



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

## GRADBENA DELA



# ZEMELJSKA DELA

# Varovanje gradbenih jam

modul II - 2c







Razvojni raziskovalni projekt

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

## Gradbena dela: zemeljska dela Varovanje gradbenih jam (modul II – 2c)

<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>	mag. Iztok Klemenc, univ. dipl. inž. grad. (ZAG) Mojca Ravnikar Turk, univ. dipl. inž. grad. (ZAG)

Ljubljana, 2010



# VSEBINA

<b>A</b>	<b>UVOD</b>	5
<b>A 1</b>	<b>Izrazi</b>	5
<b>B</b>	<b>SIDRANJE</b>	5
<b>B 1</b>	<b>Opis del</b>	7
B 1.1	Priprava sidrane konstrukcije	7
B 1.2	Prevzem sestavnih komponent/sestavljanih sider	8
B 1.3	Premeščanje in shranjevanje sidrskih komponent/sestavljanih sider in ravnanje z njimi	9
B 1.4	Preverjanje okoljskih pogojev	10
B 1.5	Metode vgradnje	11
B 1.6	Orodja in stroji	13
B 1.7	Zahtevana kakovost	13
<b>B 2</b>	<b>Osnovni materiali in zahteve zanje</b>	16
B 2.1	Osnovni materiali	16
B 2.2	Pomožni materiali	19
<b>B 3</b>	<b>Način in pogoji izvedbe</b>	19
B 3.1	Preverjanje konstrukcij	19
B 3.2	Preverjanje okoljskih pogojev	20
B 3.3	Posebni pogoji izvedbe	20
<b>B 4</b>	<b>Kakovost izvedbe</b>	23
B 4.1	Splošni videz	23
B 4.2	Tolerance mer	23
B 4.3	Druge zahteve	24
B 4.4	Metode preverjanja kakovosti	24
<b>B 5</b>	<b>Izdelava tehnološkega elaborata in plana kontrole kakovosti izvedbe del za geotehnična sidra</b>	26
<b>C</b>	<b>OPORNE KONSTRUKCIJE</b>	28
<b>D</b>	<b>GEOTEHNIČNO OPAZOVANJE</b>	29
<b>D 1</b>	<b>Opis del</b>	31
<b>D 2</b>	<b>Osnovni materiali in zahteve zanje</b>	33
<b>D 3</b>	<b>Način in pogoji izvedbe</b>	33
<b>D 4</b>	<b>Kakovost izvedbe</b>	34
<b>D 5</b>	<b>Izdelava tehnološkega elaborata in plana kontrole kakovosti izvedbe geotehničnega opazovanja</b>	34
	<b>PRILOGA: Plan kontrole kakovosti materialov in izvedbe del – Varovanje gradbenih jam (5 strani)</b>	36



## A UVOD

Tehnični pogoji varovanje gradbenih jam veljajo za dela, predvidena in opisana v projektu varovanja gradbene jame.

Pri načrtovanju del je treba upoštevati določila:

- SIST EN 1997-1: 2005 – Evrokod 7 – prvi del – Geotehnično projektiranje in
- SIST EN 1997-2: 2007 – Evrokod 7 – drugi del – Preiskave tal in preskušanje.

Treba je določiti geotehnično kategorijo podpornih konstrukcij varovanja gradbene jame in skladno s tem definirati obseg raziskav tal ter izračunov in pregledov projektov. Včasih pa je treba s projektno nalogo opredeliti tudi obseg raziskav in projekta varovanja.

Med gradnjo morajo biti vedno na voljo:

- Poročilo o preiskavah tal,
- poročilo o geotehničnem projektu,
- projekt (PGD; PZI),
- tehnološki elaborati za zemeljska dela (TEZ).

### A 1 Izrazi

- Nadzor – služba, ki jo investitor pooblasti za izvajanje nadzora.
- Institucija – strokovno usposobljeni neodvisni organ s tehničnimi zmogljivostmi za izvedbo in presojo preskušanja ter vrednotenja proizvodov, ki ga imenuje naročnik (SSRS), upošteva kvalifikacije, reference in status priglasenosti za potrjevanje skladnosti proizvodov, ki se za konkretna dela uporabljajo.
- Izvajalec – izvajalec del na delovišču.
- Strokovne službe izvajalca – služba za kakovost – notranja kontrola kakovosti z laboratoriji skupaj z geomehanskim nadzorom.
- Strokovna služba investitorja – služba za kakovost – zunanja kontrola kakovosti z laboratoriji, ki jo izbere investitor.
- Odgovorni geomehanik – praviloma izdelovalec poročila o preiskavah tal ali poročila o geotehničnem projektu oziroma dokumentacije, ki se nanaša na izvedbo zemeljskih del in temeljenja.

## B SIDRANJE

### Strokovni izrazi

- **Proizvajalec sider** v proizvodnem obratu proizvaja komponente sider oziroma sestavlja sidra.
- **Izvajalec sidrskih del** izdelava sidrišča, opravi vrtanje in vgradnjo sider, napenjanje ter zaklinjanje sider in poskrbi za dokončanje sidrišča, všteti protikorozijsko zaščito sidrskih glav.
- **Elaborat sidra** je tehnična mapa sidra, pripravljena v sklopu podelitve soglasja, ki natančno opredeljuje predvideno uporabo in zasnovo gradbenega proizvoda, vsebuje načrte izvedbenih variant sidra in tudi opredeljuje tehnologijo vgradnje sidra.
- **Program napenjanja** je dokument, ki ga pripravi projektant po končanih preiskavah sider in v katerem na podlagi dobljenih rezultatov preiskav sider za prednapeta sidra objekta potrdi

projektno rešitev sidranja, opredeli dolžine in razporeditev sider, tipe in izvedbene postopke preskusov, preskusne sile, sile zaklinjenja, merila za presojo nosilnosti sider ter določi merilna in kontrolna sidra.

- **Načrt kontrole** je priloga podeljenega soglasja, ki opredeljuje preglede in preskušanja, ki jih izvaja proizvajalec, in kontrolna preskušanja, ki jih izvaja imenovani organ.
- **Pasivno geotehnično sidro** – ojačitveni element, vgrajen v temeljna tla, ki mobilizira odpornost tal vzdolž dolžine palice sidra.
- **Prednapeto geotehnično sidro** – nosilni konstrukcijski element, prednapet na zadostno silo (vsaj 30 % porušne sile jeklenega nosilnega dela) in sestavljen iz sidrne glave, čez katero se sidrna sila vnaša na sidrano konstrukcijo, vezne in proste dolžine sidra.
- **Prosta dolžina sidra** – dolžina sidra med sidrno glavo in začetkom vezne dolžine sidra.
- **Vezna dolžina sidra** – dolžina sidra, z injekcijsko maso neposredno povezana s tlemi.
- **Uporabna (življenjska) doba sidranja** – predvideni rok uporabe sider, ki se že v fazi zasnove in projektiranja sidrane konstrukcije določi glede na predvideno uporabno dobo in agresivnost okolja:
  - **trajno geotehnično sidro** – sidro, katerega protikorozijska zaščita jeklenih delov mora biti takšna, da se njegova trajnost in funkcionalnost ohranita ves čas uporabe objekta; vsa sidra s predvideno uporabno dobo, daljšo od 2 let, je treba izvajati kot trajna geotehnična sidra;
  - **začasno geotehnično sidro** – sidro, ki je v funkciji le prehodno (do dveh let) in se lahko vgrajuje le v neagresivnem okolju ter v področjih, kjer ni blodečih tokov.
- **Kontrolno sidro** – sidro, na katerem je v poljubnem času mogoče ugotoviti velikost sidrne sile oziroma preskusiti nosilnost sidra z napenjanjem do preskusne sile.
- **Merilno sidro** – sidro, opremljeno z napravo za merjenje sile, tako da je v vsakem trenutku mogoče izmeriti sidrno silo.
- **Preskusno sidro** – posebej vgrajeno sidro, na katerem se izvede preiskava sidra do porušitve.
- Preskušanje nosilnosti ***prednapetih sider***:
  - **preiskava sidra (PS)** – obremenilni preskus do porušitve, s katerim se ugotavlja mejna odpornost veznega dela sidra po stiku injekcijske mase in temeljnih tal na dani lokaciji, s katerim določimo lastnosti sidra v območju delovanja sidrne sile, in potrdi tehnologija vgradnje sider;
  - **ustreznostni preskus (UP)** – obremenilni preizkus, ki potrdi, da bodo s projektom predvidena sidra v danih geotehničnih razmerah ustrezna;
  - **odobritveni preskus (OP)** – obremenilni preskus, ki potrdi, da vsako sidro izpolnjuje projektne zahteve, in ki se mora izvesti na vseh injektiranih sidrih;
  - **celoviti preskus napenjanja (CPN)** – tristopenjski preskus sidra do preskusne sile z vmesnim razbremenjevanjem, ki mora biti izveden pred začetkom izvajanja EPN na vsaj 10 % deležu vgrajenih sider objekta, katerega namen je preveriti rezultate PS, in potrditi merila lezenja ter določiti minimalni čas opazovanja pri EPN;
  - **enostavni preskus napenjanja (EPN)** – enostopenjski preskus sidra do preskusne sile za presojo nosilnosti in prevzem sider objekta.
- Preskušanje nosilnosti ***pasivnih sider***:
  - **projektno-raziskovalni preskus (PRP)** – obremenilni preskus, s katerim ugotavljamo mejno odpornost vzdolž palice sidra po stiku injekcijske mase in temeljnih tal na dani lokaciji in določimo lastnosti sidra v območju delovanja sidrne sile in tudi potrdimo tehnologijo vgradnje sider;
  - **ustreznostni preskus (UP)** – obremenilni preskus, ki potrdi, da bodo s projektom predvidena sidra v danih geotehničnih razmerah ustrezna;
  - **odobritveni preskus (OP)** – obremenilni preskus, ki potrdi, da vgrajena sidra izpolnjujejo projektne zahteve.



Prednapeta sidra		Pasivna sidra
SIA V 191 oziroma SIA 267/1	EN 1537	prEN 14490
PS – preiskava sidra	PS – preiskava sidra UP – ustreznostni preskus	PRP – projektno-raziskovalni preskus UP – ustreznostni preskus
CPN – celoviti preskus napenjanja EPN – enostavni preskus napenjanja	OP – odobritveni preskus	OP – odobritveni preskus

## B 1 Opis del

Sidra se smejo uporabljati in vgrajevati le skladno z nameravano uporabo in pod pogoji, navedenimi v soglasju. Pri dvomu o agresivnosti okolja se skladno s soglasjem izvede ocena agresivnosti okolja na dani lokaciji. Ko tla ali talna voda vsebujejo agresivne snovi, ki škodljivo učinkujejo na cementno injekcijsko maso, se sider ne sme vgrajevati.

