj okamžitej hĺbkovej polohy monitoru.

Vrtné sútyče na prúdovú injekť musí byť prispôsobené rôznym systémom zhotovovania:

- pre jednofázový systém: jeden kanál, ktorým sa privádza cementová suspenzia pod vysokým tlakom k monitoru;
- pre dvojfázový systém: dva oddelené kanály na transport oboch médií k monitoru;
- pre trojfázový systém: tri oddelené kanály na transport všetkých troch médií k monitoru.

Miešacia a čerpacia stanica má s ohľadom na rôzne systémy tieto zložky:

- jednofázový systém: skladovacie zariadenie na cement a ďalšie stavebné hmoty, aktivačná miešačka, domiešavač, vysokotlakové čerpadlo;
- dvojfázový systém (vzduchový): ako jednofázový systém a navyše vzduchový kompresor;
- dvojfázový systém (vodný): ako jednofázový systém a navyše vysokotlakové čerpadlo na tryskanie vody a čerpadlo injekčnej zmesi;
- trojfázový systém: ako dvojfázový systém (vodný) a navyše vzduchový kompresor.

4.4.4 Prípravné práce

Každý vrt musí byť zameraný a označený. K dispozícii má byť odpadové hospodárstvo na zhromažďovanie a odvoz vyplaveného materiálu. Pri zhotovovaní vodorovných prvkov prúdovej injekty musia byť prijaté vhodné opatrenia na zabezpečenie čelby pre vrtu.

Pred začatím prúdovej injekty sa musia overiť údaje o technickom stave a tvare susedných stavebných objektov.

4.4.5 Vrtanie

Vrtanie môže byť na vzduchový, vodný alebo hustý výplach, alebo na výplach tvorený injekčnou zmesou alebo penou. Podľa potreby sa vrtu pažia.

Ak je vrt nestabilný, alebo sa zistia významné straty výplachu, alebo geotechnické vlastnosti základovej pôdy neumožňujú dokonalé vyplachovanie vrtu, musia sa prijať primerané opatrenia.

Odchýlka ústia vrtu od jej teoretickej polohy musí byť menšia ako 50 mm, pokiaľ nie je v projektovej dokumentácii stanovené iné kritérium. Odklon osi vrtu od svojej teoretickej polohy má byť pri hĺbke vrtu do 20 m menej ako 2 % hĺbky vrtu. Pri väčších hĺbkach môžu byť stanovené odlišné tolerancie.

Medzikružie medzi stenou vrtu a vrtným sútyčím musí umožniť voľný odtok vyplaveného materiálu.

Ak sa pri vrtaní vyskytnú v podloží neočakávané prekážky, treba prijať primerané opatrenia, aby sa pri tryskaní zabránilo nežiaducim efektom.

4.4.6 Tryskanie

Práce spojené s prúdovou injekťou môžu vykonávať len osoby so zodpovedajúcim vzdelaním a skúsenosťami.

Pri zhotovovaní stien z lamiel prúdovej injekty majú byť susedné prvky odchýlené od roviny steny, aby nastalo dokonalé spojenie medzi susednými lamelami. Smer tryskania musí byť dôsledne kontrolovaný.

Pri podchytávaní prúdovou injektážou musí byť zabezpečený priamy kontakt medzi hornou plochou piliera prúdovej injektáže a základovou škárou podchytávaného základu.

Medzi hornou dýzou a povrchom terénu treba dodržať dostatočnú vzdialenosť, aby nenastalo lokálne porušenie základovej pôdy. Táto vzdialenosť má byť pri zvislých vrtoch od 0,5 m až po 2,0 m pri vodorovných vrtoch; v prípade vhodnej ochrany povrchu terénu môže byť táto vzdialenosť zmenšená.

Pri horizontálnej prúdovej injektáži musí byť ústie vrtu ihneď po skončení tryskania uzatvorené.

Ak sa po prerušení prác začne znova tryskať, musia sa prijať primerané opatrenia na zabezpečenie kontinuity prvkov prúdovej injektáže.

4.4.7 Vyplavený materiál

V priebehu tryskania sa musí neustále sledovať množstvo a prietok vyplaveného materiálu z ústia vrtu. Môžu sa tiež kontrolovať niektoré fyzikálne a chemické vlastnosti vyplaveného materiálu.

Keď sa počas tryskania spozoruje nezvyčajné správanie vyplaveného materiálu, treba preskúšať parametre prúdovej injektáže. V prípade neočakávaného zmenšenia prietoku vyplaveného materiálu sa musí ihneď zistiť a odstrániť príčina, pretože to môže signalizovať upchatie medzikružia vo vrte.

4.4.8 Vkladanie výstuže

Výstuž sa musí vkladať do čerstvého materiálu prúdovej injektáže v priebehu tryskania alebo bezprostredne po skončení tryskania. Výstuž sa tiež môže vkladať do vrtov vyhlbených do stvrdnutého prvku prúdovej injektáže.

5 Skúšanie a preberanie prác

5.1 Injektované horninové kotvy

5.1.1 Všeobecne

Na vykonávanie skúšok kotiev platia požiadavky STN EN 1537. Rozlišujú sa tri druhy zaťažovacích skúšok na stavbe:

- typová skúška;
- preukazná skúška;
- kontrolná skúška.

Typová skúška sa po dohode účastníkov výstavby môže považovať za preukaznú skúšku. Výsledkom typových skúšok je stanovenie:

- odporu proti vytiahnutiu kotvy R_a na styku medzi základovou pôdou a koreňovou časťou;
- kritického zaťaženia na medzi tečenia kotevného systému, alebo
- charakteristiky tečenia kotevného systému pri zaťažovaní až do porušenia, alebo
- úbytku napínacej sily v kotevnom systéme na hranici medzného stavu spôsobilosti P_0 ;
- výpočtovej voľnej dĺžky ťahadla L_{app} .

Typové skúšky sa majú uskutočniť vtedy, keď sú kotvy použité v základových pomeroch kde doteraz neboli uskutočnené žiadne typové skúšky, alebo kde budú v známych základových pomeroch inštalované kotvy s vyšším zaťažením ako doteraz. Kotva musí byť zaťažovaná až do porušenia (R_a) alebo až po skúšobnú silu (P_p), pričom sa musí zvoliť menšia z hodnôt $0,80 P_{tk}$ (medza pevnosti kotevného ťahadla) alebo $0,95 P_{t0,1k}$ (únosnosť kotevného ťahadla pri napätí spôsobujúcom 0,1 % trvalého pretiahnutia).

Preukaznými skúškami sa pre príslušný meraný prípad overuje:

- preukázanie únosnosti kotvy pri skúšobnom zaťažení P_p ;

- veľkosť tečenia alebo úbytku napínacej sily kotevného systému až po skúšobné zaťaženie;
- výpočtová voľná dĺžka ťahadla L_{app} .

Keď preukaznej skúške predchádzali typové skúšky, preukazná skúška potvrdí dodržanie dovolených hodnôt medze tečenia, alebo úbytok napínacej sily pri skúšobnom zaťažení a zaručenú silu na ďalšie kontrolné skúšky, alebo kritickú silu na medzi tečenia.

Ak preukaznej skúške nepredchádzali typové skúšky a nie sú k dispozícii žiadne výsledky typových skúšok v podobných základových podmienkach, potvrdia preukazné skúšky vyžadované vlastnosti a stanovia kontrolné kritériá na prijateľnú mieru tečenia alebo úbytok napínacej sily pri skúšobnom zaťažení pri kontrolných skúškach, alebo určia kritickú silu na medzi tečenia.

Kontrolnými skúškami sa pre každú kotvu potvrdzuje:

- preukázanie únosnosti kotvy pri skúšobnom zaťažení;
- v prípade potreby veľkosť medze tečenia alebo úbytok napínacej sily kotevného systému na hranici medzného stavu použiteľnosti;
- potvrdiť, že zaručená sila zodpovedá navrhutej veľkosti zaťaženia po odrátaní trenia;
- výpočtová voľná dĺžka ťahadla L_{app} .

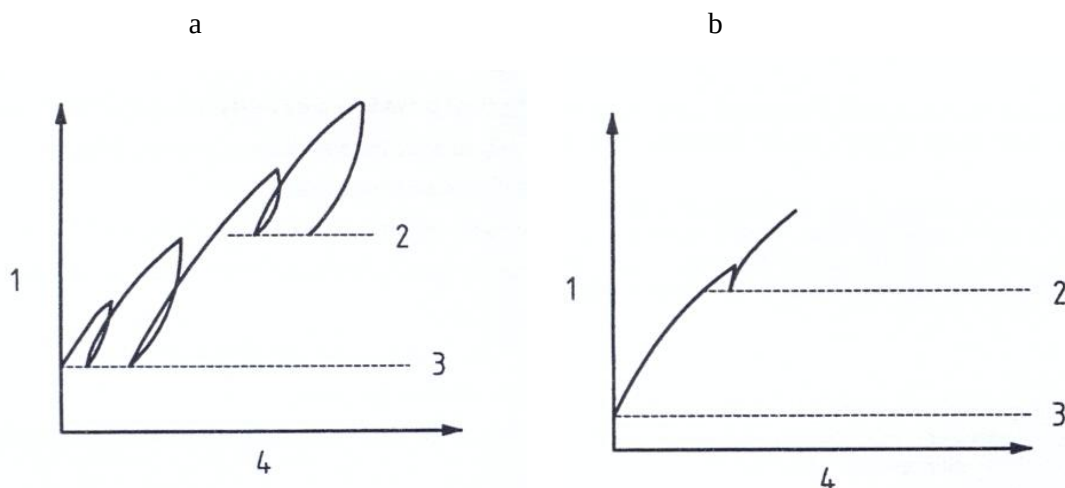
Každá systémová kotva musí byť podrobená kontrolnej skúške.

V situáciách, kde je protikoróznou ochranou kotvy injektovanie vrtu, sa musí pred injektovaním uskutočniť skúška, ktorá zahŕňa úplné vyplnenie protikorózneho obalu kvalitnou injekčnou zmesou.

Pri skúške, keď sa v časových intervaloch overuje veľkosť tečenia, musí byť presnosť merania posunu do 0,05 mm. Keď veľkosť tečenia nie je rozhodujúca, musí byť presnosť merania posunu do 0,5 mm. Prístroje na meranie posunov a veľkosti tečenia musia mať presnosť odčítania 0,01 mm.

Meranie kotevnej sily sa musí robiť hydraulickými, elektrickými alebo mechanickými meracími prístrojmi, ktorých presnosť merania je vyššia ako 2% z max. skúšobného zaťaženia. Meradlá na meranie úbytku napínacej sily musia mať presnosť odčítania najmenej 0,5 % skúšobného zaťaženia.

