



Tehnični pogoji za zagotavljanje kakovosti pri izvajanju  
objektov stanovanjske gradnje – TPSG

## GRADBENA DELA



# ZEMELJSKA DELA

## Globoko temeljenje

modul II - 2b







Razvojni raziskovalni projekt

# TEHNIČNI POGOJI ZA ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI PRI IZVAJANJU OBJEKTOV STANOVANJSKE GRADNJE – TPSG

## Gradbena dela: ZEMELJSKA DELA Globoko temeljenje (modul II – 2b)

<b>Naročnik:</b>	Stanovanjski sklad Republike Slovenije, Javni sklad Poljanska cesta 31, 1000 Ljubljana
<b>Naročilo/pogodba:</b>	pogodba, št. 3760/07 z dne 15. 2. 2007
<b>Vodilni izvajalec:</b>	Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana
<b>Izvajalec – partner:</b>	IMOS, d. d. Ljubljana Fajfarjeva 33, 1000 Ljubljana
<b>Avtorji:</b>	dr. Stanislav Lenart, univ. dipl. inž. grad. (ZAG) Franci Smrtnik, univ. dipl. inž. grad. (ZAG) Gregor Bele, univ. dipl. gosp. inž. (IMOS) Mojca Ravnikar Turk, univ. dipl. inž. grad. (ZAG)

Ljubljana, 2010



# VSEBINA

<b>A</b>	<b>UVOD</b>	5
A 1	Izrazi	5
<b>B</b>	<b>KOLI IN VODNJAKI</b>	6
B 1	Strokovni izrazi	6
B 2	Opis del	6
B 3	Osnovni materiali in zahteve zanje	7
B 1	Vtisnjeni piloti	7
B 1.1	Les	8
B 1.2	Beton, armirani in prednapeti beton	8
B 1.3	Jeklo	8
B 2	Uvrtani piloti	8
B 2.1	Material za beton in izplako	8
B 2.2	Jeklo	8
B 4	Način in pogoji izvedbe	9
B 5	Kakovost izvedbe	10
<b>C</b>	<b>JET GROUTING</b>	12
C 1	OPIS DEL	12
C 2	Osnovni materiali in zahteve zanje	14
C 3	Način in pogoji izvedbe	15
C 3.1	Priprava	15
C 3.2	Projektiranje	16
C 3.3	Pripravljalna dela	17
C 3.4	Vrtanje	17
C 3.5	Injektiranje – <i>jet grouting</i>	18
C 3.6	Vgradnja armature	19
C 4	Kakovost izvedbe	19
<b>D</b>	<b>IZDELAVA TEHNOLOŠKEGA ELABORATA IN PLANA KONTROLE KAKOVOSTI IZVEDBE</b>	21
D 1	Vsebina TE	21
D 1.1	Splošni podatki	21
D 1.2	Opis posamezne faze del	21
D 1.2.1	Opis vrste del	22
D 1.2.2	Materiali in polizdelki	22
D 1.2.3	Mehanizacija	22
D 1.2.4	Tehnologija izvedbe	22
D 1.2.5	Postopki zagotavljanja kakovosti izvedbe del	22
D 1.3	Plan realizacije	23
D 2	Potrjevanje TE	23
D 3	Varovanje lastnine	23
<b>E</b>	<b>VIRI</b>	24

<b>PRILOGA 1: Odgovornost za izvedbo posameznih faz pri izvajanju injektiranja</b>	25
<b>PRILOGA 2: Rojstni list elementa injektiranja</b>	26
<b>PRILOGA 3: Rojstni list pilota</b>	27
<b>Plan kontrole kakovosti materialov in izvedbe del – Globoko temeljenje (4 strani)</b>	30

## A UVOD

Tehnični pogoji za globoko temeljenje veljajo za dela, predvidena in opisana v projektu objekta.

Pri načrtovanju vseh del je treba upoštevati določila:

SIST EN 1997-1: 2005 – Evrokod 7 – prvi del – Geotehnično projektiranje;

SIST EN 1997-2: 2007 – Evrokod 7 – drugi del – Preiskave tal in preskušanje.

Pred začetkom izdelave PGD- in PZI-dokumentacije je treba določiti geotehnično kategorijo objekta in skladno s tem določiti obseg raziskav tal ter izračunov. Če je potrebno, se morata s projektno nalogo opredeliti obseg in vsebina raziskav talnih razmer.

Med gradnjo morajo biti vedno na voljo:

- Poročilo o preiskavah tal,
- poročilo o geotehničnem projektu,
- projekt (PGD; PZI) varovanja gradbene jame in
- tehnološki elaborati za izvedbo (TEZ).

Investitor potrdi Plan kontrole kakovosti za ta dela.

Ta knjižica vsebuje načine izvedb, zahteve in kontrolo, vključene pri izvedbi globokega temeljenja. To je potrebno, ko je izpolnjeno eno ali več meril:

- S plitvim temeljenjem ne zadostimo merilu mejnega stanja nosilnosti (dejanska obtežba temeljnih tal je večja od projektne nosilnosti temeljnih tal);
- če so vrhnje plasti terena premalo nosilne ali posedki preveliki oziroma preveč neenakomerni;
- če želimo preprečiti erozijo ob temelju ali pod njim, zaradi česar plitvi temelji ne ustrezajo;
- horizontalna obtežba je za plitev temelj prevelika;
- izvedba plitvih temeljev bi bila prezahtevna in draga.

### A 1 Izrazi

- Nadzor – služba, ki jo investitor pooblasti za izvajanje nadzora.
- Izvajalec – izvajalec del na delovišču.
- Strokovne službe izvajalca – služba za kakovost – notranja kontrola kakovosti z laboratoriji in geomehanskim nadzorom.
- Strokovna služba investitorja – služba za kakovost – zunanja kontrola kakovosti z laboratoriji, ki jo izbere investitor.
- Odgovorni geomehanik – praviloma naredi poročilo o preiskavah tal ali poročilo o geotehničnem projektu oziroma dokumentacijo, ki se nanaša na izvedbo zemeljskih del in temeljenja.

Plan kontrole kakovosti materialov in izvedbe del je naveden ločeno.

## B KOLI IN VODNJAKI

### B 1 Strokovni izrazi

- **Pilot** – pokončni nosilni gradbeni proizvod, običajno vitek element za prenos obtežbe temeljev globlje v temeljna tla.
- **Uvrtani pilot** – pilot, izveden z obložno kolono z izkopom ali brez nje ali vrtanjem luknje v globino in zapolnitvijo z nearmiranim ali armiranim betonom.
- **Vtisnjen pilot** – pilot, ki se kot gotovi gradbeni proizvod na gradbišču zabije, vtisne ali nabije v tla z najrazličnejšimi vrstami nabijal.
- **Statični obremenilni test pilota** – obremenilni test, pri katerem se glava pilota osno in/ali robno obremeni za analiziranje nosilnosti pilota.
- **Dinamični obremenilni test pilota** – obremenilni test, pri katerem se na glavo pilota vnese dinamična sila in se pri tem pridobijo podatki za oceno nosilnosti pilota.
- **Meritev zveznosti pilota** – nedestruktivna metoda za ugotavljanje kakovosti materiala, kontrole geometrije pilota in poškodb oziroma anomalij, ki se lahko izvede na glavi pilota ali po vsej dolžini pilota.

### B 2 Opis del

Pri globokem temeljenju teže objekta prenesemo na globlje ležečo nosilno plast. Za globoko temeljenje gre, ko za razmerje globine temeljenja  $H$  in širine temelja  $D$  velja:

$$H/D > 4$$

Elementi globokega temeljenja:

- Različni koli (piloti) in
- vodnjaki.

Gradnja temeljev na vodnjakih je podobna gradnji vodnjakov. Tako temeljenje je primerno za gradnjo večjih in zahtevnejših objektov, stoječih na nosilnih tleh, premalo obstojnih za teže objekta. Ker se na področju stanovanjskih zgradb temeljenje na vodnjakih večinoma ne uporablja kot način temeljenja, je v tem poglavju podrobneje predstavljeno le temeljenje na pilotih.

**Pilot** je pokončni nosilni gradbeni proizvod, običajno vitek element za prenos obtežbe temeljev globlje v temeljna tla, oziroma konstrukcijski element, pri katerem je dolžina nekajkrat večja od povprečnega prereza. Piloti so lahko polni ali votli in različnih oblik prečnega prereza. Sila konstrukcije objekta se po enem ali več pilotih prenese v nosilna temeljna tla.

Glede na način vgradnje jih delimo na:

- Pilote, vgrajene z razmikom zemljine (vtisnjeni, zabiti, nabiti piloti);
- pilote, vgrajene v pripravljeno izvrtino (uvrtani piloti in CFA-piloti, narejeni z neskončnim svedrom), in
- injecirne pilote (recimo *jet grouting*) – predstavljeni so v posebnem poglavju.

Glede na velikost prečnega prereza posebej označujemo:

- Kole velikega premera pri  $D \geq 1$  m,
- mikrokole (mikropiloti) pri  $D \leq 0,25$  m.



**Vtisnjeni pilot** je pilot, vgrajen na mestu vgradnje, brez odkopa in odstranjevanja zemljine, v katero ga vtiskamo oziroma zabijamo. Te pilote z različnimi zabijali vtiskamo ali zabijamo v tla. Najpogostejši način je zabijanje, vtiskovanje pa se uporablja zlasti pri sanacijskih delih. Vtisnjeni piloti imajo večjo nosilnost kot uvrtni enakih dimenzij.