**Prednapeta geotehnična sidra** so nosilni gradbeni elementi, ki v predvideni uporabni dobi sidrane konstrukcije prek jeklenih pramen prenašajo natezne sile s sidranega objekta v tla. Bistvena značilnost takšnih sider je prednapetje, ki omogoča takojšnje aktiviranje sider, s čimer se preprečujejo prekomerni pomiki in deformacije sidranega objekta. Za učinkovitost prednapetja je treba na eni strani zagotoviti zadostno nosilnost na stiku veznega dela sidra in tal zaledja, na drugi pa morajo imeti sestavne komponente sider mehanske lastnosti za prenos obremenitev in zadostno protikorozijsko zaščito. Prednapeta sidra se lahko uporabljajo le skladno z nameravano uporabo, navedeno v soglasju, pri čemer mora biti dolžina veznega dela (sidranja) locirana v nevezani zemljini ali hribini, v drugih primerih pa je treba pred začetkom vgrajevanja sider pridobiti posebno dovoljenje.

**Pasivna geotehnična sidra** pomenijo nosilne gradbene elemente, ki se aktivirajo ob premiku podpirane konstrukcije. Tako se v interakciji s tlemi zaledja formira »nosilni blok«, s čimer se poveča strižna in natezna nosilnost temeljnih tal v območju sidranja. Sidra se lahko uporabljajo skladno z nameravano uporabo, navedeno v soglasju, v koherentnih in nekoherentnih zemljinah ter tudi v hribinah, če hribina v geomehanskem smislu deluje kot nekoherentna zemljina.

### B 1.1 Priprava sidrane konstrukcije

Pred začetkom izvedbe sidranja je treba izvesti pripravljala dela, v sklopu katerih se pripravi dostop za vrtno garnituro in uredi mesto injekcijskega stroja, pripravijo deponije za shranjevanje komponent oziroma sestavljenih sider, cement, dodatek injekcijski masi in vodo.

#### Prednapeta sidra

Za sidrano konstrukcijo z vgrajenimi prednapetimi sidri projektant skladno z zahtevami soglasja pripravi projekt, v sklopu katerega izvede tudi kontrolo cepilnih sil na mestih vnosa sidrskih sil v sidrano konstrukcijo, in če je treba, predvidi ustrezno (spiralno) armaturo. Če se skladno s soglasjem v območju pod glavo sidra vgrajujejo jekleni tulci s spiralno armaturo, jih je treba vgraditi pravočasno (med betoniranjem sidrane konstrukcije), pri čemer je treba pred vgradnjo preveriti njihovo dimenzijsko ustreznost glede na predvideno število pramen sider.

Jekleni tulec mora biti vgrajen pod kotom, predpisanim v projektu, tako da začetna nastavitev osi vrtalne garniture ne bo odstopala od projektirane osi sider za več kot 2°. Če sidrna plošča glave sidra nalega neposredno na betonsko površino sidrane konstrukcije, je treba zagotoviti (uporaba opažnih plošč, podlivanje z epoksidno malto ...) zadostno ravnost naležne površine.

Pred začetkom izvajanja sidranja je treba predvideti, kako bo možno nadomestiti sidra z nezadostno nosilnostjo oziroma pri trajnih sidrih tudi sidra z nezadostno protikorozijsko zaščito. Na predvidenih rezervnih mestih je treba že med betoniranjem sidrane konstrukcije vgraditi jeklene tulce. Delež teh rezervnih mest naj znaša med 10 % in 30 % števila sider objekta, odvisno od teže posledic, ki bi se pojavile ob popustitvi sidranja, in od geološke nezanesljivosti.

## Pasivna sidra

Izkopana območja tal morajo biti takoj po odstranitvi zgornjih plasti zaščitena z brizganim betonom ali zunanjo oblogo iz prefabriciranih betonskih elementov. V tleh, kjer pričakujemo velike deformacije, oziroma pri gradbenih objektih, pri katerih moramo ohraniti minimalne deformacije, je treba še pred izvedbo odkopa prej izvesti varovalne ukrepe za zagotovitev stabilnosti zidu in poskrbeti za drenažo za zmanjšanje vodnega pritiska za zunanjo oblogo.

### B 1.2 Prevzem sestavnih komponent/sestavljanih sider

Geotehnična sidra so gradbeni proizvodi, pri katerih lahko ob njihovi popustitvi nastane večja materialna škoda, možne pa so tudi človeške žrtve. Na gradbišče se smejo dostavljati le ustrezno označena sestavljena sidra oziroma komponente sider, za katere je proizvajalec sider na podlagi podeljenega soglasja pridobil certifikat o skladnosti proizvoda, pri čemer je treba pri prevzemu od dobavitelja zahtevati izjavo o skladnosti po ZGPro v slovenskem jeziku.

Izvajalec sidrskih del mora s prvo pošiljko dobavljenih sider dostaviti tudi dokazila, da sestavni materiali in komponente, vgrajeni v dobavljena prednapeta sidra, in tudi sestavne komponente pasivnih sider izpolnjujejo zahteve iz podeljenega soglasja:

#### ➤ **prednapeta sidra:**

- Dokazila o rezultatih preskušanja za vsako šaržo pletenih pramen, sidrskih plošč, sidrskih kotev (zagozdnih plošč) in zagozd;
- dokazila o rezultatih preskušanja za vsako šaržo gladke in rebraste PE-cevi (le pri trajnih sidrih);
- dokazila o rezultatih preskušanja za vsako šaržo protikorozijskega sredstva (masti oziroma vazelina), ki se uporablja pri namaščevanju pramen v prostem delu sider in sredstva, ki se uporabljajo za protikorozijsko zaščito glav sider;
- prej potrjena receptura injekcijske mase za injektiranje notranjosti zaščitnega PE-ovoja sidra – uporabi se lahko le injekcijska masa, pripravljena v razmerju in s sestavnimi materiali po prej potrjeni recepturi;
- prej potrjena receptura in tehnologija izvedbe prekrivnega betona (pri obbetoniranju zaščitnih kap/pokrovov sider), ki mora imeti veliko gostoto in minimalno krčenje, ustrezati mora zahtevam projekta;

#### ➤ **pasivna sidra:**

- Dokazila o rezultatih preskušanja sidrskih palic/navojnih cevi, spojnic, matic, podložnih plošč, vrtalnih kron (le pri samouvrtalnih sidrih);
- prej potrjena receptura injekcijske mase za injektiranje pasivnih sider.

### B 1.3 Premeščanje in shranjevanje sidrnih komponent/sestavljanih sider in ravnanje z njimi

Izvajalec sidrnih del mora aktivnosti v zvezi s premeščanjem in shranjevanjem sestavljenih sider oziroma komponent sider in ravnanjem z njimi izvajati skladno s soglasjem. Jekleni deli sider morajo biti med transportom in skladiščenjem suhi, zaščiteni pred poškodbami, preprečiti se morata kopičenje umazanije in nastanek kondenzne vlage. V transportnih sredstvih in skladiščnih prostorih za sestavljena sidra oziroma jeklene sestavne komponente sider ne sme biti snovi, ki lahko povzročijo oziroma ki spodbujajo razvoj korozijskih procesov (kloridi, nitrati, kisline ipd.).

Izvajalec sidrnih del mora skladno z dinamiko napredovanja del zagotoviti sprotno dobavljanje sestavljenih prednapetih sider oziroma komponent pasivnih sider na gradbišče.

#### Prednapeta sidra

Transport sestavljenih sider, zviti v kolut oziroma v vodoravnem položaju zloženih v jeklene transportne kletke, se lahko izvaja s tovornjaki (na pokritih kesonih oziroma odprtih, če so sidra ustrezno zaščiteni vsaj s pokrivanjem s ponjavami tako, da je preprečen nastanek lokalne korozije na nezaščitene pramenih veznega dela sider).

Pri sočasnem transportu trajnih prednapetih sider z ostrorobimi kovinskimi deli morajo biti ti shranjeni v lesenih zabojih. Treba je preprečiti poškodbe elementov protikorozijske zaščite sider in zagotoviti, da se pramena sider med nakladanjem, premeščanjem in prevozi ne prepogibajo oziroma mehansko poškodujejo. Zlasti niso dopustni:

- Točkovno obežanje sidra (nevarnost poškodb zaradi prepogibanja oziroma lomljenja sidra),
- ostrorobo podpiranje sider pri razkladanju (recimo z žlico bagerja) in na začasni deponiji gradbišča ter
- vlečenje sider po podlagi oziroma tleh.

Če se sestavljena sidra na gradbišču ne skladiščijo v transportnih kletkah, je treba shranjevanje sider urediti tako, da sidra v vodoravnem položaju na podlago enakomerno nalegajo po vsej dolžini sidra oziroma koluta spetega sidra, pri čemer se sidra ne smejo dotikati tal. Če ni pripravljenih posebnih odlagalnih površin, je treba sidra podložiti s priročnimi sredstvi (recimo lesenimi tramiči). Če so sidra na deponiji podprta točkovno, elementi za podlaganje ne smejo imeti ostrih robov. Če se nalagajo druga na drugo, morajo ležati vzporedno. Na deponiranih sidrih se ne sme odlagati oziroma skladiščiti drugih predmetov ali materialov.

Deponija na gradbišču mora biti ločena od preostalega gradbišča s stabilno pregrado, sidra morajo biti zaščiteni pred neposrednim sončnim obsevanjem, čezmernim pregrevanjem in padavinami (pokrivanje s ponjavo, shranjevanje pod nadstreškom ipd.), pri čemer lahko temperatura zraka v notranjosti sidra doseže največ 40 °C. V ustrezno urejenem skladišču na gradbišču za shranjevanje sider, kjer so sidra naložena na ravni suhih tleh in pokrita z nadstreškom, jih je mogoče shranjevati največ 4 tedne. Če so le prekrita s ponjavo, naj bo čas shranjevanja omejen na 7 dni. Po preteku tega roka je dobro preveriti stanje sestavnih delov sider.

#### Pasivna sidra

Transport komponent pasivnih sider je treba izvajati v originalni embalaži v pokritih tovornih vozilih, kjer je preprečen dostop korozivnih snovi.

Za vgradnjo so primerne le komponente pasivnih sider, ki so čiste in brez korozijskih poškodb, dopustna je rahla površinska korozija (enakomeren sloj korozijskih proizvodov, ki se lahko odstranijo z drgnjenjem s suho krpo). Kemično ali mehansko poškodovanih jeklenih elementov pasivnih sider ni dopustno vgrajevati.

## B 1.4 Preverjanje okoljskih pogojev

Pred začetkom izvajanja sidranja je treba preveriti vplive sidranja na okolico, zlasti:

- Posedanja zaradi vrtanja in dvigovanja zaradi injektiranja,
- sidranih vrtin na hidrogeološke razmere,
- deformacij oziroma premikov zaradi napenjanja sider in izvedbe izkopa,
- poškodb kablov in podzemnih vodov (vodovod, kanalizacija, drenaže, jaški ipd.),
- iztekanja injekcijske mase v drenažne sisteme, kanalizacijo, kleti in druge podzemne prostore,
- škodljivega učinkovanja na talno in površinsko vodo zaradi injektiranja.

Da bi se izognili škodljivim vplivom, so možni ti ukrepi:

- Določitev varnostnih razdalj med veznimi deli sider in ogroženimi objekti oziroma območji,
- fazno izvajanje vgrajevanja (injektiranja) sider, po potrebi omejiti tlake pri injektiranju,
- predvideti posebne ukrepe pri vgradnji sider za preprečitev nekontroliranega iztekanja injekcijske mase in
- predvideti posebne postopke vrtanja, omejiti tlake za iznos materiala iz vrtine.