Predťaženie P_a , s ktorým sa začína meranie na kotve, býva zvyčajne 10 % skúšobného zaťaženia. Vyššie predťaženie je prípustné po cykloch, kedy sa vyskytlo nezvyčajne veľké pretiahnutie (pozri obrázok 5).



Obrázok 5 Zaťažovanie kotvy pri vyššom predtážení
a – pri napínaní v cykloch; b – pri napínaní bez cyklov
1 – kotevná sila (P), 2 – zvýšené predtáženie, 3 – predtáženie P_a , 4 – posun

Ak nie je prekročená medzná hodnota tečenia alebo medzný pokles sily, najvyššia zaručená sila P_0 sa stanoví ako $0,60 P_{tk}$.

Výpočtová voľná dĺžka ťahadla L_{app} sa vyráta z merania predĺženia Δs kotevného ťahadla k jeho ukotveniu v napínacom lise alebo k referenčnému bodu uchytenia na ťahadle. Toto určí umiestnenie fiktívny bod ukotvenia kotvy, ktorý je rovný koncu voľnej dĺžky ťahadla a začiatku kotevnej dĺžky ťahadla. Na stanovenie výpočtovej voľnej dĺžky ťahadla sa obyčajne používa rovnica

$$L_{app} = (A_t E_t \Delta s) / \Delta P \quad (1)$$

kde:

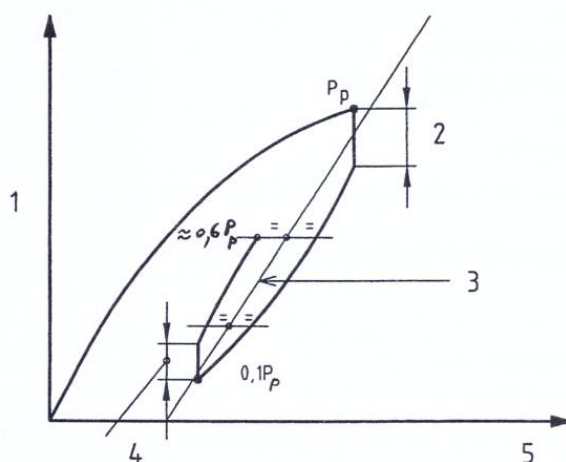
- L_{app} – je výpočtová voľná dĺžka ťahadla,
- A_t – prierezová plocha kotevného ťahadla,
- E_t – modul pružnosti kotevného ťahadla,
- Δs – pružné pretiahnutie kotveného ťahadla v hlave kotvy,
- ΔP – skúšobná sila po odrátaní predtlačenia.

Vyrátaná hodnota L_{app} sa musí nachádzať medzi hodnotami:

horná hodnota: $L_{app} \leq L_{tf} + L_e + 0,5 L_{tb}$ alebo $L_{app} \leq 1,10 L_{tf} + L_e$ (určujúca je väčšia hodnota)

spodná hodnota: $L_{app} \geq 0,80 L_{tf} + L_e$

Ak dochádza k výraznému treniu vo voľnej dĺžke ťahadla, možno použiť vyhodnocovaciu metódu, zobrazenú na obrázku 6. Zohľadňuje sa tu hysterézia medzi zaťažovacou a odľahčovacou vetvou napínacej slučky pri odhade veľkosti pružnej tuhosti ($\Delta P / \Delta s$) voľnej dĺžky ťahadla.



Obrázok 6 Odhad pružnej tuhosti pri veľkom trení

- 1 – kotevná sila (P); 2 – dvojnásobok trenia systému; 3 – sklon priamky sila – posun ($\Delta P / \Delta s$);
- 4 – trenie systému; 5 – posun (s)

5.1.2 Skúšobné postupy

Stavebný dozor objednávateľa musí schváliť skúšobné postupy a im príslušné spôsoby vyhodnocovania. STN EN 1537 poskytuje príklady pre tri skúšobné postupy. Pri všetkých skúškach sa musí zaťaženie kotiev a ich odľahčenie vnášať plynule tak, aby kotvy neboli namáhané rázmi alebo dynamicky.

5.1.3 Skúšobný postup 1

Typová skúška – postup zaťažovania

Kotva sa napína buď až do porušenia (R_d), alebo na skúšobnú silu (P_p), ktorá je obmedzená ako $0,8 P_{tk}$ alebo $0,95 P_{t0,1k}$, pričom sa použije menšia z hodnôt.

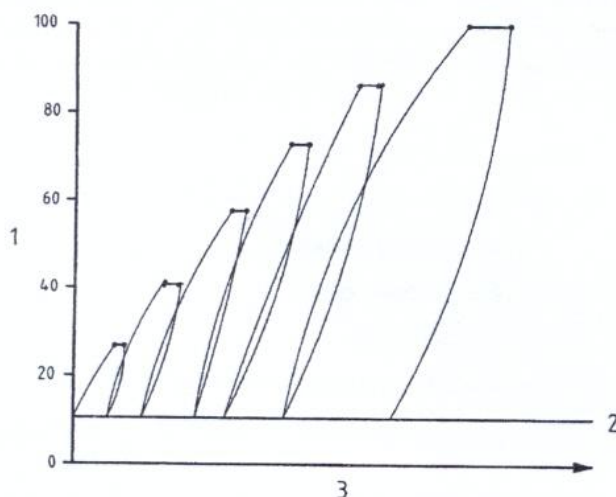
Kotva má byť do najvyššej skúšobnej sily zaťažovaná najmenej šiestimi zaťažovacími cyklami (pozri obrázok 7). Zaťažovacie cykly a najmenšie sledované časy sú uvedené v tabuľka 6.

Pri protokolovaní posunov má byť na každom zaťažovacom cykle držaná najvyššia sila u nesúdržných zemín najmenej 15 minút pri zaťažení menšom ako P_p a 60 minút na P_p v nesúdržných zeminách, alebo 180 minút v súdržných zeminách, ak je najvyššia sila rovná P_p . Tento čas sa môže predĺžiť až do doby, keď je pri tejto napínacej sile približne konštantná hodnota medze tečenia.

Tabuľka 6 Zaťažovacie cykly a najmenšie časy pozorovania typovej a overovacej skúšky kotvy podľa skúšobných postupov 1 a 2

Prírastok sily (% P_p)						Najmenší pozorovací čas (min) (len pre skúšobný postup ¹⁾)
cyklus 1	cyklus 2	cyklus 3	cyklus 4	cyklus 6	cyklus 6	
10	10	10	10	10	10	1
	25	40	55	70	85	1
25	40	55	70	85	100	15 (60 alebo 180 ¹⁾)
	25	40	55	70	85	1
10	10	10	10	10	10	1

Poznámka: ¹⁾ Pri skúšobnom postupe 2 sa pozorovacie časy predlžujú, keď najväčšia sila zodpovedá zaručenej sile P_0 , pozri tabuľku 5.



Obrázok 7 Postup zaťažovania pri skúšobnom postupe 1
1 – kotevná sila v % P_p ; 2 – predťaženie; 3 – posun kotvy

Overovacia skúška – postup zaťažovania

Hodnota skúšobnej sily systémových kotiev má byť

$$P_p \geq 1,25 P_0 \text{ alebo } P_p \geq R_d$$

Pričom sa ako skúšobná sila použije väčšia z obidvoch hodnôt.

Ťahadlo nemá byť namáhané väčšou silou ako $0,95 P_{t0,1k}$.

Zaťažovacie cykly a najmenšie sledované časy sú uvedené v tabuľke 6. Kotva má byť napínaná najmenej piatimi zaťažovacími cyklami do najvyššej skúšobnej sily s vynechaním prvého zaťažovacieho cyklu v tabuľke 6.

Ak boli v predstihu uskutočnené typové skúšky, nemá hodnota deformácie k_s pri najvyššej skúšobnej sile prekročiť hodnotu 1 mm. Kým nie je porušenie (definované ako $k_s = 2$ mm) overené typovou skúškou, nemá skúšobná sila prekročiť hodnotu zodpovedajúcu $k_s = 0,8$ mm.

Kontrolná skúška – spôsob zaťažovania

Kotva sa zaťažuje na skúšobnú silu (P_p) v najmenej troch zaťažovacích cykloch s rovnako veľkými prírastkami sily. Potom sa kotva uvoľní na hodnotu predťaženia P_a a znovu napne na zaručenú silu (P_0). Skúšobná sila má byť najmenej $1,25 P_0$, ale nemá byť vyššia ako $0,9 P_{t0,1k}$.

Doba sledovania na hodnote skúšobnej sily nemá byť kratšia ako 5 minút.

Pri uvedených hraničných hodnotách má byť splnené, že hodnoty tečenia k_s (pri skúšobnej sile až do 1 mm) sú prijateľné, keď boli pri predchádzajúcich typových skúškach zistené ako vyhovujúce.

Meranie hodnoty tečenia

Prírastok posunu hlavy kotvy k pevnému bodu sa meria na konci určených časových intervalov pre prírastky sily uvedené v tabuľke 6. Hodnotu tečenia možno stanoviť z konštantných prírastkov posunov k_s v najmenej dvoch časových intervaloch sledovania. Hodnota k_s sa stanoví

$$k_s = (s_2 - s_1) / \log(t_2/t_1) \quad (2)$$

kde:

s_1 je posun kotevnej hlavy za čas t_1 ;

s_2 posun kotevnej hlavy za čas t_2 ;

t čas pri konštantnej kotevnej sile.

Medzná hodnota tečenia je najvyššia prípustná hodnota deformácie pre určitý stupeň zaťaženia. Sledované časy (v min) pri najvyššej napínacej sile pre každý zaťažovací cyklus sú podľa tabuľky 6tieto:

$$1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3 \Rightarrow 5 \Rightarrow 10 \Rightarrow 15 \Rightarrow 20 \Rightarrow 30 \Rightarrow 45 \Rightarrow 60$$

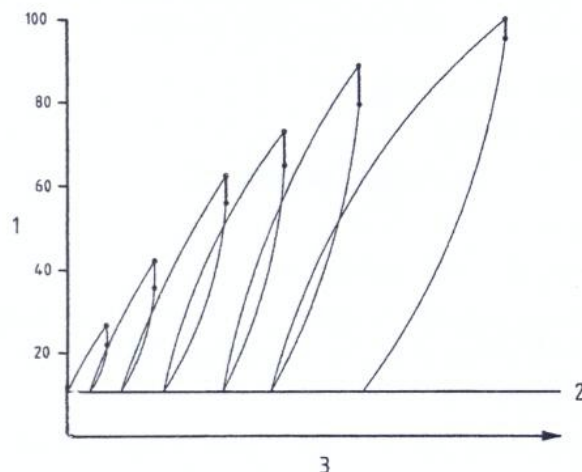
Ak sledovacie časy trvajú menej ako 60 minút, možno so zohľadnením tabuľky 6 časové poradie primerane skrátiť.