Pri takih pilotih obstajata dva načina vgradnje:

1. prefabricirani elementi (leseni, betonski, armiranobetonski, jekleni ali prednapeti koli) se lahko pripravijo na drugi lokaciji ali pa na mestu vgradnje in se nato vgradijo (zabijejo ali vtisnejo) na predvideni lokaciji;
2. sestavni deli (jeklena opažna cev, armatura in beton) se dostavijo na gradbišče, nato se jeklena opažna cev vibracijsko vtisne ali zabije v tla, vanjo se vstavi armatura in nato zabetonira, lahko se izvleče tudi opažna cev (piloti, narejeni na mestu vgradnje).

Podrobnosti glede zahtev za materiale, načini in pogoji izvedbe ter kontrole kakovosti vtisnjenih pilotov so navedene standardu SIST EN 12699: 2002; Izvedba posebnih geotehničnih del – Vtisnjeni piloti, pa tudi podstandardi in standardi, ki veljajo za ta dela.

**Uvrtni piloti** so zgrajeni tako, da najprej pripravimo izvrtino, vanjo vstavimo armaturo ter zalijemo z betonom. Izkop izvajamo takole:

- Jekleno opažno cev vtiskamo v tla ob sprotne izkopu z grabežem in po potrebi s sekačem (Benotto);
- spiralni izkop s cevitvijo, težko izplako ali brez zaščite;
- spiralni izkop zemljine z neskončnim svedrom (CFA), cevitvijo s težko izplako ali brez zaščite.

Podrobnosti v zvezi z zahtevami za materiale, načine in pogoje izvedbe ter kontrolo kakovosti uvrtnih pilotov so navedene v standardu SIST EN 1536: 2002; Izvedba posebnih geotehničnih del – Uvrtni piloti, pa tudi podstandardi in standardi, ki veljajo za ta dela.

## B 3 Osnovni materiali in zahteve zanje

Materiali in proizvodi, ki jih vgrajujemo v uvrtnane in vtisnjene pilote, morajo ustrezati standardom, navedenim v SIST EN 1536: 2002 in SIST EN 12699: 2002. Zahteve v zvezi s kakovostjo ter pogoji izvedbe betona in jekla za armiranje so nevedene tudi v TPSG Gradbena dela: Betonska dela, modul II-3. Uporabljeni materiali morajo imeti ustrezne certifikate in izjave o skladnosti, ki jih morajo prej pregledati in potrditi nadzorni inženir.

### B 1 Vtisnjeni piloti

Zahteve za materiale in kontrolo kakovosti vtisnjenih pilotov so navedene v standardu SIST EN 12699: 2002; Izvedba posebnih geotehničnih del – Vtisnjeni piloti.

Osnovni materiali, ki se uporabljajo pri izvedbi vtisnjenih pilotov, so:

- Les,
- beton, armirani in prednapeti beton,
- jeklo.

## B 1.1 Les

Les je klasičen material, iz katerega se že dolgo izdelujejo piloti. Ker trohni in propada, če je izpostavljen vlagi in sušenju, se leseni piloti uporabljajo za temeljenje v ravni stalne talne vode (podtalnice). Če raven podtalnice ni stalna, se lahko lesni piloti uporabljajo le za temeljenje začasnih gradbenih objektov. Za pilote se pri nas večinoma uporabljajo smrekov, jelkin, borov ali hrastov les, lahko pa se uporabijo tudi druge vrste. Zahteve za material, proizvodnjo in ravnanje z lesenimi piloti so v standardu ENV 1995-1-1 in posameznih točkah osnovnega standarda o vtisnjenih pilotih. Pri lesenih pilotih je treba paziti na glavo in nogo pilota, da se ne poškodujeta pri zabijanju oziroma vtiskanju.

## B 1.2 Beton, armirani in prednapeti beton

Materialne in izvedbene zahteve za prefabricirane pilote, narejene iz betona so v standardu SIST EN 12794: 1997.

**Beton** se uporablja le pri pilotih, narejenih v tleh. Poleg zahtev v zvezi s kakovostjo (sestava, vrsta in druge zahteve) je treba dodati, da mora biti beton odporen proti agresivnosti podtalnice in okolne zemljine.

**Armirani beton** je najpogosteje uporabljen material pri prefabriciranih zabitih pilotih. Vrsta, sestava, kakovost betona so navedene v standardu za beton in armirani beton.

**Prednapeti beton** ima več prednosti pri izvedbi zabitih pilotov in drugih prej izvedenih pilotih, pri katerih se navadno uporablja armirani beton. Prednost prenapetega betona je v tem, da dobro prenaša elastične deformacije, zato se lahko izdelujejo zelo dolgi piloti, ki se po potrebi lahko tudi stikujejo.

## B 1.3 Jeklo

Materialne in izvedbene zahteve za jeklene pilote so v standardu SIST EN 1993-5.

**Jeklo** se uporablja pri izvedbi zabitih pilotov v obliki cevi ali profilov (H, T, I in kombinacija varjenih presekov).

## B 2 Uvrtani piloti

Zahteve za materiale in kontrolo kakovosti uvrtnih pilotov so standardu SIST EN 1536: 2002; Izvedba posebnih geotehničnih del – Uvrtani piloti.

Osnovni materiali, ki se uporabljajo pri izvedbi uvrtnih pilotov:

- Beton in izplaka,
- jeklo (armatura).

### B 2.1 Material za beton in izplako

Zahteve v zvezi z vrsto betona in njegovih zahtevah, pogojih vgradnje, uporabljenih dodatkih in morebitne uporabe izplake je treba definirati v »projektu betona«, ki ga izdelava izvajalec ali njegova notranja kontrola pred začetkom del in potrdi nadzornik. Ta mora upoštevati pogoje okolja in objekta, ki bi lahko povzročili poškodbe betona (morska voda, korozija betona itd.).

### B 2.2 Jeklo

**Jeklo (armaturne palice, armaturne mreže, armaturni koši in jeklene cevi)**, ki ga uporabljamo pri uvrtnih pilotih, mora ustrezati navedbam za kakovost, podrobneje navedenih v modulu Gradbena dela: zidarska dela.

Vrsto jekla, način armiranja in zaščitno debelino betona določi projektant v načrtu konstrukcije pilotov.

## B 4 Način in pogoji izvedbe

Pred izvedbo pilotov morata biti na voljo Poročilo o sestavi tal in Poročilo o geotehničnem projektu, izdelani skladno z zahtevami EC7. Poročila morata vključevati:

- Podatke o vrsti pilotov,
- podatke o položaju in naklonu ter toleranci glede položaja,
- podatke o prečnem prerezu pilotov,
- podatke o zahtevani kakovosti uporabljenega materiala,
- podatke o dolžini pilotov,
- podatke o številki pilotov,
- podatke o zahtevani nosilnosti pilotov,
- podatke o kotu konice pilota glede na fiksno točko na gradbišču ali v njegovi bližini,
- podatke o vrstnem redu vgradnje,
- podatke o znanih ovirah v tleh in
- podatke o pogojih v zvezi z vgradnjo pilotov.

Če o pilotih in pogojih za pilotiranje nimamo dovolj podatkov, se za posamezni objekt izvedejo predhodni obremenilni preizkusi pilotov:

- Če uporabljamo vrsto pilota ali metodo vgradnje, za katero ni primerljivih izkušenj;
- če piloti niso bili preiskani v primerljivih zemljinah in na podlagi primerljivih obtežnih pogojev;
- če bodo piloti obremenjeni s tako obtežbo, za katero ne obstajajo teorija in izkušnje za zanesljivo projektiranje; program obremenilnega preizkusa mora v takih primerih predvideti podobno obtežbo, kot jo dejansko pričakujemo;
- če opažanja med vgradnjo pilota kažejo na bistveno slabše odzivanje pilota, kot je bilo pričakovano na podlagi raziskav terena ali izkušenj, in če dodatne geotehnične preiskave na lokaciji ne pojasnijo vzroka za to.

Obremenilni preizkusi pilotov se lahko uporabijo:

- Za oceno ustreznosti izbranega načina izdelave pilotov;
- za določitev odziva reprezentativnega pilota in zemljine okrog pilota na obtežbo – v smislu posedka in mejne obtežbe;
- za presojo temeljenja na pilotih kot celoti.

Znani sta dve vrsti obremenilnih preizkusov:

1. *statični* obremenilni in
2. *dinamični* obremenilni preizkus.

Pri obeh postopkih sta potrebna natančno spremljanje izvedbe preskusa in priprava poročila o obremenilnem postopku. Poročilo se preda projektantu pilotiranja, ki pridobljene podatke upošteva pri izdelavi načrta za vgradnjo in izvedbo pilotov.

Za obravnavana preizkusa v Sloveniji trenutno ni predpisanih standardov (dopustna je uporaba veljavnih standardov) za pogoje in izvedbo. Najpogosteje sta uporabljena standarda, po katerih se je izvedla večina preizkusov pri nas:

- Za statični obremenilni test: ASTM D 1143-81(00) *Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load*;
- za dinamični obremenilni test: ASTM D 4945-00 *Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles*.

Na podlagi načrta za vgradnjo pilotov izvajalec pripravi Tehno-ekonomski elaborat pilotiranja (TEE pilotiranja), ki mora upoštevati pogoje iz posameznega standarda, obravnavanega za pilot, ter ki vključuje te bistvene zadeve in priprave:

- Način izvedbe pilotov (vtisnjeni, zabiti, BENOTTO, spiralni izkop s cevtrvijo ali brez nje, izkop z izplako, spiralni izkop z neskončnim svedrom – CFA);
- terminski plan izvedbe;
- priprava delovnih platojev in organizacije gradbišča;
- vrsta uporabljene mehanizacije;
- pogoji priprave, izdelave in izvedbe pilotov;
- projekt betona, če uporabljamo betonske pilote;
- vrsta zabijala in mejna penetracija pri zabitih pilotih;
- varnostni načrt.