Če škodljivega vpliva na sosednja zemljišča, všteti zgradbe, ceste, komunalne vode, vodne izvire ipd., ni mogoče izključiti, naj neodvisna ustanova z zapisnikom ugotovi stanje pred koncem del in po njem. Če bodo vgrajena sidra segala na sosednja zemljišča, je treba pravne vidike pojasniti pred začetkom izvajanja del. Po dogovoru z lastniki sosednjih zemljišč se lahko po koncu predvidene uporabne dobe začasnih sider izvlečejo pramena prednapetih sider.

Trajna sidra se vgrajujejo, ko je predvidena uporabna doba sidranja več kot 2 leti, ko gre za agresivno okolje oziroma okolje z blodečimi tokovi, pa tudi za krajše časovno obdobje (tj. manj kot 2 leti). Protikorozijska zaščita jeklenih komponent sider mora zagotavljati trajnost in funkcionalnost sider za ves čas predvidene uporabne dobe sidranja oziroma sidranega objekta.

### Prednapeta sidra

Prednapetih sider se ne sme vgrajevati, ko tla ali talna voda vsebujejo agresivne snovi, ki škodljivo učinkujejo na cementno injekcijsko maso. Upoštevajo se določila standarda EN 1008, pri čemer se pri nizki stopnji vsebnosti sulfata v tleh ali podtalnici sidra lahko vgradijo le pod pogojem, da se pri tem za injekcijsko maso uporablja cement z visoko odpornostjo proti sulfatom, injekcijska masa pa se pripravlja po prej potrjeni recepturi.

Pri izvedbi injektiranja oziroma poinjektiranja je treba upoštevati zahteve standardov EN 446 in EN 447. Pri nizkih temperaturah okolja je treba kontrolirati in po potrebi s primernim ogrevanjem zagotoviti, da ima injekcijska masa na mestu vstopa v vrtino vedno temperaturo najmanj 10 °C, temperatura jeklenih pramen pa mora znašati vsaj 5 °C. Pri vgradnji sider pri visokih temperaturah lahko znaša temperatura pramen sider in injekcijske mase na mestu vstopa v vrtino največ 25 °C.

Pri prednapetih sidrih, ki imajo na območju glave sider komponente, katerih mehanske lastnosti se pod vplivom visokih temperatur poslabšajo, se med poletno vročino napenjanje in zaklinjenje sider lahko izvajata le pod pogojem, da elementi glav sider pred napenjanjem in med njim niso izpostavljeni neposrednemu sončnemu obsevanju oziroma niso pregreti.

Če je predvidena izvedba sidranja v neposredni bližini cestnega ali železniškega prometa, naj znaša minimalna razdalja med območjem prometa in veznimi deli sider vsaj 4 m.

Če obstaja možnost, da bi bile glave sider med uporabno dobo sidranja zalite z vodo – izpostavljen povečanemu hidrostatičnemu pritisku ali pa dodatnim mehanskim obremenitvam (recimo sidra, vgrajena ob strugah hudournikov), je treba za zaščito glav sider pripraviti ustrezno projektno rešitev in zanj pridobiti soglasje organa, ki je izdal soglasje.

## Pasivna sidra

Pred izvajanjem sidrskih del s pasivnimi sidri in med njim je treba pri izvedbi preiskav tal upoštevati določbe 4. točke standarda SIST EN 1997-1. Preiskave agresivnosti tal in talne vode na injekcijsko maso je treba izvesti po standardu SIST EN 206-1, pri čemer se sider ne sme vgrajevati v okolje, ki po tem standardu izkazuje visoko stopnjo agresivnosti (tj. XA3). Pri nizki in srednji stopnji agresivnosti je treba glede na rezultate preiskav izbrati ustrezen tip cementa.

## B 1.5 Metode vgradnje

### Prednapeta sidra

Dela v zvezi s prednapetim geotehničnim sidrom vključujejo te izvedbene faze:

- Sestavljanje sidra v proizvodnem obratu proizvajalca,
- transport sidra iz obrata proizvajalca na začasno deponijo gradbišča,
- transport sidra z začasne deponije do mesta vgradnje,
- vrtanje vrtine,
- vstavljanje in injektiranje sidra v vrtini,
- preskus nosilnosti sidra,
- zaklinjenje sidra,
- začasna protikorozijska zaščita sidra,
- končna protikorozijska zaščita trajnega sidra,
- meritve sidrskih sil in opazovanja ves čas predvidene uporabne dobe sidranja ter
- meritve električne upornosti sidra v vseh izvedbenih fazah, skladno z zahtevami soglasja.

Metoda vrtanja sider se prilagodi tlem in premeru vrtine. Uporabi se metoda, ki povzroča minimalne spremembe tal oziroma spremembe, ki najbolj vplivajo na nosilnost sider. Vrtanje v zemljinah se na splošno izvaja s sprotim cevljenjem, v zelo preperelih oziroma pretrtih kamninah pa se sprotno cevljenje izvaja le po potrebi. Odvisno od lastnosti materiala zaledja in stanja vode v tleh se izbere medij za iznos navrtanega materiala, pri čemer je v materialih, občutljivih na vodo, treba uporabiti komprimirani zrak. Ob pojavu vode med vrtanjem je treba spremljati jakost dotoka vode oziroma ugotoviti hidrogeološke razmere, ob sumu pa tudi morebitno agresivnost vode. Glede na stanje in pogoje tal na dani lokaciji se prilagodijo tudi postopki vgradnje sider (recimo predhodno konsolidacijsko injektiranje, poinjektiranje ipd.).

Izvajalec sidrskih del mora med vrtanjem zagotoviti stalno geotehnično spremljavo strokovnjaka (geolog ali geomehanik), ki za vsako izdelano vrtino naredi zapis, iz katerega morajo biti razvidni bistveni geotehnični podatki o sestavi in dolžini vrtine, načinu vrtanja, vrtalnih medijih, območju pojava in količini vode, kavernah, spremembah hitrosti vrtanja ipd., ki ga izvajalec sidrskih del sprotno dostavlja projektantu, nadzoru in instituciji.

Če izvajalec sidrskih del pri vrtanju ugotovi, da veznega dela sidra ni v trdnih tleh, mora o tem takoj obvestiti nadzor in projektanta, ki odločita o morebitnem podaljšanju sider, pri čemer je treba upoštevati tudi vpliv zmanjšanja togosti sidra zaradi podaljšanja pramen v prostem delu.

Pri vodoravnih sidrih z naklonom do  $\pm 10^\circ$  glede na horizontalo je treba za zagotovitev zapolnjenosti vrtin z injekcijsko maso predvideti in izvesti posebne ukrepe za odzračevanje oziroma popolno zapolnitev vrtine. Pri vodoravnih in navzgor odklonjenih sidrih se odtekanje injekcijske mase z območja veznega dela sidra prepreči s tesnilom (pakerjem).

Vstavljanje sidra v vrtino se lahko izvede različno: ročno (po en delavec na vsake 3 do 4 m sidra), z žerjavi ali dvigali (uporabiti je treba široke platnene trakove, jeklene pletenice niso dopustne) ali z neposrednim odvijanjem sidra s koluta na navijalni napravi v vrtino. Pri vstavljanju dolgih sider v navpične vrtine je treba preprečiti zdrs sidra v vrtino.

Injektiranje notranjosti sider se izvaja s potrjeno recepturo cementne injekcijske mase. Maso v delu med sidrom in vrtino (injektiranje zunanosti sidra) se prilagodi lastnostim tal – na podlagi rezultatov geotehničnih raziskav in podatkov, dobljenih med vrtanjem vrtin, naj izvajalec sidrskih del v dogovoru s projektantom določi recepturo injekcijske mase, injekcijske pritiske in postopek injektiranja. Pri injektiranju nekoherentnih zemljin se lahko uporabi masa z višjim faktorjem  $v/c$ , pri sidrih, vgrajenih v slabo prepustna tla (nerazpokane kamnine ali gline), pa faktor  $v/c$  mase naj ne bi presegel vrednosti 0,45.

Pri vgrajevanju injekcijske mase v razpokana tla zaledja se lahko masi za preprečitev iztekanja iz vrtine doda inertno polnilo. Ko se skladno s točko 8.3.1 EN 1537 razume, da poraba mase presega običajno količino, je pred vgradnjo sider priporočljivo izvesti predhodno injektiranje praznin v tleh zaledja, pri čemer naj se upoštevajo določila točk 8.3.3, 8.3.4 in 8.3.5 EN 1537.

Na kraju samem je treba z ustreznim injekcijskim strojem z agitatorjem pripraviti zadostno količino injekcijske mase, ki omogoča zainjektiranje vse dolžine sidra brez zastojev. Preverita se pretočnost in temperatura injekcijske mase – če so dobljeni rezultati v okviru predpisanih vrednosti, se začne injektiranje, pri čemer se postopek prilagodi stanju tal in talni vodi. Vedno se začne na najnižjem delu območja, ki ga je treba zaliti. Če je za sidranim objektom drenažni sloj, je treba pred izvedbo sidranja pripraviti tehnološko rešitev prehoda sidra skozi drenažo in preprečiti, da bi pri injektiranju prostora med sidrom in vrtino injekcijska masa zalila drenažni zasip oziroma drenažno cev.

Če porušna ploskev v tleh poteka po prostem delu sider, je treba presoditi učinke smeri in velikosti pomikov porušenega telesa tal na sidra v smislu poškodb zaščitnega PE-ovoja sider ter v sodelovanju z izvajalcem sidrskih del v projektu predvideti ustrezne ukrepe (recimo izpiranje injekcijske mase med zaščitnim PE-ovojem in steno vrtine).

Pred preskušanjem nosilnosti sider morata beton sidranega elementa/konstrukcije in injekcijska masa doseči zadostno tlačno trdnost. Kot najkrajši rok med zainjektiranjem in napenjanjem sider naj odvisno od tal velja:

- Za sidra v nekoherentnih zemljinah in hribinah: 7 dni,
- za sidra v koherentnih zemljinah: 10 dni.

Med izvajanjem preskusov nosilnosti sider se v njihovi bližini ne smejo izvajati aktivnosti, ki bi lahko vplivale na rezultate preskušanja (recimo groba gradbena dela – vibracije ali udarci, vožnja težkih vozil v bližini ipd.). Skladno s podeljenim soglasjem se na vsakem objektu praviloma najprej izvedejo preiskave sider do porušitve. Na podlagi dobljenih rezultatov preiskav sider projektant za sidra objekta pripravi program napenjanja, kjer opredeli tipe in izvedbene postopke preskusov, preskusne sile, sile zaklinjenja, merila za presojo nosilnosti sider in merilna sidra. Območje sile zaklinjenja  $P_0$  projektant izbere tako, da so napetosti v jeklenih pramenih v območju med 30 % in 60 % natezne trdnosti  $f_{tk}$ , pri čemer se predvidena raven napetosti v pramenih med uporabno dobo sider lahko giblje v območju med 30 % in 70 %  $f_{tk}$ . Če posamezni od teh pogojev iz programa napenjanja niso izpolnjeni, o nadaljnjem postopku odloča projektant.