5.1.4 Skúšobný postup 2

Typová skúška – postup zaťažovania

Kotva má byť napnutá až do porušenia (R_a), alebo až na skúšobnú silu (P_p). Táto sila je obmedzená hodnotami $0,8 P_{tk}$ alebo $0,95 P_{t0,1k}$, pričom sa použije menšia z hodnôt.

Kotva má byť pri napínaní na najvyššiu skúšobnú silu zaťažovaná najmenej v šiestich zaťažovacích cykloch (pozri obrázok 8).



Obrázok 8 Postup zaťažovania pri skúšobnom postupe 2
1 – kotevná sila v % P_p ; 2 – predtlačenie P_a ; 3 – posun kotvy

Napínacie cykly a potrebné časy sledovania sú uvedené v tabuľke 6 a 7.

Tabuľka 7 Pozorovacie časy a cykly a preberacie kritériá pre úbytok napínacej sily, skúšobný postup 2

Pozorovací čas (min)	Pozorovací cyklus číslo	Celkový prípustný pokles napínacej sily k_1 (% použitej sily)
5	1	1
15	2	2
50	3	3
150	4	4
500	5	5
1500 (približne 1 deň)	6	6
5000 (približne 3 dni)	7	7
15000 (približne 10 dní)	8	8

Ak celkový úbytok sily pri navrhutej zaručenej sile po 7 pozorovacích periódach (3 dni) neprekročí prípustnú hodnotu a vlastný úbytok napínacej sily sa pri pozorovanej perióde nezväčšuje, možno skúšku skončiť a v cyklickom zaťažovaní pokračovať do hodnoty skúšobnej sily P_p , alebo do porušenia. Ak je ale úbytok napínacej sily neprípustne veľký a/alebo úbytky napínacej sily sa pri jednotlivých pozorovacích periódach zväčšujú, rozsah sledovacieho času treba rozšíriť na 8 periód (10 dni) alebo na dlhší čas až do ustálenia deformácií. Keď sa nedá dosiahnuť ustálenie deformácií, napínacia sila pre stav použiteľnosti je príliš vysoká; ale v skúške treba pokračovať, aby sa stanovila sila na medzi porušenia.

Overovacia skúška – postup zaťažovania

Skúšobná sila pre systémovú kotvu má byť

$$P_p \geq 1,25 P_0 \text{ alebo } P_p \geq R_d$$

pričom sa použije väčšia z hodnôt.

Kotevné ťahadlo nemá byť namáhané väčšou silou ako $0,95 P_{t0,1k}$.

Kotva môže byť namáhaná vo zaťažovacích cykloch: od asi 10 % P_p – 25 % P_p – 50 % P_p – 75 % P_p – 100 % P_p 75 % P_p – 50 % P_p – 10 % P_p až do najvyššej skúšobnej sily a súčasne až do zaručenej sily P_0 . Sledované časy sú uvedené v tabuľke 7. Úbytok sily (k_1) pri zaručenej sile P_0 nemá pri 7 pozorovacích periódach (3 dni) prekročiť medznú hodnotu uvedenú v tabuľke 7.

Kontrolná skúška – postup zaťažovania

Skúšobná sila (P_p) sa má dosiahnuť pri najmenej troch zaťažovacích cykloch s rovnakou hodnotu prírastku sily. Kotva má byť pritom popúšťaná na hodnotu predtlačenia P_a a znovu zaťažená na hodnotu zaručenej sily (P_0). Skúšobná sila má byť najmenej $1,25 P_0$ alebo najviac $0,9 P_{t0,1k}$.

Napínacia sila na hodnote zaručenej sily má byť sledovaná v 3 časových intervaloch (50 minút) a celkový pokles napínacej sily nemá prekročiť kumulované hodnoty uvedené v tabuľke 7 týchto TKP. Ak je pokles napínacej sily väčší ako je stanovená medzná hodnota, treba čas pozorovania predĺžiť až do ukludnenia pretvorenia a zmeniť prijateľný pokles napínacej sily.

Pri zaručenej sile platia tieto medzné hodnoty:

- pokles napínacej sily k_1 nemá počas 50 minút prekročiť hodnotu 3 % P_0 , alebo
- pokles napínacej sily k_1 nemá počas 24 hodín prekročiť hodnotu 6 % P_0 .

Meranie poklesu napínacej sily

Pri zaručenej sile má byť posun v hlave kotvy vzhľadom ku konštrukcii udržiavaný relatívne konštantný a má sa monitorovať napínacia sila. Hlava kotva sa upevní v napínacom zariadení a sleduje sa pokles sily na konštrukcii každého pozorovacieho intervalu po dobu až 10 dní, aby sa mohla stanoviť hodnota percentuálneho poklesu sily k_1 . Prípustný medzný pokles sily je najvyšší pokles napínacej sily, ktorý je odporúčaný ako celkový pri určenej napínacej sile na konci daného počtu časových intervalov.

Meranie poklesu napínacej sily sa má robiť v intervaloch podľa tabuľky 7. Najmenšie doby sledovania sú nasledujúce:

- typová skúška – 7 pozorovacích období (3 dni);
- overovacia skúška – 7 pozorovacích období (3 dni);
- kontrolná skúška – 3 pozorovacie periód (50 minút).

Úbytok napínacej sily reprezentatívny pre skutočný úbytok napínacej sily, ktorý sa prenáša cez hlavu kotvy na stavebnú konštrukciu. Ak sa skúška použije na stanovenie skutočného pretiahnutia upevnenej kotvy, musí sa stanoviť medza vplyvu voľnej dĺžky kotvy, t. j. že pri dlhšej voľnej dĺžke je úbytok napínacej sily vyvolaný rovnakým absolútnym pretiahnutím upevnenej kotvy menší.

5.1.5 Skúšobný postup 3

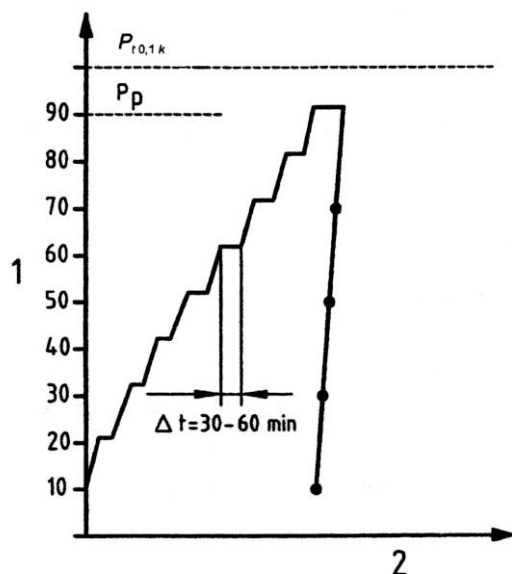
Typová skúška – postup zaťažovania

Kotva má byť napnutá buď až do porušenia (R_a), alebo na skúšobnú silu (P_p), ktoré sú obmedzené hodnotami $0,8 P_{tk}$ alebo $0,95 P_{t0,1k}$, pričom sa použije menšia z hodnôt.

Kotva má byť napnutá na najvyššiu silu najmenej šiestimi zaťažovacími stupňami (pozri obrázok 9). Zaťažovacie stupne a najmenšie pozorovacie časy sú uvedené v tabuľke 8. Najmenší pozorovací čas možno znížiť na 30 minút, ak nedôjde k žiadnemu významnému posunu.

Tabuľka 8 Zaťažovacie stupne a najmenšie pozorovacie časy pre typové skúšky kotiev pri zaťažovanom postupe 3

Prírastok sily (% $P_{t0,1k}$) ^{1) 2) 3)}									
predtlačenie	1	2	3	4	5	6	7	8	Stupeň číslo
10	20	30	40	50	60	70	80	90	% $P_{t0,1k}$
0	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	Pozorovací čas (min)
Poznámky: ¹⁾ Pri predtlačení sa začína na $P_a = 0,1 P_{t0,1k}$ ²⁾ $P_{max} \leq 0,9 P_{t0,1k}$ ³⁾ príklad pre 8 stupňov									



Obrázok 9 Postup zaťažovania pre skúšobný postup 3 – typová skúška kotvy
1 – kotevná sila v % $P_{t0,1k}$, 2 – posun

Overovacia skúška – postup zaťažovania

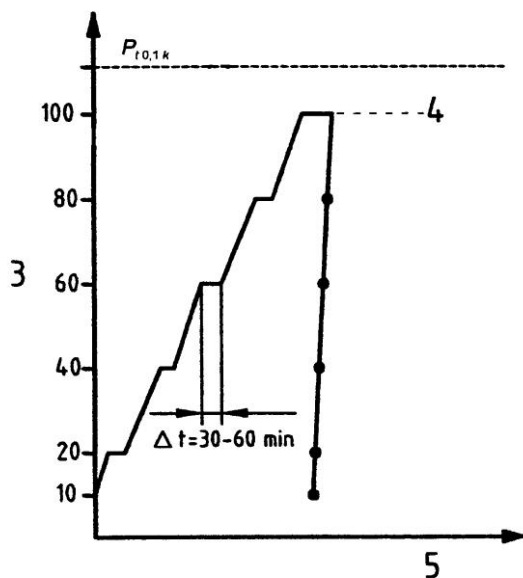
Skúšobná sila typovej kotvy má zodpovedať hodnote

$$P_p \geq 1,25 P_0 \text{ alebo } P_p \geq R_d$$

pričom sa použije väčšia z hodnôt.

Kotevné ťahadlo nemá byť namáhané väčšou silou ako $0,90 P_{t0,1k}$.

Kotva má byť napnutá na najvyššiu skúšobnú silu najmenej piatimi zaťažovacími stupňami pri vynechaní prvého zaťažovacieho stupňa podľa obrázok 10. Zaťažovacie stupne a najmenšie pozorovacie doby sú uvedené v tabuľka 9.