Pri izvedbi pilotov v strnjenih naseljih ali ob prometnicah je treba posebno pozornost posvetiti varovanju okolice in preprečiti njihove poškodbe. Izkopani material mora biti vedno pravilno odložen na rob vrtine in kasneje ustrezno deponiran. Prevoz, pravilno ravnanje in kontrola kakovosti prefabriciranih elementov pred vgradnjo so pomembni dejavniki, ki vplivajo na končni izdelek.

## B 5 Kakovost izvedbe

Pri *pilotiranju objektov* je treba spremljati izvedbo vsakega pilota in o spremljavi napraviti zapisnik. Pri tem mora zapisnik (Priloga 5.1) vključevati vsaj:

- Številko pilota;
- podatke o opremi za vgradnjo;
- podatke o prečnem prerezu in dolžini pilota;
- datum in čas vgradnje, skupaj s prekinitvami;
- pri vpetih pilotih tudi podatke o dolžini vpetosti;
- podatke o zmesi in količini vgrajenega betona ter metodah betoniranja za pilote, betonirane na mestu;
- prostorninsko težo, pH, viskoznost po Marshu in delež drobnih zrn pri uporabi bentonitne izplake;
- podatke o slojih zemljin, pridobljene pri izkopu, in podatke o stanju tal ob konici, ko gre za kritično obnašanje konice pilota;
- podatke o ovirah in zastojih, ki so se pojavili med izvedbo;
- podatke o odklonu glede položaja, smeri in višinskih kot izvedenega pilota;
- podatki o tem, ali je bilo opravljeno čiščenje dna izkopa.

Zapisnike o spremljanju izvedbe pilotov je treba hraniti še najmanj 5 let po koncu del, skupaj s preostalo projektno dokumentacijo.

Poleg navedenega je treba posebno pozornost posvetiti tudi:

- Razdalji med piloti pri pilotih v skupinah;
- premikom in vibracijam sosednjih objektov zaradi vgradnje pilotov;
- pri uvrtenih pilotih, grajenih z izplako, se pritisk izplake vzdržuje na ravni, ki zagotavlja, da se vrtina ne zasuje in da ne pride do hidravličnega loma tal na dnu izkopa;
- čiščenju dna in včasih tudi oboda vrtine, zlasti ko se uporablja bentonitna izplaka, da se odstranijo pregneteni materiali;
- lokalni nestabilnosti zemljine na obodu vrtine med betoniranjem, ki lahko povzroči vključek zemljine v pilota;

- vdoru zemljine ali vode v del na mestu betoniranega pilota in možnost oslabitve nestrjenega betona zaradi toka vode skozi beton;
- vplivu nezasičenih peščenih slojev okoli pilota, ki srkajo vodo iz betona;
- zaviralnemu vplivu kemikalij v zemljini;
- porušitvi prvotne strukture zemljine zaradi izdelave vrtine za uvtane pilote.

Za kontrolo izvedenih pilotov se uporabljajo različni nedestruktivni testi, ki jih delimo na dve skupini glede na mesto in način izvedbe meritve:

- *PIT (Pile Integrity Testing ali Pulse echo ali Sonic echo* – meritev zveznosti pilota), ki jo izvajamo na glavi pilota s pospeškomerom, kladivom in zajemnikom podatkov po splošno uveljavljenem standardu ASTM D5882-07 *Standard Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations*;
- *CHA (Cross-hole Analyses ali Cross-hole Sonic Logging Test)*, ki se izvaja po vsej dolžini pilota najmanj v dveh ceveh (običajno treh), ki morajo biti prej vgrajene v pilot, po splošno uveljavljenem standardu ASTM D 6760-02 *Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing*;
- *PDA (Pile Driving Analyses* – analiza zabijanja pilotov), ki se izvaja na glavi pilota in je namenjena predvsem kontroli zabijanja prefabriciranih pilotov, po standardu: ASTM D4945-08 *Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles*.

Za navedene preskuse v Sloveniji ni na voljo nacionalnih standardov, ki bi obravnavali pogoje in izvedbo le-teh, zato je uporaba veljavnih standardov dovoljena, razen če projektant določi drugače. Navedeni so bili v Sloveniji najpogosteje uporabljeni standardi, ki jih uporablja večina preskusnih laboratorijev.

Za analizo stanja trajnih pilotov naj se uporablja kontrola kakovosti po metodi PIT **na vseh pilotih**, razen če je v projektu določeno drugače. Razmerje med notranjo in zunanjo kontrolo kakovosti naj bo 1 : 4.

## Vtisnjeni piloti

Pri vtisnjenih in zabitih pilotih je zelo pomembna predhodna kontrola vhodnih materialov, iz katerih bodo piloti (beton, jeklo, les ...). Kontrola vključuje kontrolo jekla, betona in lesa po navodilih standarda. Pri prefabriciranih pilotih je potrebna tudi kontrola proizvodnje.

Za kontrolo kakovosti izvedbe je potreba pri zabitih pilotih kontrola penetracije med zabijanjem in delovanjem zabijala (zlasti pred končno globino zabijanja), ki morata biti enaka, kot je predvideno v tehnološkem elaboratu oziroma projektu. Kontrola zabijanja se opravlja na pilotih, ki jih določi projektant. Spremljava poteka z **analizo pri zabijanju pilotov**, ki zbira podatke o zabijanju, in na podlagi katerega je možno določiti tudi nosilnost pilota. Med zabijanjem se spremljajo napetost in deformacije med zabijanjem, hkrati pa lahko ugotavljamo tudi zveznost pilota – z večjo zanesljivostjo kot pri PIT.

Za vsak pilot je treba pripraviti tako imenovani protokol o zabijanju (v njem morajo biti zajeti podatki o pilotu – številka, položaj, vrsta ..., podatki o zabijalu, datumu, vremenski podatki, končna globina zabijanja, energija zabijala, končna penetracija .... in drugi podatki, ki jih zahteva standard), ki je tudi osnova za oceno izvedbe zabitega pilota.

Za vtisnjene pilote je pomembna predvsem kontrola kakovosti materiala. Najpogosteje je vtisnjeni pilot sestavljen iz več manjših elementov, ki se sestavljajo in vtiskajo v zemljino.

## Uvrtani piloti

Izdelavo uvrtnih pilotov je treba različno kontrolirati. Kontrolo stanja uvrtnih pilotov sestavljajo:

- kontrole materialov (jeklo, beton),
- kontrole izvedbe (geološka spremljava izkopa, vgradnja materialov – zapisnik pregleda) in
- kontrole konstrukcije uvrtnega pilota.

**Kontrola materialov** vključuje kontrolo jekla in betona. V sklopu kontrole jekla, tj. armaturnega koša, so zajete te bistvene preiskave: mehanska preskusa (natezni in upogibni preskus), kemijska analiza (sestava jekla) in eventualni preskus zvarov.

Kontrola betona vključuje ustreznost dobavljenega betona, preiskave lastnosti svežega betona in lastnosti strjenih betonov, natančno določene v projektu betona.

**Geološka spremljava** izkopa za pilot se izvaja zaradi ugotavljanja skladnosti med prognozirano sestavo tal (na podlagi predhodnih preiskav iz geološko-geomehanskega poročila) in dejansko sestavo tal. Spremlja naj se izvedba pilota od začetka do betoniranja. Pri tem se na posebne predpisane obrazce – Poročilo o izdelavi betonskih pilotov, tj. rojstni list pilota (Priloga 5.1) vpisujejo sestava tal vzdolž pilota, drugi podatki o pilotu, projektu, opremi, zastojih, betonaži in drugih značilnostih ter odstopanjih od projekta, ki so ključni podatki o izvedenem pilotu.

## C JET GROUTING

### C 1 OPIS DEL

V tem poglavju so navedene zahteve za utrjevanje in izboljšanje lastnosti zemljine z injektiranjem po metodi *jet grouting*. Navedene zahteve so povzete po evropskem standardu SIST EN 12716: 2002 za izvedbo posebnih geotehničnih del – Injektiranje pod visokimi pritiski.

Tehnologija *jet grouting* temelji na razbijanju strukture zemljine z mešanjem in delnim nadomeščanjem osnovne zemljine z injekcijsko maso, ki jo vtiskamo v zemljino pod visokim tlakom. Injekcijska masa je navadno sestavljena iz vode in cementa.

Postopek izboljšave tal po metodi *jet grouting* je sestavljen iz dveh osnovnih faz:

1. izdelava vrtine in
2. izvlek vrtalnega drogova ter šob za injektiranje s sočasn timer injektiranjem injekcijske mase.

Rezultat dela je zemljina, premešana z injekcijsko maso, ki lahko tvori element cilindrične oblike (če šobe za injektiranje ob izvlačenju rotirajo) ali ploskovne oblike (če šobe za injektiranje ob izvlačenju ne rotirajo). Element cilindrične oblike se imenuje ***jet grouting slop***.

Glede na način injektiranja ločimo več vrst **postopkov *jet grouting***:

- Enofazno (pod pritiskom se injektira samo injekcijska masa),
- dvofazno (pred injektiranjem injekcijske mase se struktura zemljine predhodno razbije z injektiranjem druge vrste medija, recimo zrak ali voda),
- trifazno (pred injektiranjem injekcijske mase se struktura zemljine razbije najprej z injektiranjem ene vrste medija (zraka), nato pa še z injektiranjem druge vrste medija (vode).

Vsaka vrsta postopka *jet grouting* ima svoje značilnosti. Na splošno velja, da večfazno injektiranje omogoča doseganje večjih in bolj konstantnih premerov slopov.