Izvedba glav prednapetih sider mora biti takšna, da na območju sidrne kotve na jeklenih pramenih ne pride do nastanka škodljivih sekundarnih napetosti, ki so posledica kota med osjo sidra in pravokotnico na sidrno ploščo – dopustno odstopanje osi glave sidra od vzdolžne osi pramen po vgraditvi sidra znaša največ  $2,5^\circ$ . Če je ta kotni odklik večji, je treba nastali kot premostiti (recimo podlaganje s klinastimi podložnimi ploščami, izravnava podlage sidrane konstrukcije z betonom ipd.). Po zaklinjenju se morajo jekleni deli glave sidra za vmesni čas do dokončne izvedbe protikorozijske zaščite



začasno zaščititi tako, da je preprečen zdrs protikorozijskega sredstva zaradi segrevanja elementov. Vse do konca sidrskih del (zaklinjenja sidra) oziroma dokler tega ne dovoli projektant, se preostala dolžina jeklenih pramen v prostem delu sidra ne odreže. Pred začetkom izdelave končne protikorozijske zaščite na območju glave sidra je treba s površin jeklenih delov očistiti škodljive snovi (umazanijo, ostanke masti, vodo ali proste korozijske produkte). Način izvedbe zaščite glav sider naj predpiše projektant, pri čemer mora upoštevati zahteve iz podeljenega soglasja.

## **Pasivna sidra**

Izvajalec sidrskih del, ki bo vgrajeval pasivna sidra, mora vrtanje vrtin in postopek vgradnje sider izvesti skladno z navodili proizvajalca sidra, navedenimi v elaboratu sidra, pri čemer mora upoštevati tudi druge opredelitve iz podeljenega soglasja. Stik sidra z zunanjo oblogo se izvede tako, da se sidrne podložne plošče položijo v sveži brizgani beton ali v svežo malto pravokotno na palico sidra, pri čemer morajo biti podložne plošče dovolj velike, da popolnoma prekrijejo armaturno mrežo obloge podporne konstrukcije. Vrtina mora biti napolnjena do sprednjega roba zidu, pri čemer mora biti preostali prazen prostor, ki je posledica nagnjenega položaja sidra, napolnjen z brizganim betonom ali malto. Pri sidrih, namenjenih projektne raziskovalnemu preskusu, je treba preprečiti stik injekcijske mase sidra s sidrano konstrukcijo oziroma oblogo z vstavitvijo 1 m dolge gladke PE-cevi ali drugim enakovrednim izvedbenim detajlom.

Po strditvi brizganega betona je treba ročno pritegniti matice z momentnim ključem. Končna protikorozijska zaščita glav sider se izvede skladno s podeljenim soglasjem – vidne elemente glave pasivnega sidra (podložna plošča, matica, vidni del cevi) je treba protikorozijsko zaščititi. Pri začnih sidrih je to lahko obbetoniranje v minimalni debelini sloja 1 cm.

## **B 1.6 Orodja in stroji**

Za injektiranje sider je treba uporabiti injekcijski stroj z agitatorjem zadostne zmogljivosti, ki lahko ves čas injektiranja zagotavlja kontinuirano injektiranje z maso ustrezne kakovosti, pri čemer se pripravljena masa v agitatorju ves čas meša. Premer in nazivni delovni tlak injekcijskih cevi mora biti skladen z zmogljivostjo črpalke, privzetega maksimalnega tlaka in dolžine cevi med injekcijskim strojem in sidrom.

Izvajalec sidrskih del, ki izvede preskušanje nosilnosti in protikorozijske zaščite prednapetih sider, mora imeti za to ustrezno opremo z dokazili o kalibraciji opreme za napenjanje sider, všteti napravo za merjenje sile oziroma ustreznosti/kalibraciji merilnikov izolacijske in ozemljitvene upornosti).

## **B 1.7 Zahtevana kakovost**

Postopki izdelave in vgradnje sider morajo biti izvedeni po elaboratu sidra in skladno s podeljenim soglasjem. Podrobnosti v zvezi s kakovostjo izvedbe so v poglavju B 4.

Proizvajalec mora v proizvodnem obratu, v katerem izdeluje komponente sider oziroma sestavlja sidra, uvesti, dokumentirati in vzdrževati stalen sistem kontrole proizvodnje, s katerim zagotavlja, da bo končni proizvod skladen z zahtevami podeljenega soglasja, in tudi omogočiti učinkovito izvajanje sistema, ki zajema postopke, redne preglede in preskuse ter ocene rezultatov kontrole osnovnih materialov, opreme, proizvodnega procesa in končnega proizvoda. V proizvodnji komponent oziroma pri sestavljanju sider sme uporabljati le sestavne materiale in komponente, zajete v elaboratu sidra in katerih ustreznost je bila dokazana v postopkih pridobitve soglasja.

Proizvajalec sider mora izvajalcu sidrskih del dati podatke, postopke in navodila za transport, manipulacijo, vrtanje, vgradnjo, napenjanje ter izvedbo protikorozijske zaščite in predati načrt kontrole za aktivnosti, ki jih bo izvajal izvajalec sidrskih del in ki se nanašajo na predmetna sidra.

Tudi pri izvedbenih postopkih vgradnje in protikorozijske zaščite sider ne sme biti odstopanj v smislu uporabljenih materialov, komponent ali postopkov od navedenih v elaboratu sidra. Pri vgrajevanju sider sme izvajalec sidrskih del uporabljati le sestavne komponente, zajete v elaboratu sidra in katerih ustreznost je bila dokazana v sklopu postopkov pridobitve soglasja.

Pred vstavljanjem v vrtino je treba sidra vizualno pregledati in ugotoviti morebitne poškodbe na jeklenih elementih sidra ali zaščitnem ovoju sidra. Ob manjših poškodbah na PE-zaščitnih ceveh trajnih sider se lahko le-te na licu mesta sanirajo, pri čemer je treba pred vstavitvijo sidra v vrtino izvesti kontrolno meritev izolacijske upornosti  $R_i$ . Ob večjih poškodbah se poškodovano sidro označi kot neuporabno in se fizično loči od preostalih sider na začasni deponiji gradbišča.

Ker so geotehnična sidra konstrukcijski elementi, ki so po vgradnji nedostopna in jih ni več mogoče direktno kontrolirati, mora izvajalec del nadzor in institucijo sprotno obveščati o poteku izdelave, vgrajevanja in napenjanja trajnih geotehničnih sider ter zagotoviti pogojeno kontrolo.

## **Prednapeta sidra**

Proizvajalec sider mora zagotoviti:

- Kontrolo proizvodnje v proizvodnem obratu po načrtu kontrole,
- preskušanja vzorcev osnovnih komponent sider (jeklenih elementov, PE-cevi in protikorozijskega sredstva) pred začetkom uporabe v proizvodnem procesu po načrtu kontrole ter
- preglede in preskušanja proizvoda med proizvodnjo po načrtu kontrole.

Izvajalec sidrskih del je odgovoren:

- Za takojšnje informiranje nadzora, kadar pri vrtanju vrtin ugotovi, da sta sestava temeljnih tal oziroma pojavljanje vode v tleh drugačna od navedb v projektni dokumentaciji, oziroma kadar pride do geometrijskih odmikov sidrskih vrtin od projektiranega položaja;
- za vgrajevanje sestavljenih prednapetih sider in sestavnih komponent sider, ki jih dobavi proizvajalec sider, všteti izvajanje pregledov in preskušanj ob vgradnji po načrtu kontrole;
- za sestavno komponento sider, ki jo pripravlja sam (injekcijska masa), všteti preskušanje ob vgradnji predvidenim v načrtu kontrole;
- za izvajanje preskusov nosilnosti v času, ko v okolici ni motenj (tresljaji, hrup, prah ipd.);
- za pravočasno obveščanje nadzora in institucije vsaj 3 delovne dni pred izvedbo posameznih preskusov nosilnosti;
- za vnos sidrne sile v zaledje in
- za vse aktivnosti v zvezi z izvedbo protikorozijske zaščite na območju glav sider.

Izvajalec sidrskih del, ki izvaja vgrajevanje in protikorozijsko zaščito sider, mora v okviru vgrajevanja uvesti, dokumentirati in vzdrževati stalen sistem kontrole izvedbenih aktivnosti po načrtu kontrole.

Med izvajanjem vrtanja za preskusna sidra in sidra, na katerih bodo izvedeni ustreznostni preskusi ali celoviti preskusi napenjanja, mora biti zraven predstavnik nadzora ali institucije. Izvajanje kontrole predstavnika institucije za ugotavljanje skladnosti razmer na terenu s projektom pri vrtanju je opredeljeno s programom kontrole, v izrednih primerih pa o tem presodi nadzor.

Skladno s podeljenim soglasjem je treba pri vseh trajnih prednapetih sidrih z meritvijo izolacijske upornosti (ERM I) v različnih fazah od proizvodnje, izvedbenih faz vgradnje, pa tudi kadarkoli med uporabno dobo sidranja na vsakem sidru preskusiti električno izolacijo med prameni in temeljnimi tlemi oziroma med glavo sidra in konstrukcijo. Rezultate meritev upornosti mora izvajalec sidrskih del



v 3 dneh po izvedbi meritev posredovati nadzoru, projektantu in instituciji. Prevzemno meritev izolacijske upornosti naj se izvede v navzočnosti nadzora najmanj 7 dni po zaklinjenju sidra. V dogovoru z investitorjem oziroma nadzorom lahko projektant dopusti določen delež izpadlih sider z nezadostno električno izolacijo, vendar ta delež ne sme presegati 10 % deleža števila vgrajenih sider. Skladno s predvidenim programom kontrole institucija praviloma izvaja kontrolne meritve električne upornosti na 20 % deležu števila vgrajenih sider (vendar ne manj kot na 3 sidrih).

Če proizvajalec sider ne omogoča stalnega nadzora proizvodnje sider oziroma se pojavlja utemeljen sum o kakovosti oziroma stanju sestavnih komponent sider oziroma o skladnosti dobavljenih sider s podeljenim soglasjem ali ko izvajalec sidrskih del ne opravlja aktivnosti, ki bi lahko vplivala na kakovost sider oziroma njihovih komponent, nadzor naključno izbere vzorčno sidro, na katerem se na stroške izvajalca sidrskih del izvede destruktivni pregled sidra. Sočasno se lahko odvzamejo tudi vzorci za kontrolo oziroma preiskavo kakovosti materialov, ki ga opravi institucija.

Po končanem vgrajevanju sider na objektu mora izvajalec sidrskih del dati izjavo, napisano v slovenskem jeziku, s katero nedvoumno potrdi skladnost sestavnih komponent, ki jih dobavlja oziroma proizvaja sam, pa tudi skladnost izvajanja del z navodili in postopki, ki jih predpiše proizvajalec sider, ki jih izvaja v zvezi z vgradnjo, napenjanjem in izvajanjem protikorozijske zaščite sider, pa tudi zahtevami podeljenega soglasja.