Obrázok 10 Postup zaťažovania pre skúšobný postup 3 – overovacia skúška kotvy
3 – kotevná sila v % P_p , 4 – skúšobná sila, 5 – posun kotvy

Tabuľka 9 Zaťažovacie stupne a najmenšie pozorovacie časy pre overovacie skúšky kotiev pri zaťažovacom postupe 3

Prírastok sily pre systémovú kotvu (% $P_{t0,1k}$) ^{1) 2)}							Stupeň číslo
predťaženie	1	2	3	4	5	6	% P_p
10	25	40	55	70	85	100	
0	60	60	60	60	60	60	Pozorovací čas
(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(min)

Poznámky: ¹⁾ Pri predtlačení sa začína na $P_a = 0,1 P_p$
²⁾ príklad pre 6 stupňov

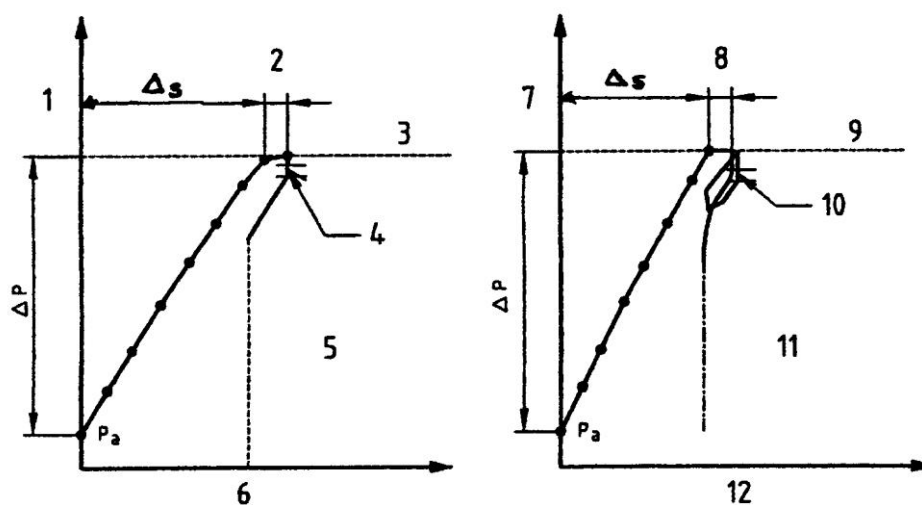
Ak neboli robené typové skúšky, najvyššie pretiahnutie (α) nemá prekročiť hodnotu 0,8 mm/log jedného časového intervalu. Ak typové skúšky uskutočnili, nemá najvyššie pretiahnutie (α) prekročiť pri skúšobnej sile hodnotu:

- 1,2 mm/log jedného časového intervalu pre dočasné kotvy;
- 1,0 mm/log jedného časového intervalu pre trvalé kotvy.

Pri overovacej skúške nemá byť skúšobná sila v žiadnom prípade väčšia ako P_c (kritická sila na medzi tečenia).

Kontrolná skúška – postup zaťažovania

Kotva sa má napnúť od hodnoty predtlačenia P_a po skúšobnú silu P_p , ktorej hodnota má byť 1,25 P_0 alebo R_d najmenej štyrmi zaťažovacími stupňami. Skúšobná sila sa pritom udržiava konštantná aspoň 15 minút. Potom, keď bola skúšobná sila udržaná vyžadovanú dobu, môže sa kotva čiastočne alebo úplne odľahčiť (pozri obrázok 11)



Obr. 11 Postup zaťažovania pre skúšobný postup 3 – kontrolná skúška kotvy

- 1 – kotevná sila; 2 – posun; 3 – skúšobná sila; 4 – trenie f ako podiel p_f / P_p ; 5 – bez odľahčenia;
 6 – posun; 7 – skúšobná sila; 8 – posun; 9 – kotevná sila; 10 – trenie f ako podiel p_f / P_p ;
 11 – so skráteným odľahčením; 12 – posun; $L_{app} = A_t \cdot E_t \cdot \Delta s / \Delta P (1 - f)$

Keď boli dodržané zásady skúšobného postupu 3, možno z obrázok 11 z krivky v intervale medzi predtlačení a skúšobnou silou vyrátať výpočtovú voľnú dĺžku ťahadla. Ak vznikne vo voľnej dĺžke významné trenie, možno uskutočniť čiastočný napínací cyklus. Výpočtová voľná dĺžka ťahadla sa potom odvodí zo získanej priamky bez trenia, z ktorej sa určí ΔP a Δs . Pretiahnutie tečením sa pri skúšobnej sile meria medzi 3 minútami a 15 minútami merania. Zodpovedajúce pretiahnutie α má byť menšie než:

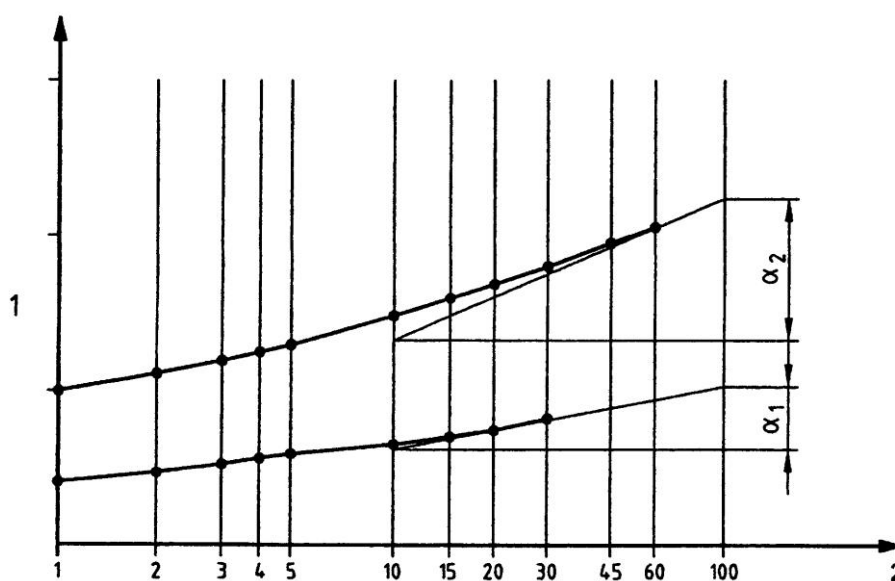
- 1,2 mm pre dočasnú alebo trvalú kotvu bez predchádzajúcich typových skúšok;
- 1,5 mm pre trvalú kotvu s predchádzajúcimi typovými skúškami;
- 1,8 mm pre dočasnú kotvu s predchádzajúcimi typovými skúškami.

Meranie veľkosti pretiahnutia a skúšobnej sily

Veľkosť pretiahnutia a skúšobné sily sa môžu zistiť a vyhodnotiť týmito spôsobmi:

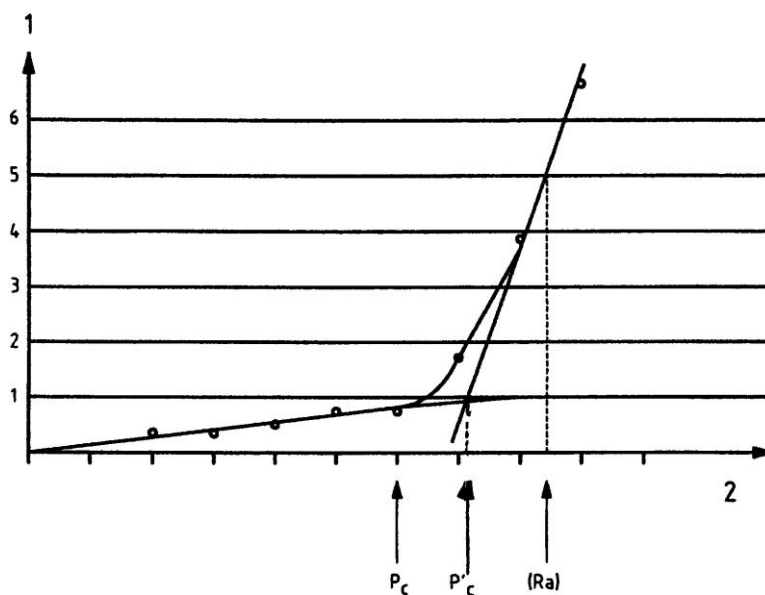
- nárast posunu hlavy kotvy vzťahujú k pevnému bodu sa meria na každom zaťažovacom stupni v rôznych časoch;
- pretiahnutie α sa určí pri každom zaťažovacom stupni podľa obrázok 12; pretiahnutie α zodpovedá sklonu krivky posunu hlavy kotvy vzhľadom k logaritmickému času na konci každého zaťažovacieho stupňa;
- odpor proti vytiahnutiu kotvy R_a je sila, ktorá zodpovedá zvislej asymptote v diagrame posunu α vo vzťahu ku kotevnej sile; ak sa takáto asymptota nedá určiť, hodnota R_a zodpovedá taká sila, pri ktorej je pretiahnutie α rovné 5 mm (pozri obrázok 13 týchto TKP);
- kritická sila na medzi tečenia P_c sa určí podľa obrázka 13; je to sila, ktorá zodpovedá koncu prvej lineárnej časti krivky pretiahnutia α vzhľadom ku kotevnej sile; keď je ťažké určiť P_c , stanoví sa z alternatívnej sily P_c' podľa obrázok 13 a P_c je definované

$$P_c = 0,9 P_c' \quad (3)$$



Obrázok 12 Graf pretiahnutia vo vzťahu k logaritmu času a sklon α_n pre skúšobný postup 3

1 – pretiahnutie; 2 – čas v minútach



Obrázok 13 Graf pretiahnutia vo vzťahu k použitej kotevnej sile pre skúšobný postup 3

1 – smernica posunu α v mm/log časového intervalu; 2 – použitá sila

Meranie pretiahnutia sa robí po každej zmene skúšobnej sily a pre každý zaťažovací stupeň v týchto časoch:

- pri typovej skúške 30 min alebo 60 min;
- pri overovacej skúške 30 min alebo 60 min;
- pri kontrolnej skúške najmenej 15 min pri skúšobnej sile.

Na každom zaťažovacom stupni majú byť tieto postupné pozorovacie doby v (min):

1 $\Rightarrow$ 2 $\Rightarrow$ 3 $\Rightarrow$ 4 $\Rightarrow$ 5 $\Rightarrow$ 7 $\Rightarrow$ 10 $\Rightarrow$ 15 $\Rightarrow$ 20 $\Rightarrow$ 30 $\Rightarrow$ 45 $\Rightarrow$ 60.

5.1.6 Dokumentácia zhotovených prác

Pred začatím prác musí byť na stavbe k dispozícii táto realizačná dokumentácia:

- technická špecifikácia;
- realizačná výkresová dokumentácia;
- technologický predpis (ak je vyžadovaný);
- správa o prieskume základovej pôdy;
- technická špecifikácia zariadení a vybavenia;
- technická špecifikácia použitých stavebných hmôt;
- správa o predbežných skúškach (ak sa urobili).