*Jet grouting* se lahko izvaja kot začasen ali trajni poseg za različne namene, kot so:

- Temeljenje novih zgradb,
- podpiranje temeljev,
- izvedba obstoječih tesnilnih zaves,
- izvedba podpornih konstrukcij,
- izpopolnjevanje drugih geotehničnih ukrepov,
- stabilizacija določenih področij hribine.

**Projekt izvedbe poskusnega polja injektiranja** določa mesto izvedbe, število elementov poskusnega polja injektiranja in postopek ter parametre njihove izvedbe.<sup>1</sup>

Poleg naštetega mora projekt izvedbe poskusnega polja določiti tudi rezultate, ki so predmet opazovanja:

- Geometrija, položaj in nagib osi elementov izvedenih z injektiranjem,
- dimenzije elementov izvedenih z injektiranjem,
- mehanske lastnosti (tlačna trdnost, elastični modul ipd.) in vodoprepustnost posameznih elementov in konstrukcije.

Projekt izvedbe poskusnega polja injektiranja mora določati pogoje raziskav lastnosti na poskusnem polju izvedenih elementov injektiranja. Določena in predpisana morajo biti mesta za odvzem vzorcev. Projekt izvedbe poskusnega polja injektiranja mora določati tudi način dokumentiranja izvedbe, kontrole kakovosti in rezultatov poskusnega polja injektiranja.

Poleg rezultatom, ki so predmet opazovanja na poskusnem polju injektiranja, je treba pozornost nameniti kontroli bistvenih značilnosti injekcijske mase in izplake.<sup>2</sup>

Izvedba injektiranja na poskusnem polju mora biti primerljiva z glavnimi deli. Elemente injektiranja je treba izvesti v zemljini/stikih zemljine s hribino, ustrezni razmeram pri glavnih delih, z opremo, materiali in postopki, predvidenimi za glavna dela.

**Poskusno polje injektiranja** je poskusna izvedba tehnologije *jet grouting* v enakih razmerah (geološki profil, geotehnične lastnosti zemljine, hidrogeološke razmere), kot so pričakovane za glavni objekt (za katerega se izdeluje projekt izvedbe injektiranja). Glavni namen izvedbe poskusnega polja injektiranja je pridobitev izkušenj, potrebnih za izdelavo projekta izvedbe injektiranja.

Pri izvedbi poskusnega polja injektiranja se običajno uporabijo različni postopki in parametri injektiranja<sup>3</sup> z namenom njihove medsebojne primerjave.

Projekt izvedbe injektiranja določa postopek in parametre izvedbe<sup>4</sup> injektiranja izboljšave tal. Za njegovo izdelavo morajo biti znani:

- Detajlni geološki profil in geotehnične lastnosti zemljine,
- hidrogeološke razmere,
- robne razmere (sosednji objekti, vkopani objekti, vodi in inštalacije, omejitve izvedbe del, pristopi ipd.),

<sup>1</sup> Podrobneje o postopkih in parametrih izvedbe injektiranja v delu C – Način in pogoji izvedbe.

<sup>2</sup> Gl. bistvene zahteve glede injekcijske mase in izplake, Projektiranje, C – Način in pogoji izvedbe.

<sup>3,4</sup> Podrobneje o postopkih in parametrih izvedbe injektiranja v delu C – Način in pogoji izvedbe.



- zahteve zaščite okolja,
- dopustne deformacije izvajanega in sosednjih objektov,
- namen načrtovanega injektiranja.

Z upoštevanjem navedenih podatkov se postopki in parametri injektiranja določijo glede na izkušnje z injektiranjem v enakih razmerah (geološki profil, geotehnične lastnosti zemljine, hidrogeološke razmere). Te izkušnje so lahko pridobljene:

- Iz prejšnjih projektov in
- s poskusnega polja.

V obeh primerih se morajo izkušnje v dokumentirani obliki priložiti Projektu izvedbe injektiranja.

Projekt izvedbe injektiranja mora poleg postopka in parametrov izvedbe definirati tudi rezultate, ki naj jih injektiranje doseže:

- Geometrija, položaj in nagib osi elementov izvedenih z injektiranjem in dopustna odstopanja;
- minimalne dimenzije elementov, izvedenih z injektiranjem;
- mehanske lastnosti (tlačna trdnost, elastični modul ipd.) in vodoprepustnost posameznih elementov in konstrukcije.

Projekt za izvedbo injektiranja mora določati tudi pogoje raziskav lastnosti izvedenega injektiranja. Določena in predpisana morajo biti mesta za odvzem vzorcev.

## C 2 Osnovni materiali in zahteve zanje

Materiali, ki se uporabljajo za izdelavo injekcijske mase za elemente injektiranja, morajo ustrezati veljavni zakonodaji v Sloveniji (Zakon o gradbenih proizvodih – ZGPro, Uradni list RS, št. 52, junij 2000), lastnosti injekcijske mase pa morajo biti določene v skladu standardom SIST EN 445: 1998 za injekcijsko maso.

Zmes za injektiranje ne sme škodljivo vplivati na okolje.

Injekcijska masa je običajno zmes cementa in vode z vodocementnim faktorjem med 0,5 in 1,5. Injekcijski masi se lahko dodajajo tudi drugi materiali (bentonit, polnila, elektrofilterski pepel) in dodatki za zmanjšanje količine vode, stabilizatorji, plastifikatorji, dodatki za zmanjševanje prepustnosti itd. Njihova izbira in tudi izbira vodocementnega faktorja morata biti potrjeni na podlagi izkušenj.<sup>5</sup>

Če se injekcijski masi dodaja bentonit, se mora ta pripraviti in popolnoma hidratizirati pred dodajanjem cementa.

Voda, ki se uporablja, mora biti čista – brez naftnih derivatov, kislih ali alkalnih, organskih ali drugih motečih sestavin.

Poleg cementa se lahko uporabljajo tudi druga hidravlična veziva.

Posebno pozornost je treba posvetiti večjim delcem v injektirni masi, ki lahko zamašijo injektirne šobe.

Če je predvideno armiranje, morajo armaturne palice ustrezati predpisanim standardom<sup>6</sup>, ki veljajo v Sloveniji.

<sup>5</sup> Gl. projekt izvedbe injektiranja.

<sup>6</sup> Gl. TPSG, Gradbena dela: Zidarska dela, B 4. Armaturno jeklo.



### C 3 Način in pogoji izvedbe

Izvajanje del injektiranja razdelimo na faze, ki si morajo slediti v zapisanem zaporedju:

1. priprava,
2. projektiranje,
3. pripravljalna dela,
4. vrtanje,
5. injektiranje – *jet grouting*,
6. vgradnja armature.

Odgovorne strani za izvedbo posameznih faz pri izvajanju injektiranja so prikazane v tabeli v Prilogi 1.

#### C 3.1 Priprava

Osnovni pogoj za uspešno obvladovanje tehnologije injektiranja je poznavanje geološkega profila, hidrogeoloških razmer in geotehničnih lastnosti zemljine, v katero se načrtuje injektiranje injekcijske mase. Osnova za to so geotehnične raziskave, ki morajo biti izvedene skladno z zahtevami ustreznih standardov (ENV-1997-1-1, del 1).

Pred začetkom projektiranja mora biti znani:

- Detajlni geološki profil in geotehnične lastnosti zemljine (granulometrijska sestava, vlažnost, Attenbergove meje, prostorninska teža, strižni kot, kohezija),
- hidrogeološke razmere,
- robne razmere (sosednji objekti, vkopani objekti, vodi in inštalacije, omejitve izvedbe del, pristopi ipd.),
- zahteve za zaščito okolja,
- dopustne deformacije izvajanega objekta in sosednjih objektov,
- namen načrtovanega injektiranja,
- izkušnje v zvezi z injektiranjem v enakih razmerah.

Posebno pozornost je treba nameniti ugotavljanju teh geotehničnih razmer:

- Koherentni sloji, leče trdnega ali lahkognetnega konsistentnega stanja,
- velika vsebnost organskih primesi,
- nabrekajoča hribina,
- občutljive gline,
- gladina podtalne vode,
- arteške razmere ali zaprti vodni sloj,
- veliki hidravlični gradienti,
- agresivna hribina ali voda,
- zbitost slojev, samice in kaverne,
- vsebnost kemijskih odpadkov ali usedlin.

Geotehnična raziskovalna dela se morajo izvesti v mejah področja predvidenih del tako, da se karakteristični geotehnični profili dobijo z interpoliranjem med raziskanimi osmi.

Faza priprava vključuje zbiranje izkušenj injektiranja v enakih razmerah (geološki profil, geotehnične lastnosti zamljine, hidrogeološke razmere), ki služijo določitvi postopkov in parametrov injektiranja v projektu izvedbe injektiranja. V ta namen se v fazi priprava lahko:

- Izdela projekt izvedbe poskusnega polja injektiranja in
- izvede poskusno polje injektiranja.

Oboje je podrobneje opisano v uvodni točki Opis del.

Izvedba, kontrola kakovosti in rezultati poskusnega polja injektiranja morajo biti dokumentirani v skladu s projektom izvedbe poskusnega polja injektiranja.

Namesto izvedbe poskusnega polja injektiranja se lahko predložijo prejšnji projekti izvedenih del injektiranja v enakih razmerah. Enake razmere pomenijo:

- Enak geološki profil,
- enake geotehnične lastnosti zemljine,
- enake hidrogeološke razmere.

### C 3.2 Projektiranje

Faza projektiranje vključuje izdelavo projekta izvedbe injektiranja.