## **Pasivna sidra**

Dela v zvezi s pasivnimi geotehničnimi sidri vključujejo te izvedbene faze:

- Proizvodnja sestavnih komponent sider v proizvodnem obratu proizvajalca,
- transport komponent iz obrata proizvajalca na začasno deponijo gradbišča,
- transport komponent z začasne deponije do mesta vgradnje,
- vrtanje vrtine, sestavljanje komponent, vstavljanje in injektiranje sidra v vrtini,
- izvedba površine pod podložno ploščo,
- privijačenje matice sidra,
- izvedba protikorozijske zaščite vidnih delov sidra,
- meritve in opazovanja v času predvidene uporabne dobe sidranja.

Proizvajalec sider mora zagotoviti:

- Kontrolo proizvodnje v proizvodnem obratu po načrtu kontrole,
- preskušanja vzorcev iz dobavljene količine osnovnih materialov za izdelavo komponent sider po načrtu kontrole pred začetkom uporabe v proizvodnem procesu,
- preglede in preskušanja proizvoda med proizvodnjo po načrtu kontrole.



## B 2 Osnovni materiali in zahteve zanje

### B 2.1 Osnovni materiali

Osnovni materiali/komponente, ki se uporabljajo pri izvedbi sidranj:

➤ ***prednapeta sidra:***

- Komponente, s katerimi se v proizvodnem obratu sestavi sidro (jeklena pramena, PE-gladka in rebrasta cev, sredstvo za namaščevanje pramen v prostem delu, injekcijske cevi, drugi sekundarni sestavni elementi),
- komponente, ki se vgradijo na mestu vgradnje sider (jekleni tulec, elementi glav sider, sredstvo za protikorozijsko zaščito, tesnila, pritrdilni material),
- cementna injekcijska masa za zalivanje sider,
- beton za vbetoniranje zaščitnih kap/pokrovov glav sider (če je to predvideno s projektom);

➤ ***pasivna sidra:***

- Sestavne komponente sider (jeklena palica, spojka, jekleni sestavni deli glave sidra in plastične cevi),
- injekcijska masa za zalivanje sider,
- material za izvedbo protikorozijske zaščite glav sider.

### Prednapeta sidra

Zahteve za pletena pramena so navedene v podeljenem soglasju za pramena, zahteve za jeklene elemente glav sider pa v podeljenem soglasju za napenjalni sistem.

Polietilenske (PE) cevi in tulci, ki se vgrajujejo v trajna sidra, morajo biti za čas shranjevanja, transportiranja in vgrajevanja odporni proti delovanju ultravijoličnih žarkov. Med uporabno dobo sider morajo biti kemijsko odporni, homogeni, neprepustni za vodo in odporni proti staranju. Gladke in rebraste PE-cevi morajo biti ustrezno označene s podatki o šarži in datumu proizvodnje.

Protikorozijsko sredstvo (mast/vazelin), uporabljeno kot dolgoročno protikorozijsko sredstvo, mora biti vodotesno zaprto v trdni ovoj, cev ali kapo/pokrov, odporen proti vlagi in koroziji. Odporno mora biti tudi proti bakterijskemu in mikrobiološkemu učinkovanju. Izpostavljeno (nezaprto) se lahko uporablja le kot začasno protikorozijsko sredstvo, vendar mora biti na jeklene dele glave sider naneseno v zadostni debeli sloju tako, da je ob neposredni izpostavljenosti soncu preprečen zdrs s ščitene površine.

Značilnosti/lastnosti bistvenih sestavnih materialov/komponent, ki se uporabljajo pri izvedbi sidranj s ***prednapetimi geotehničnimi sidri***, se preverjajo po teh metodah:

Št.	Material/komponenta	Značilnost/lastnost	Metoda preverjanja/ preskušanja
1	2	3	
<b>Mehanska odpornost in stabilnost</b>			
1	Pletena pramena	Meja elastičnosti $F_{p0,1}$ Natezna trdnost $R_m$ Raztezek $A_{gt}$ Elastični modul E	SIST EN ISO 15630-3: 2003
2	Sidrna kotva	Meritve trdote Kemijska analiza	SIST EN 6506-1: 2000 ASTM E415-99a: 2005
	Zagozdna plošča	Meritve trdote Metalografska preiskava	SIST EN 6506-1: 2000 SIST EN ISO 945: 2006
3	Zagozde	Meritve trdote površine Meritve trdote jedra Kemijska analiza Določitev cementirane plasti	SIST EN ISO 6507-1: 1998 SIST EN ISO 6507-1: 1998 ASTM E415-99a: 2005 Pregled pod mikroskopom
4	Sidrna plošča	Meritve trdote Kemijska analiza	SIST EN 6506-1: 2000 ASTM E415-99a: 2005
5	Spiralna armatura jeklenega tulca	Napetost tečenja $R_{p0,2}$ Natezna trdnost $R_m$ Raztezek $A_{10}$ , $A_{gt}$	SIST EN 10002-1: 2002 SIST EN ISO 7438: 2005
6	Cementna injekcijska masa	Potrditev recepture Pretočnost Sprememba prostornine Izločanje vode po 3 urah Tlačna trdnost po 28 dneh	SIST EN 447: 1998 SIST EN 934-4: 2002  SIST EN 447: 1998
<b>Splošni vidiki glede ustreznosti za nameravano uporabo</b>			
7	Gladka zaščitna PE-cev in rebrasta zaščitna PE-cev (le za trajna sidra)	Dimenzija in debelina stene cevi Gostota Meja plastičnosti Trdota Shore D Odpornost proti hidrostatičnemu pritisku	SIST EN ISO 3126: 2005 SIST EN ISO 1183-1: 2004 SIST EN ISO 527-1: 2000 SIST EN ISO 527-2: 1999 SIST EN ISO 868: 2003 SIST EN 921: 1997
8	Protikorozijsko sredstvo (mast/vazelin)	Vpijanje vode Kapljišče Umiljenje Prenetracija (le za mast) Izgube zaradi izhlapevanja Izločanje olja pri 40 °C Vsebnost kloridov Vsebnost nitratov Vsebnost sulfidov Vsebnost sulfatov Odpornost proti oksidaciji po 100 urah Korozijska odpornost	DIN 51807-1: 1979 DIN ISO 2176: 1997 DIN 51559-1: 1978 ISO 2137: 1985 DIN 58397-1: 1983 DIN 51817: 1998 SIST EN ISO 10304-2: 1998 SIST EN ISO 10304-2: 1998 SIST EN ISO 10530 SIST EN ISO 10304-2: 1998 ASTM D942: 2002 ali DIN 51808: 1978 SIST ISO 9227: 1999

Merila posameznih lastnosti protikorozijskih sredstev in obodnih PE-cevi

Protikorozijsko sredstvo (mast/vazelin):

Št.	Lastnost	Postopek preskusa	Merilo masti	Merilo vazelini
1	Vpijanje vode	DIN 51807-1	$\leq 1$ pri 40 °C	
2	Kapljišče	DIN ISO 2176	$\geq 60$ °C	
3	Umiljenje	DIN 51559-1	$\leq 5$ mg KOH/g	
4	Penetracija	ISO 2137	od 250 do 350 mm/10	-
5	Izgube zaradi izhlapevanja po 2 urah: pri 70 °C masti, pri 50 °C vazelini	DIN 58397	maks. 0,5 % $[m/m_{vz}]$	
6	Izločanje olja pri 40 °C	DIN 51817	Po 72 h $\leq 2,5$ % Po 7 dneh $\leq 4,5$ %	
7	Vsebnost kloridov	EN ISO 10304	$\leq 50$ mg/kg	
8	Vsebnost nitratov	EN ISO 10304	$\leq 50$ mg/kg	
9	Vsebnost sulfidov	SIST EN ISO 10530	$\leq 50$ mg/kg	
10	Vsebnost sulfatov	SIST EN ISO 10304	$\leq 100$ mg/kg	
11	Odpornost proti oksidaciji: - Po 100 urah - Po 400 urah - Po 1000 urah	ASTM D942 ali DIN 51808	Maks. izguba 70 kPa Maks. izguba 140 kPa Maks. izguba 210 kPa	
12	Korozijska odpornost: - 28 dni, spremenljiva vlažna atmosfera - 14 dni, slana atmosfera - 168 ur, slana atmosfera	DIN 50017 SIST ISO 9227 SIST ISO 9227	Vizualna ocena Ocenjena stopnja zaščitne vrednosti po korozijski lestvici standarda ASTM D610 $\geq 9$ Brez korozije	

➤ PE-cevi (le za trajna prednapeta sidra):

Minimalna debelina gladkih PE-cevi za oplaščenje pramen v prostem delu sidra mora znašati vsaj 1,0 mm.

Št.	Lastnost	Postopek preskusa	Merilo
1	Gostota	SIST ISO 1183 metoda A	$\geq 0,95$ kg/m <sup>3</sup>
2	Meja plastičnosti	SIST ISO 527, preskušanelec tip 1B temperatura 23 °C	$\geq 18$ MPa
3	Trdota shore D	SIST ISO 868 Shore trdomer tip D	$\geq 50$
4	Odpornost proti hidrostaticnemu pritisku	EN 921 170 ur, 80 °C, obodna napetost v steni 4,0 MPa	Brez poškodb ali večjih deformacij cevi

## Pasivna sidra

Notranjo nosilnost pasivnega sidra določajo poleg materialnih tudi geometrijske lastnosti komponent. Zahteve za posamezne komponente so navedene v podeljenem soglasju ali standardih.

Recepturo s sestavo cementne injekcijske mase pred začetkom vgrajevanja pripravi izvajalec sidrnih del, ki na njeni podlagi pripravi vzorce in izvede laboratorijske preiskave bistvenih lastnosti sveže in strjene mase po standardu EN 445. Pred izvedbo sidrnih del mora izvajalcu sidrnih del potrditi recepturo organ za certificiranje.

Značilnosti bistvenih sestavnih komponent **pasivnih geotehničnih sider** se preverjajo po teh metodah:

Št.	Material/komponenta	Značilnost/lastnost	Metoda preverjanja/ preskušanja
	1	2	3
<b>Mehanska odpornost in stabilnost</b>			
1	Lastnosti materialov jeklenih delov	Natezni preskus, Meritev trdote Kemijska analiza	SIST EN 10002-1: 2002 SIST EN 6506-1: 2006 ASTM E415-99a: 2005
2	Lastnosti injekcijske mase	Pretočnost Sprememba prostornine Izločanje vode Tlačna trdnost	SIST EN 447: 1998
<b>Splošni vidiki glede ustreznosti za nameravano uporabo</b>			
3	Debelina strjene injekcijske mase	Ustreznost protikorozijske zaščite	Gl. podeljeno soglasje

## B 2.2 Pomožni materiali

Za zagotavljanje trajnosti in funkcionalnosti med predvideno uporabno dobo sidranega objekta je ključno, da so vsi sestavni materiali oziroma komponente sider, skupaj s pomožnimi materiali, med seboj skladni in ne smejo škodljivo vplivati na trajnost sider. Na območju glav prednapetih sider se ne smejo uporabljati pocinkanje in materiali, ki vsebujejo cinkov prah.

V sklopu izvedbe sider PU-pene ni dopustno uporabljati, razen kot provizoričen ukrep za zatesnitev vodoravnih vrtn pred iztekanjem cementne injekcijske mase, pri čemer pena ne sme priti v stik z jeklenimi deli sider.