Realizačná výkresová dokumentácia musí obsahovať tieto údaje:

- geotechnický profil;
- tvar prvkov;
- riadne označený počet prvkov;
- polohu a smer každého prvku vrátane výrobných tolerancií;
- polohu možných prekážok, zástavby a inžinierskych sietí v základovej pôde;

- postup výroby prvkov (ak je to potrebné).

Na stavenisku sa vedú záznamy o zhotovovaní tak, aby sa na ne mohlo neskôr odkázať.

5.1.6 Prevzatie prác

Zhotoviteľ predkladá objednávateľovi príslušnú dokumentáciu, protokoly skúšok a zmerané výmery a preberacie konanie sa uskutočňuje v zmysle TKP časť 0, kde sú uvedené podmienky prevzatia prác a potrebné doklady. Pri konečnom preberaní prác zvláštného zakladania sa hodnotí skutočné vykonanie a porovná sa s požiadavkami projektovej dokumentácie. O konečnom prevzatí sa napíše zápis.

5.2 Mikropilóty

5.2.1 Všeobecne

Zaťažovacie skúšky mikropilót musia byť v súlade s STN EN 1997-1 a STN EN 14 199. Slúžia na potvrdenie vhodnosti technológie zhotovenia, návrh a posúdenie mikropilótového základu. Môžu sa vykonať na systémových aj nesystémových pilótach. V prípade systémových pilót nesmie zaťaženie prekročiť návrhové zaťaženie. Druhy zaťažovacích skúšok:

- statické zaťažovacie skúšky so stupňovitým zaťažením (slúžia najmä na určenie sadania hlavy v závislosti od zaťaženia);
- statické zaťažovacie skúšky s konštantnou rýchlosťou zatlačovania;
- dynamické zaťažovacie skúšky, ktoré nie sú vhodné pre vŕtané mikropilóty a ich výsledky musia byť overené statickými skúškami v porovnateľných podmienkach.

5.2.2 Študijné zaťažovacie skúšky

Vykonávajú sa na nesystémových mikropilótach pred spracovaním realizačnej dokumentácie, ak to predpisuje dokumentácia, požaduje objednávateľ alebo v týchto prípadoch:

- pre danú mikropilótu alebo základové pomery neexistuje porovnateľná skúsenosť;
- systémové mikropilóty budú vystavené mimoriadnemu zaťaženiu;
- zmena zadávacej dokumentácie.

Minimálny počet skúšok sú dve skúšky.

5.2.3 Preukazné zaťažovacie skúšky

Vykonávajú sa na systémových aj nesystémových pilótach pred začatím prác. Ich súčasťou môžu byť aj ďalšie skúšky, napr. skúšky integrity.

5.2.4 Kontrolné skúšky a skúšanie odobraných vzoriek

Odbery vzoriek a skúšky čerstvého betónu musia byť v súlade s STN EN 206-1 a musia sa vykonať skúšky na kontrolu vyžadovaných vlastností podľa špecifikácie betónu v čerstvom a zatvrdnutom stave. Pri betónových prefabrikátoch je potrebné dokladovať certifikát výrobku s označením triedy betónu a triedy presnosti prvku spolu s dokladmi o použitej výstuži, ochrane voči agresivite. V prípade betonárskej výstuže sa kontrolujú rozmery, povrch, prierezová plocha. Kontrolné skúšky injekčnej zmesi a zálievky sa vykonávajú v zmysle kapitoly 5.3 týchto TKP.

5.2.5 Kontrolné skúšky mikropilót

Vykonávajú v súlade s STN EN 1997-1 a STN EN 14199 počas výstavby alebo po jej ukončení ako:

- skúšky statickej únosnosti;
- skúšky dynamickej únosnosti (s výnimkou vŕtaných pilót);
- skúšky integrity (kontrolné skúšky PIT, SIT príp. CHA); pri zakladaní mostných objektov sa vykonávajú pre každú mikropilótu.

5.2.6 Dokumentácia zhotovených prác

Pred začatím prác musí byť na stavbe k dispozícii táto realizačná dokumentácia:

- technická špecifikácia;
- realizačná výkresová dokumentácia;
- technologický predpis (ak je vyžadovaný);
- správa o prieskume základovej pôdy;
- technická špecifikácia zariadení a vybavenia;
- technická špecifikácia použitých stavebných hmôt;
- správa o predbežných skúškach (ak sa urobili).

Realizačná výkresová dokumentácia musí obsahovať tieto údaje:

- geotechnický profil;
- tvar prvkov;
- riadne označený počet prvkov;
- polohu a smer každého prvku vrátane výrobných tolerancií;
- polohu možných prekážok, zástavby a inžinierskych sietí v základovej pôde;
- postup výroby prvkov (ak je to potrebné).

Na stavenisku sa vedú záznamy o zhotovovaní tak, aby sa na ne mohlo neskôr odkázať. Príklady protokolov sú v prílohe 4 a 5 týchto TKP.

5.2.7 Prevzatie prác

Zhotoviteľ predkladá objednávateľovi príslušnú dokumentáciu, protokoly skúšok a zmerané výmery a preberacie konanie sa uskutočňuje v zmysle TKP 0, kde sú uvedené podmienky prevzatia prác a potrebné doklady. Pri konečnom preberaní prác zvláštneho zakladania sa hodnotí skutočné vykonanie a porovná sa s požiadavkami projektovej dokumentácie. O konečnom prevzatí sa napíše zápis.

5.3 Injektovanie

5.3.1 Všeobecne

Dohľad nad vykonávaním injekčných prác musí byť stanovený v projektovej dokumentácii s detailným sledovaním každej pracovnej etapy. Na všetkých úrovniach riadenia injekčných prác a pri dohľade musí byť vyžadovaná predchádzajúca skúsenosť s injekčnými prácami.

Dohľad musí byť zabezpečený kontinuálne a všetky pozorovania sa musia porovnávať s predpokladanými parametrami v projekte. Ak sa výsledky pozorovania významne odlišujú od návrhu, musí sa zistiť príčina odchýlok a zohľadnením nových podmienok sa musia upraviť návrhové parametre. Na rozhodnutiach o akýchkoľvek zmenách týkajúcich sa zhotovenia sa musí podieľať projektant.

Dohľad na stavenisku je žiaduce uľahčiť automatizáciou miešacích a čerpacích systémov a inštaláciou mechanických alebo analógových záznamových zariadení, alebo prednostne počítačovým záznamovým zariadením na monitoring a kontrolu parametrov ukladania zmesi v reálnom čase. Záznamy musia byť k dispozícii po celú dobu zhotovovania diela a musia obsahovať všetky údaje zo sledovania všetkých pracovných etáp.

Odber vzoriek a skúšanie vlastností injektážnych zmesí musí byť v súlade s STN EN 12715.

5.3.2 Monitoring a kontrola

Pred začatím prác sa má uskutočniť zameranie a pasportizácia všetkých objektov a zariadení, ktoré sa nachádzajú v oblasti pravdepodobného ovplyvnenia injekčnými prácami. V priebehu prác sa majú uskutočňovať ďalšie etapy takéhoto prieskumu.

Vyžadovaný typ, dosah a presnosť merania v priestore staveniska a mimo neho musia byť jednoznačne špecifikované v projektovej dokumentácii. Meracie zariadenia musia byť osadené a aktivované pred začatím stavebných prác.

Na zistenie úspešnosti injektovania sa majú uskutočniť vhodné overovacie skúšky v čo najkratšom termíne tak, aby bolo možné čo najskôr reagovať na prípadné anomálie.

V každej etape injektovania sa pre potrebu nasledujúceho porovnávania počas prác má zaznamenávať vývoj injekčných tlakov, množstvo injektovanej zmesi a rýchlosť sýtenia v čase.

Hodnotenie vplyvu na okolie a najmä rozhodnutia týkajúce sa prípustných limitov sa majú opierať o dva nezávislé prieskumy:

- zhodnotenie súčasného stavu pred začatím prác s dôrazom na podzemnú vodu (chemizmus, rýchlosť a smer prúdenia, existujúce a plánované využívanie podzemnej vody a vzdialenosť odberových miest);
- stanovenie očakávaného znečistenia podzemnej vody injekčnými zmesami a doba trvania tohto znečistenia s rozlíšením plynného, kvapalného a pevného skupenstva; pri prechodnom vplyve môžu byť stanovené menej prísne kritériá.

Súčasťou skúšok môžu byť testy priepustnosti, mechanické skúšky „in situ“ alebo v laboratóriu a pod. Výber testu priepustnosti závisí od geologických pomerov a od vyžadovanej presnosti. V nesúdržných zeminách sa často používajú čerpacie alebo vsakovacie skúšky (Lefranc), v skalných horninách Lugeonova vodná tlaková skúška.

Na zistenie, či boli dosiahnuté ciele injektovania, môžu byť použité údaje zaznamenané v priebehu vrtania.

Na zistenie, že pohyby horniny a okolitej zástavby ostanú v akceptovateľných medziach, musí byť práca sledovaná zariadením, ktoré bude merať pohyby s dostatočnou presnosťou. Zariadenia musia byť osadené s dostatočným predstihom pred začatím injekčných prác, aby sa zistili vplyvy „pozadia“ (zmeny teploty, pohybu hladiny podzemnej vody a pod.) a aby bola umožnená kompenzácia týchto účinkov vo výslednom vyhodnotení monitoringu.

V priebehu vrtania môžu byť zaznamenávané parametre:

- rýchlosť vrtania;
- tlak a množstvo výplachu;
- odvodená vrtná energia;
- otáčky;
- krútiaci moment;
- prítlak;
- dĺžka vrtu.

Interpretácia zaznamenaných parametrov poskytuje informácie o zmenách geologických a geotechnických podmienok.

Kvalita a konzistencia injekčnej zmesi musí byť zabezpečená kontrolnými skúškami sledovaním súladu medzi meranými a vyžadovanými hodnotami. Krivka zrnitosti veľmi jemných suspenzií má

byť sledovaná a upravovaná s prihliadnutím k flokulácii. Na stavenisku sa musia vykonávať aspoň rutinné testy injekčnej uvedené v tabuľke 10.

Tabuľka 10 Kontrolné skúšky injekčných zmesí

Suspensia	Veľmi jemná suspenzia	Roztoky (chemické zmesi)	Malty
hustota	hustota	hustota	hustota
viskozita podľa Marsha	veľkosť zŕn / injektovanie do pieskovej kolóny	doba tuhnutia	spracovateľnosť
doba tuhnutia	viskozita		
odstoj vody	odstoj vody		

Prehľad skúšok injekčnej zmesi je uvedený v prílohe 8 týchto TKP.