Vsebina projekta izvedbe injektiranja mora jasno določiti:

- Namen izvedbe injektiranja;
- pogoje, ki vplivajo na posamezne delovne faze izvedbe;
- rezultate in zahteve, ki naj jih injektiranje doseže;
- izkušnje, iz katerih izhaja izbira postopkov in parametrov injektiranja;
- postopek injektiranja;
- parametre injektiranja;
- zahteve glede injekcijske mase in izplake;
- kontrola kakovosti med izvajanjem injektiranja;
- pogoje raziskav lastnosti izvedenega injektiranja in mesta za odvzem vzorcev ter izvedbo kontrolnih meritev.

Bistveni rezultati, predpisani v projektu izvedbe injektiranja, katerih doseganje se kontrolira:

- Geometrija, položaj in nagib osi elementov, izvedenih z injektiranjem, in dopustna odstopanja;
- minimalne dimenzije elementov, izvedenih z injektiranjem;
- mehanske lastnosti (tlačna trdnost, elastični modul ipd.) in vodoprepustnost posameznih elementov in konstrukcije.

Projekt za izvedbo injektiranja mora določati pogoje raziskav v projektu navedenih bistvenih rezultatov izvedenega injektiranja. Določena in predpisana morajo biti mesta za odvzem vzorcev.

Bistveni parametri pri izvedbi injektiranja:

- Sestava injekcijske mase,
- faktor  $v/c$ ,
- velikost injektirnih šob,
- pritisk injekcijske mase,
- hitrost iztekanja injekcijske mase (poraba injekcijske mase),
- hitrost vrtenja injektirnih šob,
- hitrost izvlačanja injektirnih šob,
- kote injektiranja (kota začetka in konca injektiranja).

Projekt izvedbe injektiranja določa postopek injektiranja (eno- ali večfazno injektiranje). Poleg tega mora jasno navesti morebitne druge posebnosti in zahteve v postopku in izvajanju posameznih faz izvajanja injektiranja.

Projekt izvedbe injektiranja mora določiti bistvene zahteve glede injekcijske mase in izplake, ki izhajajo iz izkušenj injektiranja v enakih razmerah.<sup>7</sup> Te zahteve se nanašajo med drugim na:

- Pretočnost injekcijske mase,
- tlačno trdnost injekcijske mase,
- količino in barvo izplake,
- tlačno trdnost izplake.

Pri preiskavah injekcijske mase se upošteva standard SIST EN 445: 1998 za injekcijsko maso.

Projekt izvedbe injektiranja mora določiti pogostost, način in mesta izvajanja kontrole kakovosti, kamor spadajo:

- Kontrola injekcijske mase (SIST EN 445: 1998) in izplake;
- kontrola rojstnih listov pilotov<sup>8</sup> (SIST EN 12716: 2002);
- preiskave mehanskih lastnosti (tlačna trdnost, elastični modul ipd.) in vodoprepustnost posameznih elementov in konstrukcije;
- geometrija, položaj in nagib osi elementov, izvedenih z injektiranjem;
- dimenzije elementov, izvedenih z injektiranjem.

### C 3.3 Pripravljalna dela

Projektne predpostavke o geometrijskih in konstruktivnih lastnostih se morajo preveriti pred začetkom del. Tedaj je treba tudi narediti stabilen delovni plato, položaj vsake vrtine pa mora biti natančno določen z geodetsko zakoličbo.

Če so vrtine injektiranja razporejene v ravni liniji na znanih medsebojnih razdaljah, lahko preide minimalna zahteva glede določitve položaja vrtin v zahtevo po geodetski zakoličbi začetne in končne vrtine.

Geodetska zakoličba mora biti dokumentirana s koordinatami zakoličbenih točk in grafično prilogo, iz katere je razviden natančen položaj posameznega elementa injektiranja.

Treba je predvideti in pripraviti tudi pribor za zbiranje in deponiranje izpranega materiala.

### C 3.4 Vrtanje

Odstopanje središča vrtine od teoretičnega položaja mora biti manjše od 50 mm, razen če je v projektu drugače določeno. Odklon vrtine od teoretične osi mora biti manjši od 2 % za vrtine do 20 m globine. Za daljše vrtine in za horizontalno vrtanje mora biti toleranca predvidena v projektu izvajanja injektiranja. Izpiranje vrtine se lahko izvaja z vodo, zrakom, izplako ali peno. Če je potrebno, se vrtina zacevi.

Če projekt izvedbe injektiranja določa ali po navodilih nadzora, se lahko pred injektiranjem izvede izpiranje vrtine z vodo z namenom povečanja injektibilnosti zemljine. Po vrtanju vrtine v vsej dolžini ali le na posameznih odsekih, se v zemljino vbrizgava voda pod pritiskom.

Podatki o vrtanju morajo biti dokumentirani na rojstnem listu elementa injektiranja vsaj v tem obsegu:

- oznaka elementa injektiranja,
- kota vrha vrtine,
- globina vrtanja,
- kota talne vode in
- podatki o sestavi tal (hitrost napredovanja vrtalne garniture na posameznih odsekih).

<sup>7</sup> Prejšnji projekti, poskusna polja.

<sup>8</sup> Podrobneje: gl. Injektiranje – Jet grouting, Priloga 2 in poglavje D – Kakovost izvedbe.

### C 3.5 Injektiranje – *jet grouting*

Injektiranje mora izvajati usposobljeno in izkušeno osebje. Če se izvedba ustavi, se mora nadaljevati tako, da se zagotovi kontinuiteta elementa. Pri horizontalni izvedbi injektiranja se mora ustje vrtine zapreti (zamašiti) takoj, ko je opravljeno injektiranje.

Injektiranje se mora izvajati z zadostno debelino plasti hribine med injekcijsko šobo in površino hribine tako, da se prepreči »lokalni hidravlični zlom« hribine. Debelina te plasti mora biti od 0,5 m za vertikalne vrtine in do 2,0 m za horizontalne vrtine. Debelina se lahko zmanjša, če je na površini prepreka (plošča, zid ipd.). Pri izvajanju horizontalnih elementov injektiranja je kritična sedimentacija injekcijske mase, zato morajo biti preverjene kontaktne cone z okoljno hribino.

Med izvedbo injektiranja se morajo stalno vizualno spremljati:

- Količina, barva in sestava izpranega materiala na ustju vrtine (izplaka),
- velikost in konstantnost pretoka (pritiska injektiranja) injekcijske mase.

Nepričakovano zmanjšanje izpranega materiala je lahko posledica zamašitve prostora med vrtino in priborom za injektiranje, zato je treba ugotoviti vzrok in ukrepati, recimo korigiranje parametrov injektiranja in/ali korigiranje metode injektiranja. Podobno je treba ravnati tudi pri nenadnem povečanju količine izplake.

Podatki o injektiranju morajo biti dokumentirani na rojstnem listu elementa injektiranja najmanj v obsegu, določenem v tabeli v Prilogi 2. Če oprema, ki se uporablja, dopušča, se priporoča kontinuirano avtomatsko dokumentiranje podatkov:

- Pritisk injekcijske mase,
- hitrost iztekanja injekcijske mase (poraba injekcijske mase),
- hitrost vrtenja injektirnih šob,
- hitrost izvlačanja injektirnih šob.

Rojstni list elementa injektiranja mora vključevati tudi:

- Podatke o injektiranju:
  - oznaka elementa injektiranja,
  - datum in čas injektiranja (začetek/konec),
  - sestava injekcijske mase,
  - faktor  $v/c$ ,
  - kota dna elementa injektiranja (začetek injektiranja),
  - kota vrha elementa injektiranja (konec injektiranja),
  - morebitne blokade, povrtavanje, poinjektiranje,
  - količina in opis izplake (spremembe v količini, barva, druge opažene značilnosti),
  - podatki o odvzetih vzorcih (injekcijske mase in izplake) in njihove oznake;
- podatke o uporabljeni opremi:
  - število in premer injektirnih šob,
  - položaj injektirnih šob (v primeru uporabe večfaznega postopka);
- pri uporabi večfaznega postopka *jet grouting*, mora rojstni list elementa injektiranja vključevati tudi podatke:
  - o pritisku vode/zraka,
  - o hitrosti iztekanja vode.

Rojstni list elementa injektiranja naj ima grafično prilogo, ki vključuje geološki profil tal in razmere ter prereze vseh elementov injektiranja z njihovimi oznakami.

Priporoča se, da se preglednica ali rojstni list izdeluje za dnevno zaključeno celoto. Iz podatkov morajo biti jasno razvidne tudi morebitne ustavitve injektiranja in spremljevalni ukrepi (povrtavanje, poinjektiranje).

### C 3.6 Vgradnja armature

Armatura se lahko vgrajuje v sveži element injektiranja med izvedbo ali takoj po končanem injektiranju, lahko pa je vgrajena v vrtino, ki se izvede v že strjeni/vezani element injektiranja.

Postopek vgradnje armature mora biti predviden v projektu izvedbe injektiranja.

## C 4 Kakovost izvedbe

Kontrola kakovosti izvedbe injektiranja se izvaja v več fazah:

1. kontrola projekta izvedbe injektiranja,
2. kontrola opreme in potrdil o skladnosti za material, uporabljen pri izvajanju injektiranja,
3. kontrola rojstnih listov elementov injektiranja,
4. kontrola kakovosti injekcijske mase,
5. kontrola izplake,
6. opazovanje,
7. kontrola doseganja projektno predvidenih rezultatov elementov injektiranja.