## B 3 Način in pogoji izvedbe

### B 3.1 Preverjanje konstrukcij

Pred izvedbo preskusa napenjanja **prednapetega sidra** je treba preveriti:

- Ravnost naležne površine sidrane konstrukcije pod sidrno ploščo,
- pravokotnost pramen/palice sidra na naležno površino sidrane konstrukcije,
- ali imata injekcijska masa sidra in beton sidrane konstrukcije zadostno trdnost za napenjanje,
- če je za preskusno sidro izvedena začasna sidrana konstrukcija, kakovost izvedbe konstrukcije in njenega naleganja na podlago.

Pred izvedbo izvlečnega preskusa **pasivnega sidra** je treba preveriti, ali je pasivno sidro ločeno od sidranega objekta, in izvesti vizualni pregled, ali ima pasivno sidro morebiti mehanske poškodbe med izvedbo gradbenih del v njihovi neposredni bližini.

### B 3.2 Preverjanje okoljskih pogojev

Izvajalec sidrnih del mora aktivnosti pri vgradnji posameznega sidra prilagoditi temperaturi okolja. Skladno s poglavjem B 1.4 mora v zimskem obdobju pri nizkih temperaturah z ogrevanjem zagotoviti minimalno potrebno temperaturo injekcijske mase in sidra, v poletni vročini pa, da temperaturi pramen prednapetega sidra ali palice pasivnega sidra in injekcijske mase ne presežeta dopustne vrednosti. Če so na območju glav prednapetih sider PE-deli, je treba zagotoviti, da elementi glav sider pred vgradnjo niso izpostavljeni neposrednemu sončnemu obsevanju oziroma pregreti.

Izvajanje napenjanja **prednapetih sider** se lahko ob vlažnem vremenu ali padavinah izvaja le pod pogojem, da so jekleni deli sider popolnoma suhi (oziroma se pred izvedbo napenjanja osušijo) in so v fazi izvedbe del zaščiteni pred padavinami, tako da se protikorozijska zaščita izvede na suhe jeklene površine. Podobno velja tudi pri izvedbi izvlečnih preskusov **pasivnih sider**. Pri vseh sidrih mora biti začasna protikorozijska zaščita izvedena tako, da se dobro oprijema jeklenih delov, ki jih ščiti, in tudi ob izpostavljenosti neposrednemu sončnemu obsevanju ne razpada oziroma ne zdrsne s ščitene površine.

### B 3.3 Posebni pogoji izvedbe

Pri vodenju izvedbe del na gradbišču se predpostavljajo:

- Dostopnost projektov (PGD, PZI), soglasja sidra, elaborata sidra in pri **prednapetih sidrih** tudi programa napenjanja;
- vodenje gradbišča, ki zagotavlja organizacijo del ter pravilno in varno uporabo opreme in mehanizacije, uporabo materialov ustrezne kakovosti, izvedbo in uporabo sidranja glede na zahteve projektne dokumentacije do predaje objekta uporabniku oziroma naročniku;
- da bodo gradbena dela v bližini sidranja izvedena z zadostno pazljivostjo, da pri tem ne bi prišlo do poškodb protikorozijske zaščite ali celo jeklenih delov glav sider;
- nadzor nad deli za preverjanje izvedbe sidranja in sidrane konstrukcije skladno z zahtevami projektne dokumentacije in elaborata sidra.

Ne glede na predvideno uporabno dobo je na območjih, kjer so blodeči tokovi, obvezna vgradnja trajnih sider, izvedenih v PE-ovoju, pri čemer so jekleni deli sider ločeni od okolja.

Protikorozijska zaščita jeklenih delov sider mora biti trajna in funkcionalna v predvideni uporabni dobi sidranja oziroma uporabe objekta. Pri jeklenih delih, ki po izdelavi sider niso več dostopni za izvedbo vzdrževalnih del, mora trajanje protikorozijske zaščite ustrezati uporabni dobi sidranja.

### Prednapeta sidra

Prednapeta sidra sme vgrajevati le izvajalec del, ki je skladno s podeljenim soglasjem za tip sidra, ki ga bo vgrajeval, dokazal usposobljenost in ustrezno opremljenost, za kar je od organa za certificiranje sprva pridobil certifikat vgrajenega sidra za ta tip sidra, nato pa podeljeni certifikat tudi vzdržuje (omogočanje stalnega rednega nadzora vgrajevanja sider). Pri vgrajevanju prednapetih sider sme izvajalec sidrnih del uporabljati izključno sestavne materiale (komponente), zajete v elaboratu sidra in katerih ustreznost je bila dokazana v postopku podelitve soglasja. Izvajalec sidrnih del je dolžan prednapeta sidra vgrajevati v skladu z navodili proizvajalca in podeljenim soglasjem, pri čemer pri izvedbenih postopkih vgradnje in protikorozijske zaščite ne sme biti odstopanj v smislu uporabljenih materialov, komponent ali postopkov od navedenih v elaboratu sidra.

V tleh, pri katerih je steber injekcijske mase v prostem delu sidra zadostno objet, da bi prišlo do določenega prenosa sidrne sile iz veznega dela na sidrano konstrukcijo, se izvede kateri od ukrepov, navedenih v točki 8.3.6 EN 1537. Ob pričakovanih pomikih prečno na os vrtine vzdolž proste dolžine prednapetega

sidra naj se izvede izpiranje cementne injekcijske mase med sidrom in vrtino z vodo ali bentonitno suspenzijo. Pri izpiranju je treba omejiti tlake, da ne pride do poškodb zaščitnega PE-ovoja sider.

Mesto napenjanja sider je treba ograditi in zavarovati zaradi nenadne odpovedi/poškodb opreme za napenjanje ali pretrga pramen. To še posebej velja za preskusna sidra. Za sidrom, na katerem se izvaja napenjanje oziroma preskus nosilnosti, se ni dovoljeno zadrževati. Pri inapenjanju je treba upoštevati določila veljavne regulative za varstvo pri delu.

Pri izvedbi PS, UP in CPN morata nadzor ali institucija zagotoviti neposredno nadziranje postopka preskusa, ki ga s svojo opremo opravlja izvajalec sidrnih del. Institucija sodeluje pri izvedbi PS in UP in CPN, v dogovoru z nadzorom pa tudi pri naključnih sidrih, na katerih se izvaja OP/EPN.

Izvajalec sidrnih del mora na lokacijah preskusov nosilnosti sider pred začetkom preskusov izvesti zaščito pred vremenskimi vplivi (čezmerni vpliv temperature oziroma sončnega obsevanja na meritve, padavine) oziroma utrditi tla, na katerih bodo stali merilni inštrumenti. Vgrajena prednapeta geotehnična sidra je treba preveriti s preskusom napenjanja, pri čemer – če izvajalec sidrnih del pri preskusu nosilnosti ugotovi neizpolnjevanje pogojev iz programa napenjanja (mere lezenja, trajnega izvlečka, efektivne proste dolžine ali glede izmerjene upornosti pri trajnih sidrih) – o tem takoj obvesti projektanta, ki odloča o nadaljnjem postopku. Izvajalec sidrnih del ne sme odrezati pramen zaklinjene glave trajnega sidra do zadnje meritve upornosti in odobritve projektanta. Na deležu sider, ki ga opredeli projektant, je treba pustiti zadostno dolžino pramen, da je možno kasneje izvesti razklinjanje teh sider in pregledati stanje pod mestom zaklinjanja ter po potrebi ponoviti preskus nosilnosti oziroma ugotoviti dejansko sidrno silo v sidru.

Izvajalec preiskave sider mora v 2 dneh projektantu, nadzoru in instituciji dati kopijo protokola preiskave sidra. Na osnovi rezultatov preiskav sider, izvedenih do porušitve sidra, projektant:

- Verificira projekt sidranja in potrdi tehnologijo vgradnje sider;
- pripravi program napenjanja, v katerem opredeli merila za izvedbo preskusov napenjanja ter preskusne sile  $P_p$  za preskuse napenjanja, sile zaklinjenja  $P_0$  ter minimalne potrebne in maksimalne dopustne sidrne sile, ki lahko v času uporabe delujejo na sidrani objekt;
- v dogovoru z izvajalcem določi dolžino veznega dela sider, količino injekcijske mase in morebitne ukrepe v zvezi s poinjektiranjem;
- pripravi nadaljnje postopke pri odmikih od meril, predpisanih za preskuse, in
- opredeli pogostnost odčitavanja sidrnih sil v merilnih sidrih, meritev električne upornosti in vizualnega pregledovanja stanja protikorozijske zaščite vidnih delov sider.

Iz vrednotene rezultate preskusov napenjanja (UP, CPN, EPN, OP) mora izvajalec sidrnih del dostaviti projektantu, nadzoru in instituciji.

Po zaklinjenju sidra mora izvajalec sidrnih del takoj izvesti vsaj začasno protikorozijsko zaščito glav sider in preprečiti prodor vode v notranjost glave do takrat, ko projektant odobri rezanje pramen sidra na končno dolžino in so pogoji ustrezni (brez padavin, suho ozračje oziroma suhi vidni jekleni deli sider), da izvajalec sidrnih del lahko izvede končno protikorozijsko zaščito glav sider. O časunjene izvedbe mora izvajalec sidrnih del najmanj 2 delovna dneva pred začetkom izvajanja del obvestiti nadzor, tako da lahko ta strožje nadzira pravilnost izvedbe.

V sklopu sidranja vsakega sidranega objekta je treba vgraditi zadostno število merilnih sider, ki omogočajo odčitavanje sidrnih sil v poljubnem času, in kontrolnih sider, ki omogočajo namestitev napenjalke, izvedbo preskusov nosilnosti ter ugotavljanje dejanske sile oziroma spremembo sidrne sile v sidru. Delež merilnih in kontrolnih sider določi projektant, vendar ne sme biti manjše od minimalnega deleža, predpisanega v podeljenem soglasju.



Od zaklinjanja merilnega sidra naprej je treba izvajati periodične odčitke sidrskih sil, ki se nato v pogostnosti, ki jo v programu meritev predpiše projektant, izvajajo med uporabno dobo sidranja. Pri presoji rezultatov meritev se upoštevajo še druge geodetske meritve in meritve inklinometrov v sklopu opazovanja objekta, pri čemer se ob prekoračitvi mejnih vrednosti, navedenih v programu meritev, izvedejo že vnaprej predvideni ukrepi. Pri trajnem sidranju je treba pred predajo sidranih objektov lastniku opredeliti odgovornost za način informiranja in odločanja za izvedbo, izvrednotenje in presoyo meritev. Za vsak sidrani objekt z vgrajenimi trajnimi prednapetimi sidri naj projektant pripravi navodila za uporabo in plan kontroliranja, ki mora skladno s podeljenim soglasjem vsebovati zlasti te podatke:

- Največje dopustne in najmanjše potrebne sidrske sile za čas uporabe objekta,
- dopustne pomike in deformacije gradbenega objekta oziroma njegovih delov,
- dopustne deformacije tal ter
- dopustne vodostaje in porne pritiske.