5.3.3 Dokumentácia zhotovených prác

Na stavenisku má byť k dispozícii dokumentácia v súlade s TP 03/2006 a tieto dokumenty:

- základná geotechnická správa použitá pri spracovávaní projektovej dokumentácie, obsahujúca všetky údaje prieskumu;
- organizačná schéma s jasne stanovenými rozhodovacími právomocami riadiacich pracovníkov všetkých zúčastnených strán;
- technologický predpis, kde majú byť stanovené ciele injektovania, detailne rozpracované pracovné postupy a navrhnuté merateľné kritériá budúceho hodnotenia dosiahnutých cieľov injektovania; technologický predpis musí byť odsúhlasený zodpovednými zástupcami zúčastnených strán a má obsahovať:
 - detailný výkres všetkých vrtov (pôdorys a rezy), existujúce objekty, geologické pomery, úrovne podzemnej a povrchovej vody, novo navrhované stavby a hranice navrhovaných injekčných prác;
 - detailný návrh zmesi, očakávané množstvo spotreby injekčnej zmesi v jednotlivých etážach každého vrtu, postup injektovania, maximálny injekčný tlak a očakávanú rýchlosť čerpania zmesi;
 - dokumenty týkajúce sa monitoringu na stavenisku, údržby a ďalších prác uskutočňovaných po prevzatí injektovania.

Na stavenisku má byť vedená táto dokumentácia:

- denný záznam o priebehu vŕtania a injekčných prácach;
- mesačné výkazy s denným postupom injekčných prác a spotrebami injekčnej zmesi;
- záverečná správa obsahujúca všetky technické detaily a podrobný súhrnný rozpis objemov prác;
- správa o prevzatí prác po ich skončení, v ktorej zúčastnené strany potvrdzujú dosiahnutie akceptovateľných kritérií, definovaných v technologickom predpise.

Pracovné záznamy musia obsahovať:

- všeobecné údaje;
- dátumy zhotovovania pracovných úkonov;
- vŕtanie:
- číslo a umiestnenie, dĺžku, priemer, smer a sklon vrtu (injekčného miesta);
- mená obsluhy vrtnej súpravy;

- vrtný mechanizmus a metódu vŕtania;
- typ vrtného výplachu;
- vystrojenie vrtu (napr. výpažnica, manžetová injekčná rúrka, typ zálievky a pod.);
- zvláštne okolnosti zaznamenané počas vŕtania a inštalovania vystrojenia (napr. strata výplachu, neočakávaná strata zálievky);
- miešanie zmesi a injektovanie:
 - zloženie zmesi (typ a dávkovanie) a jej kontrolné parametre;
 - objem zmesi injektovaný do horniny (spotreby), tlak a doba trvania každej fázy;
 - interakcia s ďalšími vrtmi a zistené priesaky;
 - akékoľvek neobvyklé sprievodné javy;
- kontrola:
 - vzorkovanie injekčnej zmesi;
 - počet vzoriek na laboratórny rozbor;
 - rutinné kvalitatívne rozbery;
 - mená obsluhy (a ich kvalifikácia).

Tieto záznamy sú základom kontroly injekčných prác.

Ak je to potrebné, musí sa tiež zaznamenávať úroveň povrchu. Výsledky injektáže majú byť podľa možnosti spracované graficky a štatisticky (napr. v podobe závislosti injekčného tlaku na čase). V stavebnom denníku sa musia zaznamenať zvláštne udalosti a rozhodnutia, ku ktorým došlo v priebehu vŕtania a injektovania.

5.3.4 Prevzatie prác

Zhotoviteľ predkladá objednávateľovi príslušnú dokumentáciu, protokoly skúšok a zmerané výmery a preberacie konanie sa uskutočňuje v zmysle TKP časť 0, kde sú uvedené podmienky prevzatia prác a potrebné doklady. Pri konečnom preberaní prác zvláštneho zakladania sa hodnotí skutočné vykonanie a porovná sa s požiadavkami projektovej dokumentácie. O konečnom prevzatí sa napíše zápis.

5.4 Prúdová injektáž

5.4.1 Všeobecne

Pri výrobe prvkov prúdovej injektáže sa majú zaznamenávať údaje o tvare a ak je to potrebné pevnosť, stlačiteľnosť, priepustnosť a objemová hmotnosť prvkov prúdovej injektáže.

Minimálnou požiadavkou na kontrolu zhotovovania sú záznamy parametrov prúdovej injektáže a pozorovanie vyplaveného materiálu pri všetkých vyrábaných prvkoch. Možno predpokladať, že v rovnakých geotechnických podmienkach pri použití rovnakých parametrov prúdovej injektáže budú vyrobené prvky rovnakých rozmerov a vlastností a bude tiež rovnaké množstvo vyplaveného materiálu.

Po zhotovení prvých prvkov prúdovej injektáže sa majú zistiť rozmery a materiálové vlastnosti na obmedzenom počte prvkov, aby sa mohla stanoviť závislosť medzi parametrami a vlastnosťami prvku prúdovej injektáže. Ak je k dispozícii porovnateľná skúsenosť (pozri STN EN 1997-1) s rovnakým systémom prúdovej injektáže v podobných geotechnických podmienkach, môže sa od skúšania po zhotovení prvkov upustiť. Zároveň s tým platí, že v dokumentácii stavby nie sú uvedené iné pokyny a v priebehu prác sa priebežne uskutočňoval monitoring parametrov prúdovej injektáže.

5.4.2 Predbežné skúšky

Ak nie sú k dispozícii skúsenosti so zhotovovaním prúdovej injektáže v porovnateľných podmienkach, musia sa pred začatím prác zhotoviť skúšobné prvky prúdovej injektáže. Zohľadnené musia byť pri nich všetky dôležité podmienky na stavenisku, aby:

- bolo možné stanoviť najvhodnejší systém zhotovovania a najvhodnejšie parametre prúdovej injektáže;
- sa preukázalo, že zvoleným systémom a parametrami prúdovej injektáže môžu byť splnené predpoklady projektovej dokumentácie.

Ak boli pred začatím prác vyrobené skúšobné prvky a možno tieto prvky odkopať, majú byť tvar a mechanické vlastnosti stanovené pozorovaním a laboratórnymi skúškami na vrtných jadrách alebo na vzorkách.

Ak boli pred začatím prác vyrobené skúšobné prvky a nie je možné ich odkryť, majú byť ich dôležité geometrické a mechanické vlastnosti stanovené pomocou jadrových vrtov, priamym meraním v ešte nezatvrdnutej suspenzii alebo nepriamymi skúškami (so zohľadnením spoľahlivosti týchto skúšok).

Nepriame skúšky a ich možnosti aplikácie:

- Stanovenie celistvosti materiálu prvku prúdovej injektáže sa môžu robiť geofyzikálnymi skúškami vo vrtoch (cross-hole tests).
- Ak sa vyžaduje vysoká geometrická presnosť, smerovanie vrtov pre geofyzikálne metódy alebo odbery jadra sa môžu kontrolovať meraním odklonu vrtov.
- Pri geofyzikálnych skúškach vo vrtoch sa má súčasne merať rýchlosť pozdĺžnych (P) a šmykových a priečnych (S) vln.
- Meraním rýchlosti vln vo vrtoch možno nepriamo stanoviť veľkosť tlakových (E) a šmykových (G) modulov a rozsahu mikrodeformácií ($\varepsilon < 10^{-4}$) prvkov prúdovej injektáže.
- Geometrické rozmery prvkov prúdovej injektáže sa tiež môžu stanoviť statickým penetračným sondovaním (CPT), ktoré sa uskutoční v materiáli pred jeho stuhnutím. Tento spôsob je vhodný najmä pre prvky prúdovej injektáže, ktoré sú zhotovené v zeminách s vysokým penetračným odporom v porovnaní s nízkym penetračným odporom čerstvej suspenzie.
- V osobitných prípadoch sa môžu použiť iné skúšobné postupy, napr. štandardné penetračné skúšky (SPT), dynamické penetračné skúšky alebo presiometrické skúšky.

5.4.3 Dohľad a skúšanie pri výrobe

Všetky meracie zariadenia na stanovenie parametrov prúdovej injektáže musia byť pred začatím prác kalibrované. Opakovaná kalibrácia môže byť vyžadovaná pri dlho trvajúcich stavbách.

Tlak suspenzie sa obyčajne meria pri čerpadle. Pri použití dlhých potrubí a veľkých hĺbok treba zohľadniť straty v potrubí.

Sklon prvkov prúdovej injektáže sa musí preskúšať meraním sklonu vrtného sútyčia vrtnej súpravy pred a počas vŕtania, pokiaľ nie je v projektovej dokumentácii stanovený iný postup.

Musí sa sledovať a zaznamenávať množstvo a vzhľad vyplaveného materiálu. Odoberať sa majú reprezentatívne vzorky vyplaveného materiálu na skúšky pevnosti v prostom tlaku. Objemová hmotnosť vyplaveného materiálu má byť pravidelne meraná a zaprotokolovaná. Neočakávané výsledky treba analyzovať.

Pri suspenzii sa má skúšať:

- pri predbežných skúškach:
 - hustota;
 - odstoje (meraním po 3 hodinách v odmernom valci s objemom 1000 cm³ a priemerom 60 mm);

- viskozita Marsh;
- doba tuhnutia;
- skúška pevnosti v prostom tlaku na vzorkách valčekov (s pomerom výška/priemer 2,0) po 3, 7, 28 dňoch a pri použití pomaly tvrdnúcej suspenzie tiež po 56 dňoch;
- pri skúškach počas zhotovovania:
 - hustota (najmenej dva razy za zmenu), viskozita Marsch (denne);
 - odстой (denne).

5.4.4 Skúšanie prvkov prúdovej iniektáže

Stanovenie geometrie prvkov

Najúčinnnejším spôsobom sa rozmery prvkov stanovujú priamym meraním. Ak sa priame meranie nedá aplikovať, údaje o priečných rozmeroch sa môžu získať z jadrových alebo plnoprofilových vrtov umiestnených šikmo k ose prvku. V prípade plnoprofilového vrtania musí byť meraný vrtný postup.

Dĺžka prvku prúdovej iniektáže sa môže merať jadrovým alebo plnoprofilovým vrtom, alebo penetračnými sondami robenými paralelne s osou vrtu. Pri väčšej štihlosti ako 15 (pomer dĺžky k priemeru vrtu) sa ale tento spôsob merania nedá prakticky uskutočniť.