Kontrola projekta izvedbe injektiranja se izvaja predvsem z namenom zagotavljanja pravilnega upoštevanja izkušenj pri izbiri postopkov ter parametrov injektiranja in vsebine projekta izvedbe injektiranja. Izkušnje so lahko iz prejšnjih projektov ali poskusnega polja in morajo biti v dokumentirani obliki priložene projektu izvedbe injektiranja. Vsebina mora ustrezati pogojem, predvidenim za projekt izvedbe injektiranja.<sup>9</sup>

Kontrola opreme in potrdil o skladnosti za material, uporabljen pri izvajanju injektiranja vključuje:

- Kontrolo manometrov in drugih merilnih instrumentov, ki se bodo uporabljali za kontrolo parametrov injektiranja (potrebno je potrdilo o kalibraciji); pri dolgotrajnih delih se lahko zahteva tudi vmesna kalibracija;
- kontrolo obstoja potrdil o skladnosti za vse vrste gradbenih materialov, ki se uporabljajo za pripravo injekcijske mase ali drugače za izvajanje injektiranja (ZGPro, Uradni list RS, junij 2000).

Kontrola rojstnih listov<sup>10</sup> elementov injektiranja je osnovni ukrep za zagotavljanje kakovostne izvedbe injektiranja. Podatki o postopku in parametrih injektiranja iz rojstnih listov za posamezne elemente morajo ustrezati vrednostim, predpisanim s projektom izvedbe injektiranja. Priporoča se, da je rojstnim listom priložen računalniški izpis parametrov injektiranja med izvajanjem, s čimer se zagotavlja nadzor nad stalnostjo parametrov injektiranja.

Kontrola kakovosti injekcijske mase vključuje sprotno:

- Kontrolo ustreznosti uporabljenih vhodnih materialov (voda, cement, dodatki),
- preiskave injekcijske mase: gostota, dekantacija, viskoznost (pretočnost), tlačna trdnost (SIST EN 445: 1998).

<sup>9</sup> Gl. vsebino projekta izvedbe injektiranja, Projektiranje, C – Način in pogoji izvedbe.

<sup>10</sup> Priloga 2.

Kontrola izplake vključuje sprotno vizualno spremljanje in dokumentiranje barve in količine izplake. Občasno se merita gostota in tlačna trdnost izpranega materiala.

Opazovanje elementov injektiranja med izvajanjem pomeni:

- Kontinuirano spremljanje parametrov injektiranja,
- spremljanje deformacij sosednjih objektov (če obstaja nevarnost nedopustnih deformacij sosednjih objektov),
- spremljanje izpolnjevanja zahtev zaščite okolja

**Kontrola doseganja projektno predvidenih rezultatov elementov injektiranja** vključuje kontrolo bistvenih rezultatov, predpisanih v projektu izvedbe injektiranja:

- Geometrija, položaj in nagib osi elementov, izvedenih z injektiranjem in dopustna odstopanja;
- minimalne dimenzije elementov, izvedenih z injektiranjem,
- mehanske lastnosti (tlačna trdnost, elastični modul ipd.) in vodoprepustnost posameznih elementov in konstrukcije.

Za zagotavljanje pravilnega položaja elementov injektiranja je potrebna kontrola izvedbe geodetske zakoličbe.

Najučinkovitejša sta vizualna kontrola in neposredno merjenje geometrijskih lastnosti (premer, dolžina, nagibi osi) elementa injektiranja. Če neposredno merjenje ni možno, se geometrijski podatki ugotovijo z jemanjem vzorcev v smereh, primerno odklonjenih od osi elementov injektiranja, ali pa z izvajanjem posrednih raziskav (geofizikalne meritve, statična penetracija v sveže injektirani material ipd.).

Ko se na terenu izvajajo neposredne meritve mehanskih lastnosti elementov injektiranja (penetrometer, presiometer ali druge raziskave, pri katerih je potrebno vrtanje elementov), mora biti določen položaj merilnega instrumenta glede na os in tlorisno dispozicijo elementov.

Raziskave tlačnih lastnosti se morajo izvajati na vzorcih jedra z razmerjem  $H/D = 2,0$ .

Raziskave mehanskih lastnosti se izvajajo po končanem vezanju, upoštevaje zahteve konstrukcije in vpliv zemljine na čas vezanja. Pri interpretaciji rezultatov je treba upoštevati učinke jemanja in priprave vzorcev ter postopkov raziskav.

Vzorci za izvedbo raziskav mehanskih lastnosti morajo biti shranjeni v prostorih s kontrolirano vlago in temperaturo.

Ko je treba je z elementi dosegati zmanjševanje vodoprepustnosti, se vodoprepustnost elementov lahko meri s poskusi v vrtinah, izvedenih v element. V vrtinah, ki se jih izvede skozi več elementov hkrati, se kontrolira vodoprepustnost stikov med elementi.

Skupna vodoneprepustnost konstrukcije, izvedene iz elementov injektiranja, se meri s poskusnim črpanjem ali piezometri.

## D IZDELAVA TEHNOLOŠKEGA ELABORATA IN PLANA KONTROLE KAKOVOSTI IZVEDBE

Pred začetkom izvajanja posamezne vrste del mora izvajalec zemeljskih del – globokega temeljenja pripraviti tehnološki elaborat (TE) in ga posredovati nadzornemu inženirju v potrditev. Nadzor (oziroma nadzorni inženir) je lahko posameznik ali institucija, ki opravlja naloge nadzora v imenu investitorja.

TE dopolnjuje projekt za izvedbo s konkretnimi podatki o uporabljenih materialih in polizdelkih, zlasti o njihovem izvoru in kakovosti, s podrobnejšim opisom tehnologije izvajanja del in planom zagotavljanja kakovosti.

Ta priročnik opredeljuje minimalne zahteve za vsebino TE in postopke potrjevanja.

### D 1 Vsebina TE

TE mora imeti ta poglavja:

- Splošne informacije o izvajalcu in konstrukcijskih značilnosti objekta,
- projektna dokumentacija in drugi razpoložljivi podatki o terenskih razmerah,
- opis posamezne faze del,
- terminski plan izvajanja del.

TE je možno dopolnjevati skladno z napredovanjem del. Splošne informacije je možno dati le enkrat, druge dele elaborata pa za vsak sklop del posebej.

TE mora obravnavati te sklope del:

- Zemeljska dela (vrsta del: nasipi ali izkopi),
- priprava temeljih tal,
- varovanje gradbene jame,
- geotehnično opazovanje,
- način in pogostost odvzema vzorcev in njihova kategorizacija,
- uporaba izkopnega materiala v nadaljevanju gradnje oziroma njegovo deponiranje,
- organizacija gradbišča med izvajanjem globokega temeljenja,
- druga zemeljska dela, ki niso zajeta v tem priročniku.

#### D 1.1 Splošni podatki

Splošni podatki morajo vključevati osnovne informacije o izvajalcu in konstrukcijskih značilnosti objekta, predvsem pa:

- opis objekta in
- pregledno situacijo s karakterističnimi detajli in fazami dela.

#### D 1.2 Opis posamezne faze del

Za vsako posamezno fazo del mora izvajalec v TE navesti te podatke:

- opis vrste del, na katera se TE nanaša;
- podatke o uporabljenih materialih in polizdelkih;
- podatke o mehanizaciji, predvideni za izvedbo posameznega sklopa del;
- podatke o tehnologiji izvedbe;
- postopke zagotavljanja kakovosti materialov in izvedbe del (delno opisano v točkah B in C).



### **D 1.2.1 Opis vrste del**

Za vsako posamezno fazo del mora izvajalec v TE opisati, na katero fazo del se podatki v nadaljevanju nanašajo. Poleg kratkega opisa mora navesti tudi količino del in okvirni termin izvajanja del.

### **D 1.2.2 Materiali in polizdelki**

Popis osnovnih materialov mora vključevati:

- Vrste in izvor s podrobnimi oznakami,
- potrebne količine,
- način transporta,
- potrjene recepture (betoni in drugi polizdelki, ki se pripravljajo na gradbišču ali v obratih za pripravo),
- način skladiščenja osnovnih materialov in polproizvodov,
- dokazila o kakovosti (izjave o skladnosti s certifikati),
- specifikacija področja, za katerega ima izdelek tehnično soglasje o primernosti, in navodila proizvajalcev za vgradnjo.

### **D 1.2.3 Mehanizacija**

Navesti je treba:

- Vrsto mehanizacije in njene tehnične lastnosti,
- raven hrupa, ki ga mehanizacija povzroča,
- druge vplive, ki jih ima mehanizacija na okolico.

### **D 1.2.4 Tehnologija izvedbe**

Opisati je treba:

- Tehnološke postopke po posameznih fazah dela; postopek in faze je treba tudi grafično prikazati, skupaj z detajli, predvsem za izvedbo zahtevnejših del;
- pripravo in ureditev delovnega mesta;
- načine skladiščenja osnovnih materialov in polizdelkov ter zaščite že izvedenih elementov pred poškodbami;
- natančno opredelitev načina vgradnje;
- načine izvedbe posebnih del;
- nego, zaščito in obdelavo vgrajenih materialov;
- dopustne tolerance za izvedbo;
- varovanje okolja (zrak, hrup, podtalnica itd.) in
- koordinatorja dela ter
- strokovno ekipo, ki mora biti navzoča pri izvedbi del (odgovorni vodja del, tehnolog, predstavnik laboratorija); vsaj en član mora sodelovati že pri pripravi TE.

### **D 1.2.5 Postopki zagotavljanja kakovosti izvedbe del**

Izvajalec del mora za vsako fazo del pripraviti plan zagotavljanja kakovosti, ki mora zajemati vsaj:

- Podatke o vrsti in obsegu notranje kontrole kakovosti materialov in polizdelkov,
- podatke o vrsti in obsegu notranje kontrole kakovosti izvedbe,
- podatke o ključnih kadrih in (če je potrebno) dokazila o njihovi izobrazbi,
- podatki o pregledu obratov za osnovne materiale in polproizvode,
- program opazovanja in spremljanja izvedenih del,
- druge ukrepe za zagotavljanje kakovosti del.