V okviru plana kontroliranja naj se opredelijo vrsta, položaj in število merilnih naprav za kontroliranje sil v sidrih, pomikov in deformacij tal ter objekta, vodostajev ter pornih tlakov in preskušanje protikorozijske zaščite. Treba je navesti natančnost uporabljenih merilnih naprav. Sestavni del plana kontroliranja je tudi program meritev, pri čemer morajo biti za merjene količine znani pogostost meritev, mejne vrednosti in ukrepi ob prekoračitvi. Natančno naj se določijo odgovornosti, načini informiranja in odločanja za izvedbo, vrednotenje in presoyo meritev.

V sklopu vzdrževanja vgrajenih sider naj se izvajajo periodični pregledi stanja glav sider, pri čemer se vzdrževalni ukrepi (recimo obnova protikorozijskega premaza, zamenjava tesnila pod zaščitno kapo, preverjanje stanja protikorozijskega sredstva v kapi, po potrebi tudi zamenjava protikorozijskega sredstva ipd.) prilagodijo ugotovljenemu stanju. Predvidi naj se tudi vzdrževanje samega sidranega objekta, drenažnih sistemov in sistemov za odvajanje vode v njegovi bližini, kakor tudi vzdrževanje merilnih naprav (dinamometrov) vgrajenih na merilnih sidrih.

V primeru, da so v sidrani objekt vgrajena začasna sidra in nastopi potreba po podaljšanju uporabne dobe na več kot 2 leti, je nujno treba izvesti strokovni vizualni pregled stanja protikorozijske zaščite in morebitnih korozijskih poškodb vseh glav sider, pri čemer naj se pri sidrih s puščenimi prameni izvede tudi razklinjanje sider in opravi pregled stanja jeklenih delov v notranjosti sidrišča.

## Pasivna sidra

Pogoji izvedbe pasivnih sider, ki vključujejo transport, skladiščenje sider, vgrajevanje, preskušanje nosilnosti vgrajenih sider, vzdrževanja sider, so opredeljeni v elaboratu sidra, predloženem v sklopu podelitve soglasja in katerega sestavni del so tudi navodila za vgradnjo.

Vgrajevanje pasivnih sider je tehnološko zahteven postopek, ki ga sme izvajati le izvajalec sidrskih del s potrebnimi izkušnjami (referencami) s področja vgrajevanja geotehničnih sider in ustrezno opremo za izvajanje del. Pri vgradnji se lahko geološke okoliščine hitro spreminjajo in temu primerno je treba prilagoditi vgradnjo. Med izvajanjem sidrskih del mora izvajalec zagotoviti strokovno geotehnično spremljavo in za pasivna sidra voditi dokumentacijo.

Tehnologija vgradnje, geološke razmere in tudi parametri, ki jih je upošteval projektant pri projektu, se potrjujejo z izvlečnimi preskusi oziroma PRP, pri čemer se vgrajeno pasivno sidro obremeni do porušitve. Ko je z rezultati PRP potrjena pričakovano nosilnost, lahko izvajalec nadaljuje vgrajevanje sider na tem območju. V nadaljevanju vgradnje se nosilnost pasivnih sider preverja z UP in OP, pri čemer se pri vsakem tipu preskusa izvaja drugačna pogostost izvedbe preskusov in različne ravni obremenitve. Podrobnosti v zvezi z načinom izvedbe preskusov, številom izvedenih preskusov in zahtevami za izvedbo so v osnutku standarda oSIST prEN 14490: 2007 Izvedba posebnih geotehničnih del – Pasivno sidranje. PRP in UP izvaja zunanja kontrola (institucija), OP pa notranja kontrola (izvajalec sidrskih del).



Pri trajnih pasivnih sidrih se po namestitvi matice izvede končna protikorozijska zaščita vidnih delov sidrne glave, ki mora biti med predvideno uporabo sidranja trajna in funkcionalna. Osnovni principi protikorozijske zaščite sider so podobni kot pri trajnih prednapetih sidrih.

## **B 4 Kakovost izvedbe**

### **B 4.1 Splošni videz**

Sidra morajo biti vgrajena po izvedbenih detajlih in s komponentami, skladno s podeljenim soglasjem in projektom. Pri izvedbenih postopkih vgradnje in protikorozijske zaščite ne sme biti odstopanj v smislu uporabljenih materialov, komponent ali postopkov, opredeljenih v soglasju. Po končani vgradnji oziroma po zaklinjenju sider je treba brez odstopanj ali sprememb od navedb v soglasju izvesti protikorozijsko zaščito glav sider. Ob slabem vremenu (padavinah) oziroma če so jekleni deli glav sider mokri, se izvede začasna protikorozijska zaščita, ki se nato v suhem vremenu odstrani in nadomesti s protikorozijsko zaščito, skladno s podeljenim soglasjem in projektom. Zaščitne kape/pokrovi glav trajnih prednapetih sider morajo vodotesno nalegati na površino sidranega objekta, nato pa se votla notranjost napolni z utekočinjenim protikorozijskim sredstvom. Dokončno zaščitene glave sider je treba v neugodnih razmerah zaščititi pred mehanskimi poškodbami, do katerih bi lahko prišlo med izvajanjem del v neposredni bližini sider. Ob možnosti poškodb protikorozijske zaščite glav sider in pri sidrih, za katera se predvideva uporaba, daljša od 2 let (trajna sidra), je treba urediti dostop do glav trajnih sider tako, da bosta možna pregled stanja sider in obnovitev protikorozijske zaščite.

### **B 4.2 Tolerance mer**

#### **Prednapeta sidra**

Os vrtine mora biti v okviru radialne tolerance 75 mm. Začetna nastavitev vrtalne garniture naj od projektirane ne odstopa za več kot 2°, pri čemer se po izvrtanih 2 m vrtine preveri odklon vrtine. Med vrtanjem je treba, za zagotovitev skupne tolerance dolžine vrtine (1/30 dolžine sidra), kontrolirati položaj, smer, dolžino, premer in nagib osi vrtine glede na sidrni blok. To še posebej velja, če bi bila medsebojna osna razdalja veznih delov sider ob privzetju dopustnega odstopanja manjša od 6-kratnika premera vrtine ali če bi lahko prišlo do škodljivega vpliva na podzemne gradnje (recimo napeljave) oziroma že vgrajena sidra. Pri navzdol odklonjenih sidrih naj se, ko ostankov materiala vrtanja ni možno povsem odstraniti iz vrtine, dolžina vrtine podaljša do 1 m glede na dejansko dolžino sidra.

Če so zgornje plasti zaledja zemljina, vezni del sidra pa naj bi bil vgrajen v kamnino, mora dolžina veznega dela sidra merjeno v vseh smereh v kamnino segati najmanj 2 m od stika z zemljino. Za preprečevanje neugodnih medsebojnih vplivov med veznimi dolžinami sider naj znaša minimalna razdalja med veznimi deli sider vsaj 1,5 m. Pri določanju osnih razmikov med križajočimi se sidri je treba strogo upoštevati tolerance za izvedbo.

Prosta dolžina sidra praviloma ne sme biti krajša kot 7 m, dolžina veznega dela sidra naj ne bo manjša od 3 m in ne večja od 10 m. Pred izvedbo napenjanja je, pri morebitnih geometrijskih odstopanjih (predvsem ravnosti) naležne površine betona sidranega objekta, je treba naleganje nosilne plošče sidra zagotoviti s podlivanjem z epoksidno malto. Pri napenjanju in zaklinjenju prednapetih sider mora odklon pramen od pravokotnice na glavo sidra znašati največ 3° pri 97 % karakteristične vrednosti porušne sile pramen.

## B 4.3 Druge zahteve

Kakovost sidranja je treba zagotavljati s sklenjeno verigo zagotavljanja kakovosti od proizvodnje komponent, sestavljanja sider do končnih faz izvedbenih postopkov njihove vgradnje, pri čemer so ključne te faze:

- Zagotavljanje kakovosti komponent in sestavljanja sider v proizvodnji, skupaj z zagotavljanjem sledljivosti;
- aktivnosti pri transportu, skladiščenju sider na gradbišču in ravnanju z njimi;
- zagotavljanje kakovosti pri vgradnji sider (kontrola pri izdelavi vrtine, cementne injekcijske mase, uporaba ustrezne opreme za injektiranje, pravih komponent sider ipd.);
- kontrola nosilnosti sider;
- kontrola stanja protikorozijske zaščite z meritvami električne upornosti (le pri trajnih **prednapetih sidrih**);
- kontrola izvedbe zaščite glav prednapetih sider.

## B 4.4 Metode preverjanja kakovosti

Institucijo, neodvisni organ s tehničnimi zmogljivostmi za izvedbo in presojo preskušanja ter vrednotenja proizvodov, imenuje naročnik (SSRS) upošteva kvalifikacije, reference in status priglasenosti za potrjevanje skladnosti proizvodov, ki se za konkretna dela uporabljajo.

Skladno s podeljenimi soglasji je za vse tipe sider in njihovo predvideno uporabo predpisan sistem potrjevanja skladnosti **1+**. Certificiranje sider se izvaja takole:

- **pasivna sidra:** certifikacijski organ na podlagi ocenitvenega poročila imenovanega kontrolnega organa izda certifikat o skladnosti proizvoda;
- **prednapeta sidra:** gradbeni proizvodi v smislu veljavne regulative postanejo šele po končani vgradnji, zato se njihovo certificiranje izvaja takole:
  - Za sestavljena sidra na izhodu proizvodnje certifikacijski organ na osnovi ocenitvenega poročila določenega kontrolnega organa, pripravljenega na podlagi začetnega pregleda obrata in kontrole proizvodnje, izda **certifikat o skladnosti proizvoda**;
  - za kompletirana sidra z vsemi komponentami in izvedeno protikorozijsko zaščito mora izvajalec sidrskih del izvesti prikaz izvedbenih aktivnosti in preskušanja nosilnosti sider na poskusnem polju, za katerega organ za certificiranje vgradnje izdela ocenitveno poročilo o vgrajevanju, na podlagi katerega izda **certifikat o skladnosti vgrajenega proizvoda**.

Proizvajalec mora v proizvodnem obratu za proizvodnjo sider uvesti, dokumentirati in vzdrževati stalen sistem kontrole proizvodnje, s katerim zagotavlja, da bo v promet dani proizvod skladen z zahtevami soglasja, in omogočiti učinkovito izvajanje sistema, ki zajema postopke, redne preglede in preskuse ter ocene rezultatov kontrole osnovnih materialov, opreme, proizvodnega procesa in končnega proizvoda. Proizvajalec sider mora izvajati preskušanja skladno z načrtom kontrole, priloge podeljenega soglasja. Vsako pošiljko komponent končnega proizvoda oziroma sestavljenih sider mora označiti skladno z zahtevami v soglasju.

Določeni organ v okviru stalnega nadzora kontrole proizvodnje v pogostosti, predpisani v soglasju, izvaja redne preglede obrata in kontrole proizvodnje v obratu za proizvodnjo sider.

Sidra dela mora izvajalec del izvajati kakovostno, skladno s podeljenim soglasjem, projektom in zahtevami teh tehničnih pogojev. Izvajalec mora izvajati sprotne preverjanje materialov in izvedbe del v skladu z načrtom kontrole ter prepotrjenim programom preiskav, pri čemer mora rezultate preiskav sestavnih

komponent sider in potrjene recepture injekcijske mase predložiti nadzoru pred začetkom izvajanja sidrskih del. Program preiskav mora biti pravočasno pripravljen na osnovi teh tehničnih specifikacij, tako da ga nadzor pregleda in potrdi pred začetkom del.