Pri aplikácii jadrového vrtu na stanovenie rozmerov prvkov prúdovej iniektáže sa má merať sklon osi vrtu; poloha a sklon osi skúšaného prvku musia byť známe. Jadrové vrty sa môžu robiť až po dostatočnom zatvrdnutí prvku prúdovej iniektáže. Metóda jadrového vrtania, vrtné zariadenie a priemer získaného jadra musia byť také, aby sa získali reprezentatívne vzorky. Osobitnú pozornosť pritom treba venovať tým prvkom prúdovej iniektáže, ktoré prechádzajú jemnozrnnými zeminami alebo heterogénnou základovou pôdou (napr. s obsahom balvanov), alebo keď má materiál prúdovej iniektáže nízku pevnosť.

Mechanické skúšky

Pri zisťovaní mechanických vlastností prvkov prúdovej iniektáže in situ musí byť poloha meracieho zariadenia (penetrometra, presiometra, rôzneho spôsobu prevrtávania) vzťahovaná ku geometrii tohto prvku.

Tlakové skúšky sa musia robiť na skúšobných telieskach s pomerom výšky/priemeru rovným 2,0. Ak to neurčuje projektovaná dokumentácia, tlaková pevnosť materiálu má byť stanovená na každých 1000 m³ objemu na štyroch vzorkách. Keď sa mechanické vlastnosti stanovujú na vrtnom jadre, hodnotenie výsledkov skúšok má zohľadniť vplyv odberu vzoriek, úpravy vzoriek a druh skúšobnej metódy.

Nárast pevnosti a modulu pružnosti s časom veľmi závisia na druhu základovej pôdy; pri zeminách s vysokým podielom jemných častíc sa tento čas predlžuje.

Na skúšky pevnosti v priečnom ťahu (Brazílska skúška na valcovom telese s pomerom výška/priemer = 0,5) a šmykové skúšky môžu byť vzorky odoberané z vrtných jadier, ak sa to vyžaduje pri zvláštnych aplikáciách.

Keď sa prvky prúdovej iniektáže používajú ako hĺbkové základy, môžu sa uskutočniť zaťažovacie skúšky týchto prvkov in situ.

Vzorky odoberané na mechanické skúšky sa majú uchovávať v prostredí s kontrolovanou vlhkosťou a teplotou.

Skúšky priepustnosti

Vodotesnosť materiálu prvkov prúdovej iniektáže sa obyčajne stanovuje čerpacou skúškou a/alebo piezometrickým meraním hladiny vody.

Vodotesnosť konštrukcie z prúdovej iniektáže v okolí a/alebo pod výkopom musí byť v prípade geotechnickej kategórie 2 a 3 stanovená čerpacím pokusom a piezometrickým meraním hladiny

podzemnej vody pred uskutočnením výkopu zasahujúceho pod úroveň pôvodnej hladiny podzemnej vody.

Vodotesnosť jednotlivých prvkov prúdovej iniektáže sa môže overovať vrtmi zhotovenými v samotných prvkoch.

5.4.5 Monitoring

V prípade geotechnickej kategórie 2 a 3 musia byť pri zhotovovaní prúdovej iniektáže všetkých prvkov priebežne monitorované tieto parametre (s výnimkou neočakávaných krátkodobých porúch):

- tlaky a prietok médií;
- rýchlosť vyťahovania a otáčania sútyčia s monitorom.

Ak práce spojené s prúdovou iniektážou znamenajú pre susedné objekty riziko neprípustných deformácií, musia byť inštalované vhodné monitorovacie a výstražné systémy.

Pri podchytávaní je potrebné dotknuté objekty kontrolovať opakovaným výškovým meraním alebo automatickými čidlami zaznamenávajúcimi deformácie.

5.4.6 Dokumentácia zhotovených prác

Pred začatím prác musí byť na stavbe k dispozícii táto realizačná dokumentácia:

- technická špecifikácia;
- realizačná výkresová dokumentácia;
- technologický predpis (ak je vyžadovaný);
- správa o prieskume základovej pôdy;
- technická špecifikácia zariadení a vybavenia na prúdovú iniektáž;
- technická špecifikácia použitých stavebných hmôt;
- správa a predbežných skúškach (ak sa urobili).

Realizačná výkresová dokumentácia prúdovej iniektáže musí obsahovať tieto údaje:

- geotechnický profil;
- tvar prvkov;
- riadne označený počet prvkov;
- polohu a smer každého prvku vrátane výrobných tolerancií;
- polohu možných prekážok, zástavby a inžinierskych sietí v základovej pôde;
- postup výroby prvkov (ak je to potrebné).

Na stavenisku sa vedú záznamy o zhotovovaní prúdovej iniektáže tak, aby sa na ne mohlo neskôr odkázať. Každý prvok musí mať zaznamenané tieto údaje:

- parametre prúdovej iniektáže;
- údaje o vyplavenom materiáli;
- neočakávané javy;
- dátum a doba zhotovovania.

Ukázané sú dva príklady protokolu denného hlásenia na stavenisku, keď jedna miešacia a čerpacia jednotka striedavo zásobuje agregát vykonávajúci tryskanie, kým druhé zariadenie zhotovuje ďalší vrt.

Vrtné sútyčie môže byť pri tryskaní vyťahované priebežne alebo po krokoch (v tomto prípade sa zaznamenáva výška kroku a doba trvania kroku).

Na staveniskách, kde boli robené predbežné skúšky, sa musí vypracovať podrobná správa, obsahujúca všetky výsledky vykonaných skúšok s ohľadom na geotechnické podmienky na stavenisku a na veľkosti zhotovených prvkov prúdovej injektáže. Po skončení prác musí byť uchovávaná celá dokumentácia skutočného zhotovenia prúdovej injektáže.

5.4.7 Prevzatie prác

Zhotoviteľ predkladá objednávateľovi príslušnú dokumentáciu, protokoly skúšok a zamerané výmery a preberacie konanie sa uskutočňuje v zmysle TKP časť 0, kde sú uvedené podmienky prevzatia prác a potrebné doklady. Pri konečnom preberaní prác zvláštného zakladania sa hodnotí skutočné vykonanie a porovná sa s požiadavkami projektovej dokumentácie. O konečnom prevzatí sa napíše zápis.

6 Meranie výmer

Mernými jednotkami na fakturáciu geotechnických konštrukcií špeciálneho zakladania sú bm zabudovaných kotiev alebo mikropilót; v prípade injektovania dĺžka vrtu, objem injektovanej zmesi v m³, v prípade striekaného betónu plocha na ktorej sa aplikoval striekaný betón v m² a zabudovaný objem striekaného betónu v m³.

Výmery sa určujú v dĺžkových mierach v m, v plošných mierach v m², v objemových mierach v m³, hmotnosť v kg, čas v minútach a hodinách, kusy zhotovených prvkov v celých jednotkách alebo odúčtovacích jednotkách (napr. etapa merania).

Rozsah výkonov sa stanovuje podľa výmer určených v projektovej dokumentácii (zadávacíj dokumentácii monitoringu), resp. podľa realizačnej dokumentácie, ak dôjde k zmene rozsahu prípadne obsahu riešenia, schválenej objednávateľom. Pokiaľ toto nie je možné, stanoví sa rozsah na základe meraní in situ.

Zohľadniť sa majú zmeny v dôsledku odchýliek skutočného od predpokladaného postupu stavebných prác, zistených geologických resp. geotechnických podmienok odlišných od predpokladaných v zadávacej dokumentácii, výskytu mimoriadnych udalostí, zastavenia prác pred ukončením a inými faktormi, ktoré neboli známe v čase vypracovania zadávacej dokumentácie resp. uzatvorenia zmluvy.

V realizačnej dokumentácii musia byť uvedené zásady na stanovenie prípadných zmien meraní v prípade zistenia neustálených deformácií, mimoriadnych udalostí, prerušenia prác, predčasného ukončenia prác a pod.

Mernými jednotkami na fakturáciu zaťažovacích skúšok je druh a počet vykonaných skúšok.

7 Prílohy: Príklady záznamov konštrukčných prvkov zvláštného zakladania

Príloha 1: Záznam o zhotovení kotvy

Príloha 2: Protokol o napínaní kotvy

Príloha 3: Kontrolná skúška kotvy

Príloha 4: Protokol o zhotovení vrtanej mikropilóty

Príloha 5: Protokol o zhotovení razenej mikropilóty

Príloha 6: Denné hlásenie injekčnej stanice prúdovej injektáže

Príloha 7: Denné hlásenie vrtnej súpravy pre prúdovú injektáž

Príloha 8: Meranie parametrov zmesi

Príloha 1**ZÁZNAM O ZHOTOVENÍ KOTVY**

Objednávateľ:

Zhotoviteľ:

Súprava:

Vrtmajster:

Vrtný nástroj:

Vŕtanie sa začalo dňa:

Priemer vrtu:

Vŕtanie sa skončilo dňa:

Hĺbka vrtu:

Geologický profil

od (m)	do (m)	Opis horniny

Hladina podzemnej vody:

Zálievka cementová:

Druh cementu:

Injekčná zmes:

Druh cementu:

Záznam o priebehu injektovania

typ výstuže: zhotovenie zálievky a osadenie výstuže dňa hod

celková dĺžka (m): množstvo zmesi na zálievku (l):

dĺžka koreňa (m): max. injekčný tlak podľa projektu (kPa):

počet etáží: max. množstvo zmesi na jednu etáž (l):

predpínacia sila (kN): preukazovaná únosnosť (kN):

fáza	etáž	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I.	tlak trhací																
	tlak inj. (MPa)																
	zmes (l)																
II.	tlak trhací																
	tlak inj. (MPa)																
	zmes (l)																
III.	tlak trhací																
	tlak inj. (MPa)																
	zmes (l)																

Fáza 1 injektovania realizovaná dňa:

Správnosť údajov potvrdzujú:

Fáza 2 reinjektovania realizovaná dňa:

Aktivácia kotvy – napínanie uskutočnené dňa:

vrtmajster: dňa

Kotva je/nie je v zhode s normami a P.D.

stavbyvedúci:

investor:

Príloha 2**ODOVZDÁVACÍ PROTOKOL O NAPÍNANÍ KOTVY**

Stavba:

Protokol č.

Stavebná časť:

Kotva č.