Pri pripravi plana zagotavljanja kakovosti mora izvajalec upoštevati veljavne predpise in standarde za izvajanje geotehničnih del, kot so SIST EN 1536: 2002, SIST EN 1537: 2002 in SIST EN 12716: 2002. Sklop mora vključevati izpolnjene plane kontrole kakovosti materialov in izvedenih del (določiti je treba povprečno pogostost preizkusov, ki jih izvaja notranja in zunanja kontrola, katere obseg glede na specifiko objekta med projektiranjem opredeli projektant, med izvedbo del pa nadzorni inženir). Ukrepi zagotavljanja kakovosti morajo biti prilagojeni terminskemu planu in neugodnim vremenskim razmeram za izvajanje del (vročina, mraz, padavine, dvig podtalnice ...).

Izvajalec mora pred začetkom izvajanja posamezne faze dela, za katero še ni dokazal, da jo je sposoben ustrezno izvesti oziroma da se uporablja material, za katerega še ni podatkov o primernosti za vgradnjo, po dogovoru z nadzornim inženirjem pripraviti testno polje, na katerem bo potrjena njegova usposobljenost oziroma primernost materiala.

### **D 1.3 Plan realizacije**

Izvajalec del mora v TE prikazati podrobnejši plan realizacije izvajanja del, iz katerega je razvidno, kdaj se bodo posamezna dela izvajala, plan mehanizacije in delovne sile, dobavo osnovnih materialov in delovni čas.

## **D 2 Potrjevanje TE**

Izvajalec gradbenih del mora nadzornemu inženirju predložiti TE najmanj 15 dni pred začetkom izvajanja posamezne faze del, opredeljene v tehnološkem elaboratu.

Nadzor (nadzorni inženir) mora skupaj pri investitorju izbrano za to usposobljeno strokovna službo investitorja najpozneje v 8 dneh tehnološki elaborat pisno potrditi oziroma ga zaradi neustreznosti zavrniti.

Izvajalec gradbenih del mora potrjeni tehnološki elaborat predložiti nadzornemu inženirju na gradbišče najmanj 3 dni pred začetkom izvajanja del.

## **D 3 Varovanje lastnine**

Podatki v tehnološkem elaboratu se lahko uporabijo samo s soglasjem izdelovalca TE.



## E VIRI

- Posebni tehnični pogoji za zemeljska dela. SCS, Ljubljana, 1989. Knjiga 5 dopolnil. DDC Ljubljana (2004).
- Popis del in posebni tehnični pogoji za zemeljska dela in temeljenje, knjiga 3, Skupnost za ceste Slovenije, Ljubljana, 1989.
- SIST EN 1536: 2002 – Izvedba posebnih geotehničnih del – Uvrtani piloti.
- SIST EN 12699: 2002 – Izvedba posebnih geotehničnih del – Vtisnjeni piloti.
- SIST EN 12716: 2002 – Izvedba posebnih geotehničnih del – Injektiranje pod visokimi pritiski.

## PRILOGA 1: Odgovornost za izvedbo posameznih faz pri izvajanju injektiranja

Faza dela		Odgovoren	Referenčni dokument
Priprava	Geotehnična raziskovalna dela	A	Poročilo o geotehničnih pogojih
	Definiranje namena in pogojev injektiranja	B	Tehnični pogoji za injektiranje
	Zbiranje izkušenj	A	Prejšnji projekti izvedenih del injektiranja v enakih razmerah
	Izvedba poskusnega polja injektiranja	C	Projekt izvedbe poskusnega polja injektiranja
Projektiranje	Izdelava projekta izvedbe injektiranja	B	Poročilo o izvedbi poskusnega polja injektiranja Projekt izvedbe injektiranja
Pripravljalna dela	Preverba projektnih predpostavk	C	Tehnološki elaborat izvedbe injektiranja
	Priprava delovnega platoja in potrebne opreme		Poročilo o geodetski zakoličbi elementov injektiranja
	Zakoličba		
	Kontrola opreme in potrdil o skladnosti za material, ki se bo uporabljal pri izvajanju injektiranja	A	Poročilo o izvedbi kontrole opreme in potrdil o skladnosti materiala
Vrtanje	Kontrola projekta injektiranja	A	Poročilo o pregledu projekta injektiranja
	Izdelava vrtnin za injektiranje	C	Rojstni list elementa injektiranja
	Geološka spremljava vrtnja	A	Poročilo o geološki spremljavi vrtnja za elemente injektiranja
Injektiranje – jet grouting	Priprava injekcijske mase in izvedba injektiranja	C	Rojstni list elementa injektiranja
	Kontrola kakovosti injekcijske mase in kontrola izplake	A, C	Poročilo o preiskavi injekcijske mase Poročilo o kontroli izplake
	Kontrola rojstnega lista elementa injektiranja	A	Poročilo o kontroli izvedbe elementa injektiranja
	Opazovanje	C	Kontinuirani zapis parametrov injektiranja Poročilo o deformacijah sosednjih objektov Poročilo o vplivih na okolje
	Vgradnja armature	A, C	Zapis o spremljanju izvedbe vgradnje armature
Kontrola doseganja projektno predvidenih rezultatov injektiranja	Kontrola geometrije, položaja, nagiba osi izvedenih elementov injektiranja Kontrola mehanskih lastnosti in vodoprepustnosti	A	Poročilo o kontroli izvedbe elementa injektiranja

**A** – INVESTITOR (s tehničnim osebjem, eksperti, nadzorom)

**B** – PROJEKTANT

**C** – IZVAJALEC

**PRILOGA 2: Rojstni list elementa injektiranja**

OBJEKT:	IZVAJALEC:
ODSEK:	Podpis:
PROFIL:	NADZOR:
OZNAKA ELEMENTA IN JEKTIRANJA:	Podpis:

**VRTANJE**

Kota vrha vrtine:	Datum vrtanja:
Globina vrtanja:	Sestava tal (napredovanje vrtalne garniture):
Kota pojava talne vode:	
Odgovorna oseba:	
Podpis:	

**INJEKTIRANJE**

Tehnologija injektiranja:	Vrsta črpalke:		
Število/premer injektirnih šob:	Kalibracija:	DA	NE
Položaj injektirnih šob:	Datum in čas injektiranja:		
	(začetek/konec)		
<b>PARAMETRI INJEKTIRANJA</b>			
Kontinuirano avtomatsko dokumentiranje parametrov (računalniški izpis):	DA	NE	
Pritisk injekcijske mase (bar):	Večfazna tehnologija		
Pretok injekcijske mase (l/min):	Pritisk vode (bar):		
Hitrost vrtenja injektirnih šob:	Pretok vode (l/min):		
Hitrost izvlačanja injektirnih šob:	Pritisk zraka (bar):		
Kota dna elementa injektiranja:			
Kota vrha elementa injektiranja:			
<b>INJEKCIJSKA MASA</b>			
Sestava:			
Faktor v/c:			
Čas odvzema vzorca:		Pretočnost (s):	
Oznaka vzorca (tlačna trdnost):		Gostota (kg/l):	
<b>IZPLAKA</b>			
Gostota (kg/l):		Barva, količina, posebnosti:	
Oznaka vzorca za tlačno trdnost:			
<b>USTAVITVE V INJEKTIRANJU</b>			
Kota (m)	Čas trajanja (od ... do)	Globina povrtavanja (m)	Kota začetka poinjektiranja (m)
Odgovorna oseba:		Podpis:	

PRILOGA 3: Rojstni list pilota

INVESTITOR:

GRADBIŠČE:

OBJEKT:

LOKACIJA:

oznaka pilota:

št. projekta (načrt):

Globalni profil

Opis zemljin

kota vode

0

Ravnina usija izkopa.....m

SKICA

ARMATURNIH KOŠEV

PROJEKTANT:

POROČILO O IZDELAVI BETONSKIH PILOTOV

SIST EN 1536:1999

IZVAJALEC:

GRAFIČNI PRIKAZ BETONIRANJA PILOTOV

LEGENDA:

☐ BETON

☐ KOLONE

☐ KONTRAKTOR

1. PODATKI O PILOTU

PREMER PILOTA (m):

dejan. kota del. platoja (m):

pilot-projektirana dolžina (m):

pilot-dejanska dolžina (m):

proj. dolžina vpetosti (m):

dejanska dolžina vpetosti (m):

projek. kota pete pilota (m):

dejanska kota pete pilota (m):

toleranca 0,10 m

ODSTOPANJE OD PROJEKTA:

2. IZKOP PILOTA

Φ KOLONE (zun./not.):

globina izkopa (m):

v mehkem:

v trdem:

uporaba sekača (krone) od

količina izkopanega mat.:

SPT (zahtevani):

SPT (izmerjeni):

čiščenje dna:

NIVO TALNE VODE:

3. ARMATURA

vzdolžna:

prečna:

dolžina koša (skupna):

7. OPOMBE (zastoji, razširitev pete, vtoki vode...)

4. BETON

TRDNOSTNI RAZRED:

cement (vrsta):

količina cementa:

agregat (max.zrno):

v/C FAKTOR:

DODATKI:

POSED /Slump test/:

5. BETONIRANJE PILOTA

KONTRAKTOR Φ/L: 220

nivo vode v koloni:

način prevoza:

število vozil:

rač. količina betona:

dej. količina betona:

zabetonirana deložina pilota (m):

odbijanje/dobetoniranje:

6. CAS IZDELAVE

FAZA

ZAC.

IZKOP

ARMAT.

BETON

DATUM

ZAC.

KON.

KON.

KON.

URA

ZAC.

IZKOP

ARMAT.

BETON

UR

ZAC.

KON.

KON.

KON.

VREME

ZAC.

IZKOP

ARMAT.

BETON

°C

ZAC.

IZKOP

ARMAT.

BETON

0

1

2

3

4

Ura

vgrajeno betona [m<sup>3</sup>]

GEOTEHNIČNI NADZOR:

datum:

podpis:

SESTAVIL:

ZA IZVAJALCA:

ODG.PROJEKTANT:

ZA NADZOR:

DATUM:

27/32

## PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO ZEMELJSKA DELA - Globoko temeljenje

Obseg notranje in zunanje kontrole kakovosti se prilagodi zahtevam projekta.

Naveden je okvirni nabor preskusov.

Predmet kontrole	Obseg del		Notranja kontrola		Zunanja kontrola	
	Enota mere	Količina	Na enoto	Število	Na enoto	Število

### JET GROUTING

#### 1. Sestanki, ogledi in konzultacije za področje *jet groutinga*

- Sodelovanje z nadzorom

Objekt		-	-	1/objekt	<b>1</b>
--------	--	---	---	----------	----------

#### 2. Priprava

- Pregled projektne dokumentacije z mnenji (poročilo o geotehničnih pogojih, projekt izvedbe poskusnega polja, poročilo o izvedbi poskusnega polja, projekt izvedbe *jet groutinga*)
- Kontrola opreme in potrdil o skladnosti materiala

Objekt		-	-	1/objekt	<b>1</b>
--------	--	---	---	----------	----------

Objekt		-	-	1/objekt	<b>1</b>
--------	--	---	---	----------	----------

#### 3. Poskusno polje

- Spremljava izvedbe del s pregledom rojstnih listov *jet grouting* slopov
- Preiskave injekcijske mase (SIST EN 445) (pretočnost, tlačna trdnost po 28 dneh, prostorninska teža, izločanje vode)
- Geološka spremljava vrtnja
- Kontrola izplake
- Poročilo z verifikacijo izvedbe sklopov *jet grouting*

Slop		1/slop		*	<b>1</b>
------	--	--------	--	---	----------

Injek. masa		1/slop		**	
Poskusno polje		1/slop		*	<b>1</b>
Poskusno polje		1/slop		*	<b>1</b>
Objekt		-			<b>1</b>

\* 1/poskusno polje

\*\* 1/injekcijsko maso

#### 4 Jet grouting slopi

- Spremljava izvedbe del
- Preiskave injekcijske mase (SIST EN 445) (pretočnost, tlačna trdnost po 28 dneh, prostorninska teža, izločanje vode)
- Geološka spremljava vrtnja
- Kontrola izplake
- Pregled rojstnih listov pilotov s poročilom

Slop		1/slop		*	
------	--	--------	--	---	--

Objekt		dnevno		*	
Objekt		1/slop		*	
Objekt		1/slop		*	
Objekt		-			<b>1</b>

\* 1/objekt, vendar ne manj kot 1 / 20 slopov.

#### 5 Kontrola doseganja rezultatov

- Kontrola geodetske zakoličbe, dolžine in nagiba slopov
- Kontrola mehanskih lastnosti slopov
- Kontrola vodoprepustnosti (nalivalni preizkus)
- Spremljava in vrednotenje kontrolnih preiskav Mehanskih lastnosti in vodoprepustnosti
- Končna ocena

Slop		1 / slop		*	
Objekt		*		-	
Objekt		*		-	

Objekt		-		*	
Objekt		1 / objekt	1	1 / objekt	<b>1</b>

\* 1/objekt, vendar ne manj kot 1/40 slopov in ne manj kot 1/vrsto zemljine.

# PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL

## POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV

### ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO

#### ZEMELJSKA DELA - Globoko temeljenje

Obseg notranje in zunanje kontrole kakovosti se prilagodi zahtevam projekta.

Naveden je okvirni nabor preskusov.

Predmet kontrole	Obseg del		Notranja kontrola		Zunanja kontrola	
	Enota mere	Količina	Na enoto	Število	Na enoto	Število

## KOLI

### 1. Sestanki, ogledi, pregledi TEE in konzultacije za področje pilotiranja

- Sodelovanje z nadzorom

Objekt		-	-	1/objekt	
--------	--	---	---	----------	--

### 2. Koli, vodnjaki

- Pregled temeljnih tal in dolžine vpetja
- Preveritev zveznosti *ASTM D5882 - 07 \*\*\**
- Dinamični preiskus *ASTM D4945 - 08 \*\*\**

Pilot		0,75*		0,25	
Pilot		0,75*		0,25	
Število		**			

\* Pri objektih se pregledajo vsi piloti, pri podpornih in opornih zidovih pa 50 %

\*\* Določi projektant objekta ali nadzorni organ.

\*\*\* Najpogosteje uporabljeni standardi v Sloveniji.

### 3. Poročila

- Končno poročilo o gemehanski spremljavi
- Temeljenja in meritvah zveznosti pilotov

Poročilo*		1/objekt		1/objekt	
-----------	--	----------	--	----------	--

\* Vsebina je odvisna od rezultatov izvedenih meritev.

## 4. Cementni beton

### 4.1 Transportni beton v betonarni

Kontrola kakovosti betona kategorije II v betonarni v skladu s SIST EN 206-1 in SIST 1026

Za betone za prednapete objekte mora izvajalec dokazati tudi posebne lastnosti betona, krčenje, lezenje in modul elastičnosti.

#### 4.1.1. Pregled izvajanja kontrole proizvodnje na betonarni

- Pregled betonarne in kontrola, ki jo izvajajo predstavniki Inženirja in zunanje kontrole
- ter izdelava poročila o pregledu

				1 x na leto	
--	--	--	--	-------------	--

#### 4.2. Vgrajeni beton na objektu

Po določilih standarda prEN 13670 in SIST EN 12794: 2005/A1: 2007

##### 4.2.1 Sodelovanje z nadzorom in koordinacije

- Strokovno sodelovanje z nadzornim inženirjem pri reševanju problematike v zvezi z betonerskimi deli
- in udeležba pri koordinaciji

				2 x na mesec	
--	--	--	--	--------------	--

##### 4.2.2 Projekt betona in postopki

- Pregled projekta betona in postopkov s preveritvijo ustreznosti predlaganih sestav betonov za predviden namen uporabe,
- pregled programov notranje kontrole

				1 x na objekt	
--	--	--	--	---------------	--

##### 4.2.3 Pregled izvajanja notranje kontrole kakovosti betonerskih del na mestu vgrajevanja

- Navzočnost predstavnika zunanje kontrole pri izvajanju betonerskih del na objektu
- in preverjanje izvajanja notranje kontrole

				3 x na objekt	
--	--	--	--	---------------	--

##### 4.2.4 Sveži beton

- Odvzem vzorca po SIST EN 12350-1 in konsistenca po SIST EN serije 12350

m <sup>3</sup>		40		3 x na objekt	
----------------	--	----	--	---------------	--

- Vsebnost por (pri aeriranih betonih NOZT-100 in NOZT-150) po SIST EN 12350-7

m <sup>3</sup>		40		3 x na objekt	
----------------	--	----	--	---------------	--

**PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL**  
**POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV**  
**ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO**  
**ZEMELJSKA DELA - Globoko temeljenje**

*Obseg notranje in zunanje kontrole kakovosti se prilagodi zahtevam projekta.*

*Naveden je okvirni nabor preskusov.*

Predmet kontrole	Obseg del		Notranja kontrola		Zunanja kontrola	
	Enota mere	Količina	Na enoto	Število	Na enoto	Število

#### 4.2.5 Strjeni beton

##### 4.2.5.1

- Tlačna trdnost po SIST EN 12390-3 in prostorninska masa po SIST EN 12390-7

m <sup>3</sup>		100*		10% -15%	
----------------	--	------	--	----------	--

- Odpornost betona proti prodoru vode po SIST EN 12390-8

m <sup>3</sup>		500**		3 x na objekt	
----------------	--	-------	--	---------------	--

- Notranja odpornost proti zmrzovanju in tajanju (NOZT100 ) po SIST 1026 - če bo beton pilotov izpostavljen XF1

m <sup>3</sup>		2000***		2 x na objekt	
----------------	--	---------	--	---------------	--

- Odpornost površine betona proti zmrzovanju in tajanju v prisotnosti soli - če bodo piloti izpostavljeni XF4 (OPZT-10 ) po SIST 1026

m <sup>3</sup>		1000***		1 x na objekt	
----------------	--	---------	--	---------------	--

\* Enkrat na dan, najmanj 3 preskušanci za vsako partijo betona oziroma po posebnem določilu za vsak segment, kampado ali konstrukcijski element.

\*\* Najmanj 3 preskušanci za betone, ki se vgrajujejo v objekte istega izvajalca na določenem odseku in se dobavljajo iz iste betonarne.

\*\*\* Najmanj enkrat na objekt, za betone, ki se vgrajujejo v objekte istega izvajalca na določenem odseku in se dobavljajo iz iste betonarne.

\*\*\*\* Betoni za prednapete prekladne konstrukcije in zidove dolžine nad 100 m, enkrat na objekt.

#### 4.2.5 Delna poročila o kakovosti izvedenih del

- Delna poročila  
 - Končna poročila

Na mesec		1		1	
Na objekt		1		1	



Beleške:

Handwritten notes area with horizontal lines.



# Beleške:

A series of horizontal dotted lines for taking notes.