Kvalita ocele:

dĺžka koreňa L_{tb} = (m)

dĺžka etáže: (m)

voľná dĺžka L_{tf} = (m) $L_{cel} = L_{tb} + L_{tf} =$ (m)**Napínanie kotvy**

Zaťažovacie stupne				Posun	
		(kN)	(bar)	s	s – s _{pa}
zaťaženie	P_a				
	$0,25 * P$				
	$0,50 * P$				
	$0,75 * P$				
	P				
	$P_p = 1,25 * P$				
odľahčenie	$0,50 * P$				
	P_a				
konečné predopnutie	$0,50 * P$				
	P_0				

Maximálna skúšobná sila P_p

čas (h)	t (min.)	s (mm)	Δs (mm)
	0		
	1		
	2		
	5*		
	10		
	15		
	30		
	60		

$$k_s = \frac{s_2 - s_1}{\log \frac{t_2}{t_1}} < 0.8 \text{ mm}$$

Vysvetlivky:

* – minimálny čas pozorovania

 k_s – dotvarovanie P_p – skúšobná sila t – čas pozorovania k_s – deformácia pri najvyššej skúšobnej sile P_a – predt'azenie = 10 % P P – sila v kotve P_0 – zaručená sila v kotve = 0,8 P s – posun

Zhotoviteľ

Objednávateľ

Príloha 3**KONTROLNÁ SKÚŠKA KOTVY**

Stavba	
Označenie kotvy	
Dátum	
Celková dĺžka kotvy (m)	
Dĺžka koreňa kotvy (m)	
Dĺžka kotvy nad lisom (m)	
Kritérium ustaľovania (mm)	

projektovaná sila v kotve $P =$ (kN)	sila		tlak (MPa)	posun (mm)
	$n \cdot P$	(kN)		
začiatok čítania	0,1 P			
začiatok ustaľovania	1,2 P			
koniec ustaľovania	1,2 P			
posun pri odľahčení	0,1 P			
posun pri kotvení				

minimálny pružný posun s_{e1} :

chyba určenia hodnoty posunu:

maximálny pružný posun s_{e2} :**Záznam z napínania kotvy**

sila (kN)		ustaľovanie posunov s v čase (min.) (mm)											deformácie		
													trvalá	pružná	
		0	1,25	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	28,0	me- raná	me- raná	vypočíta- ná od-do
0,2 P															
0,4 P															
0,6 P															
0,8 P															
1,0 P															
1,2 P															
Δs															

Skúšku vykonal:

Skúšku prebral:

Príloha 4

Protokol o zhotovení vrtanej mikropilóty

Zhotoviteľ Zodpovedná osoba		Dátum:				
Lokalita, stavba Investor Zmluva		Mikropilóta: typ, priemer vrtu, Údaje o výstuži: typ, priemer, centrátory Injektáž: kvalita cementu, vodný súčiniteľ Betón: trieda, max. zrno, konzistencia Metóda umiestnenia: paženie, injektážne rúrky, odbúranie Metóda vrtania: zariadenie, výplach				
Výkres č. Celkové množstvo mikropilót Dĺžka mikropilóty nad/pod pracovnou plošinou Úroveň (nadmorská výška): lokalita kóta hlavy podzemná voda		Poznámky:				
Mikropilóta číslo:						
	Dátum zhotovenia					
	Začiatok vrtania, čas (h)					
	Prerušenie (h)					
	Prekážky v hĺbke (m)					
	Dĺžka mikropilóty (m)					
	Dĺžka pažníc (m)					
	Dĺžka výstuže (m)					
	Dĺžka nad/pod terénom (m)					
	Počet a umiestnenie spojov					
	Dištančné príločky vo vzdialenosti (m), počet					
	Kontrola vrtu (hĺbka/ bar)					
	Predinjektovanie (l alebo kg/bar)					
	Objem injektáže/betónu (l alebo kg)					
	Max. tlak (bar)					
	Skúšky injektáže/betónu (typ)					
	Rozšírenie päty (objem) drieku (priemer)					
	Injektáž koreňa (l alebo kg/bar)					
	Odchýlka umiestnenia (mm): x, y					
	Odchýlka od sklonu (°)					

Príloha 5

Protokol o zhotovení razenej mikropilóty

Zhotoviteľ Zodpovedná osoba		Dátum:				
Lokalita, stavba Investor Zmluva		Mikropilóta: oceľ betón kombinovaná Priemer/max. predĺženie (mm): Plášť: päta: Tvar, materiál päty: Nosné prvky: typ, trieda: priemer/max. predĺženie (mm): Typ dištančných príložiek: prefabrikovaný betón: trieda Na mieste zhotovený betón: trieda, max. veľkosť zrna, konzistencia Transportbetón: trieda, max. zrno, konzistencia Metóda umiestnenia: paženie, injektážne rúrky, plniaca rúra Metóda razenia:				
Výkres č. Celkové množstvo mikropilót Dĺžka mikropilóty nad/pod pracovnou plošinou Úroveň (nadmorská výška): lokalita pracovná plošina podzemná voda						
Mikropilóta číslo:						
	Dátum zhotovenia					
	Čas razenia: od - do (h)					
	Prerušenie (h)					
	Prekážky v hĺbke (m)					
	Dĺžka mikropilóty (m)					
	Dĺžka výstuže (m)					
	Dĺžka nad/pod terénom (m)					
	Počet a umiestnenie spojov					
	Dištančné príložky: umiestnenie (m), počet					
	Objem zálievky/betónu (m ³ alebo kg)					
	Max. tlak (bar)					
	Skúšky injektáže/betónu (typ)					
	Rozšírenie päty (objem)					
	Injektáž koreňa (l alebo kg / bar)					
	Odchýlka umiestnenia (mm): x,y					
	Odchýlka od sklonu (°)					

Príloha 6

Denné hlásenie injekčnej stanice prúdovej injektáže

STAVBA:		ÚSEK:		Čerpadlo:						
DÁTUM:				Dohľad:						
Zmena od:		do:		Podpis:						
Pokyny dohľadu										
	Veľkosť	Operátor		Kontrola zámesi						
Tlak vody (bar)				Čas	Hustota (kg/l)					
Množstvo vody (l/min)										
Tlak zmesi (bar)										
Prietok zmesi (l/min)										
	Zámes A	Zámes B								
Cement/zámes (kg)										
Voda/zámes (kg)										
Hmotnosť zámesi (kg)										
Objem zámesi (l)										
Hustota zámesi (kg/l)										
Záznamy operátora										
Por. č.	Začiatok vrtania (počítač)	Koniec vrtania (počítač)	Začiatok predrezu (počítač)	Koniec predrezu (počítač)	Začiatok tryskania (počítač)	Koniec tryskania (počítač)	Čas začiatku tryskania	Čas konca tryskania	Tlak vody	Tlak zmesi
Prerušenie						Počet zámesi =				
Začiatok (čas)	Koniec (čas)	Príčina prerušenia				Ďalšie poznámky a pozorovania				
						Meno:				
						Podpis:				

Príloha 7

Denné hlásenie vrtnej súpravy pre prúdovú injektáž

STAVBA:		ÚSEK:		Typ vrtnej súpravy:										
DÁTUM:				Dohľad:										
Zmena od:		do:		Podpis:										
Pokyny dohľadu													Poradie zhotovenia jednotlivých stĺpov	
				Predrez		Tryskanie		Vrtár						
Hĺbka päty stĺpa (m)														
Hĺbka hlavy stĺpa (m)														
Priemer dýz (mm)														
Dĺžka kroku (cm)														
Čas/krok (s)														
Rýchlosť rotácie (m/s)														
Tlak vody (bar)														
Množstvo vody (l/min)														
Tlak injekčnej zmesi (bar)														
Množstvo zmesi (l/min)														
Tlak vzduchu (bar)														
Kontrola pri vrtaní														
Por. č.	Sklon stĺpu	Čas zač. vrtania	Čas konca vrtania	Hĺbka vrtu	Čas zač. pred-rezu	Čas konca pred-rezu	Čas zač. tryskania	Čas konca tryskania	Hĺbka konca tryskania	Tlak vody	Tlak zmesi	Dĺžka kroku	Čas kroku	Tlak vzduchu
Meranie vyplaveného materiálu														
Číslo stĺpu	Hĺbka	Hustota vyplavovaného materiálu		Číslo vzorky						Poznámky a pozorovania				
										Vrtár:				
										Podpis:				

Príloha 8 Meranie parametrov zmesí

Parameter	Jednotka	Prístroj/metóda	Použitie	Roztok	Suspensia	Malta
1 Doba prietoku (Viskozita zisťovaná prietokovým kužeľom)	(s)	Marshov kužeľ (priemer otvoru = 4,75 mm), iné prietokové viskozimetre (priemer = 8,10,12 mm)	laboratórium a stavba	N/A	A	A
2 Viskozita (dynamická alebo zdanlivá)	(Pa.s)	rotačný viskozimeter reometer	laboratórium laboratórium a stavba	A	A	N/A
3 Hustota	(kg.m ⁻³)	pyknometer, odmerná kadinka výplachové váhy (Baroid)	laboratórium a stavba	A	A	A
4 Kohézia, medza tečenia, pevnosť v šmyku	(Pa)	rotačný viskozimeter, reometer, doska prístroj na merania kohézie, Kasumeter, strihomer	laboratórium laboratórium a stavba	N/A	A	N/A
5 Schopnosť viazať vodu	(m ³)	Baroidov filtračný prístroj (nízkotlakový)	laboratórium a stavba	N/A	A	A
6 Odstoj, sedimentácia	(%) alebo (m ³ /m ³) za 2 hodiny	odmerný valec	laboratórium a stavba	N/A	A	A
7 Spracovateľnosť	(mm)	Abramsov kužeľ	laboratórium a stavba	N/A	N/A	A
8 Čas tuhnutia	(s)	nakláňaná sklenená kadinka, Vicatova ihla	laboratórium a stavba	A	A	A
9 Čas tvrdnutia	(s)	vrtuľková skúška, šmyková skúška, meranie pevnosti v prostom tlaku	laboratórium a stavba	A	A	A
10 Tvrdnutie Deformácia Konečná pevnosť		meranie pevnosti v prostom tlaku doplnené záznamom pomerného pretvorenia skúška v triaxiáli, bodový zaťažovací test	laboratórium	A	A	A
11 Odolnosť		mechanické: prietokový test chemické		A	A	A
12 Tixotropia		reometer, viskozimeter, hydrometer	laboratórium	N/A	A	N/A
13 Synereza	(%) objemu	objem vody vylúčený zo vzorky za čas	laboratórium	A	N/A	N/A
14 Zmrašťovanie/rozpínanosť	(%) objemu, dĺžka	určenie medze zmraštenia	laboratórium a stavba	A	A	A
15 Granulometria		meranie veľkosti zrn	laboratórium a stavba	N/A	A	A
16 Schopnosť prenikania		injekčný test injekcia do pieskovej kolóny	stavba laboratórium	A	A	N/A

(N/A = nie je použiteľné / obecné nie je používané, A = použiteľné)