Pri izvedbi sidrskih del je treba izvajati kontrolo kakovosti, pri čemer se aktivnosti notranje kontrole, ki jo izvaja izvajalec del, in aktivnosti zunanje kontrole, ki jo izvaja institucija, deli skladno z navedeno tabelo. Izvajalec del mora izvajati kontrole, predpisane v načrtu kontrole, ki je sestavni del podeljenega soglasja. Pri izvedbi preskušanj v sklopu zunanje kontrole nosilnosti prednapetih sider izvajalec del s svojo opremo za napenjanje (napenjalke, hidravlična črpalka, merilnik sile v sidru, merilnik izvlečkov sidra), ki jo uporablja pri izvedbi objekta in ki je kalibrirana, zagotavlja vnos in tudi meritev sidrne sile skladno z zahtevami regulative, pri čemer institucija vodi, dokumentira in vrednoti rezultate preskusa nosilnosti sidra. Preverjanje nosilnosti pasivnih sider izvajata izvajalec in institucija ločeno, pri čemer je treba preskuse izvajati skladno z veljavno regulativo in podeljenim soglasjem. Izvajalec notranje kontrole mora rezultate preskusov nadzoru in instituciji predajati sprotno, najkasneje v 3 dneh po opravljenem preskusu, če rezultati niso izpolnili zahtev, ki jih predpiše projektant, oziroma v 7 dneh, če so izpolnjene projektne zahteve oziroma zahteve iz elaborata napenjanja (pri prednapetih sidrih).

Vrsta preverjanja	Kontrola kakovosti izvedbe (pogostost)	
	Notranja (izvajalec)	Zunanja (institucija)
<b>Prednapeta geotehnična sidra</b>		
Položaj, naklon in globina vrtine	Vsaka vrtina	-
Popis vrtine, pojav vode v vrtini	Vsaka vrtina	Pri vrtinah preskusnih sider ter pri sidrih, kjer bo izveden UP ali CPN (v dogovoru z nadzorom)
Kontrola injekcijske mase za zalivanje sider	Po načrtu kontrole (STS)	Vsaj 1x na 50 sider (najmanj 1x na objekt)
PS/UP	Pri vseh PS*/UP*	Pri vseh PS/UP
CPN	Pri vseh CPN*	Pri vseh CPN
EPN/OP	Pri vseh EPN*/OP*	Po dogovoru z nadzorom na naključnih EPN/OP
Kontrola izvedbe protikorozijske zaščite glave sidra	-	Najmanj 1x na objekt
Meritev električne upornosti	Vsako sidro po načrtu kontrole	Pri 20 % sider
<b>Pasivna geotehnična sidra</b>		
Kontrola vgradnje sider	-	Najmanj 1x na objekt
<b>Kategorija 2</b>		
PS/UP	-	Najmanj 3 preskusna sidra, pri tem pa 1 sidro na vrsto zemljine
OP	1,5 % sider (ne manj kot 3)	1 % sider (ne manj kot 3)
<b>Kategorija 3</b>		
PS/UP	-	Najmanj 6 preskusnih sider, pri tem pa 2 sidri na vrsto zemljine
OP	2,5 % sider (ne manj kot 3)	1,5 % sider (ne manj kot 3)

Opomba: \* ... izvajalec del s svojo kalibrirano opremo za napenjanje zagotavlja vnos in tudi meritev sidrne sile skladno z zahtevami regulative, pri čemer preskus vodi institucija.

## B 5 Izdelava tehnološkega elaborata in plana kontrole kakovosti izvedbe del za geotehnična sidra

Izvajalec sidrnih del mora nadzoru predložiti tehnološki elaborat (TE) najmanj 15 dni pred začetkom izvajanja sidrnih del. Pri izdelavi TE mora upoštevati zahteve iz elaborata sidra in vse zahteve iz teh tehničnih pogojev. TE dopolnjuje projekt za izvedbo s konkretnimi podatki o zasnovi in izvedbi protikorozijske zaščite, uporabljenih materialih/komponentah, skupaj z dokazom kakovosti, podrobnejšim opisom tehnologije izvajanja del in planom zagotavljanja kakovosti. Nadzor predloženi TE v 8 dneh pisno potrdi oziroma (zaradi neustreznosti) zavrne.

Obvezni sestavni deli TE so:

- Splošni podatki o objektu;
- s projektom določene zahteve za trajna sidra;
- opis tehnološke izvedbe sidranja z zahtevami za ureditev deponij, dostopnih poti in pogojev za izvedbo sidranja;
- program povprečne pogostosti notranje in zunanje kontrole;
- tolerance za izvedbo (začetni kot vrtine, kontrola nagiba vrtine med vrtanjem, osne razdalje med posameznimi sidri);
- terminski plan izvedbe del, ki mora zajemati dobavo sider na gradbišče, vrtanje, vgrajevanje, preskus nosilnosti in izdelavo protikorozijske zaščite;
- program opazovanja oziroma spremljave vgrajenih sider, ki naj vključuje:
  - število in lokacije merilnih in kontrolnih sider, ki morajo biti opredeljeni za opazovanje (v skupnem deležu najmanj 5 % števila sider oziroma najmanj 3 sidra na sidrani objekt),
  - izvedbo ničelnih meritev pred začetkom del na objektu,
  - pogostost odčitovanja sidrskih sil v merilnih sidrih,
  - vrsto, število in položaj sider, opremljenih z dinamometri,
  - inklinometre, merilnike pomikov in deformacij objekta ter merilne naprave za merjenje vodostajev in pornih tlakov (navedene morajo biti tudi zahtevane natančnosti meritev),
  - opredelitev periodičnih pregledov stanja protikorozijske zaščite vidnih delov sider;
- periodična poročila o opazovanju izvajalec sidrskih del dostavi nadzoru in instituciji, pri čemer morajo biti v programu opazovanja za vse meritve navedene mejne vrednosti ter postopki ob njihovih prekoračitvah; to predvsem velja za:
  - največje dopustne in najmanjše potrebne sidrne sile v času uporabe objekta,
  - dopustne pomike in deformacije objekta oziroma njegovih elementov,
  - dopustne vodostaje oziroma porne tlake (po potrebi);
- program vzdrževanja, v katerem naj bo opredeljeno vsaj:
  - obnavljanje protikorozijske zaščite elementov vidnih delov vgrajenih sider in
  - vzdrževanje merilnih naprav po navodilih proizvajalca;
- seznam opreme za vgrajevanje in preskušanje nosilnosti vgrajenih sider;
- dinamika pregledovanja stanja zaščite glav vgrajenih sider in predvidenje načina vzdrževanja, ki se izvaja na podlagi dejansko ugotovljenega stanja, in
- priloge:
  - kopijo podeljenega soglasja za tip sidra, ki ga bo vgrajeval na objektu z izvlečkom iz načrta kontrole, ki se nanaša na kontrolo vgradnje sider;
  - kopijo potrdila, ki ga izda imetnik soglasja, da je izvajalec sidrskih del seznanjen z izvedbenimi aktivnostmi in tehnološkimi detajli izvedbe predmetnih sider;
  - certifikat o skladnosti gradbenega proizvoda na izhodu iz proizvodnje;
  - certifikat o skladnosti vgrajenega proizvoda (le za trajna **prednapeta sidra**);
  - potrdilo recepture injekcijske mase, ko izvajalec sidrskih del injekcijsko maso proizvaja po svoji recepturi (ne po recepturi imetnika soglasja) ali pa namerava zaradi razmer v okolju za pripravo injekcijske mase uporabljati cement z veliko odpornostjo proti sulfatome in
  - dokazila o preskušanju ključnih sestavnih komponent sider skladno z načrtom kontrole.

## C OPORNE KONSTRUKCIJE

Oporne konstrukcije podpirajo tla iz zemljine, kamnine ali zasipa ter vodo. Material se razume kot podprt, ko je oblikovan v bolj strmim nagibu, kot bi bil mogoč, če konstrukcije ne bi bilo. Podporne konstrukcije vključujejo vse tipe sten in podpornih sistemov, v katerih se v konstrukcijskih elementih pojavijo obremenitve zaradi podpiranega materiala.

### Strokovni izrazi

- **Težnostni zid** – zid iz kamna, betona ali armiranega betona, ki ima temelj s peto ali brez nje, konzole ali opornika. Teža zidu je pomembna za podpiranje zalednega materiala. Primeri takih zidov so betonski težnostni zidovi, s konstantno ali spremenljivo debelino, plitvo temeljeni zidovi iz armiranega betona.
- **Vpete stene** – razmeroma tanke stene iz jekla, armiranega betona ali lesa, ki jih podpirajo sidra, razpore in/ali pasivni pritisk zemlje. Njihova upogibna trdnost ima pomembno vlogo v podpiranju zalednega materiala, teža zidu pa ni pomembna. Primeri takih zidov so konzolne jeklene zagatne stene, sidrane ali razprte jeklene ali betonske zagatne stene in diafragme.
- **Sestavljene podporne konstrukcije** – sestavljene so iz elementov zgornjih dveh tipov sten.
- **Porušitev zaradi hidravličnega loma tal** – zgodi se, ko sile strujanja vode v smeri navzgor delujejo proti teži zemljine in zmanjšajo vertikalne efektivne napetosti na nič. Zrna zemljine se nato dvignejo z vertikalnim tokom vode in sledi porušitev.
- **Porušitev zaradi notranje erozije** – zgodi se zaradi transporta delcev zemljine v okviru posamezne plasti tal, na meji med plastmi ali na meji med zemljino in konstrukcijo. To lahko v končni fazi povzroči regresivno erozijo, ki privede do porušitve strukture zemljine.

Pri stanovanjski gradnji se za podpiranje najpogosteje uporabljajo pilotne stene in pa elementi *jet grouting*. Zahteve za izvedbo teh elementov:

- A – Opis del,
- B – Osnovni materiali in zahteve zanje,
- C – Način in pogoji izvedbe,
- D – Kakovost izvedbe,

so v knjižici **ZEMELJSKA DELA – Globoko temeljenje**.

Navajamo nekaj dodatnih zahtev.

### Kakovost izvedbe

Mejne vrednosti dopustnih premikov zidov in objektov v vplivni bližini je treba določiti v fazi projektiranja podporne konstrukcije skladno s predpisi ob upoštevanju toleranc za pomike podprtih objektov in infrastrukture.

Previdna ocena deformiranja in pomika podporne konstrukcije ter učinki na podprte objekte in infrastrukturo mora biti narejena na osnovi primerljivih izkušenj ter vključevati učinke gradnje zidu.

Pri projektu lahko upravičimo začetno previdno oceno premikov z dokazom, da ocenjeni premiki ne presegajo mejnih vrednosti. Če pa previdna ocena pomika kaže na presežene mejne vrednosti, je treba projekt dopolniti z natančnejšimi študijami, skupaj z izračuni pomikov. Treba je proučiti in navesti vplive, kot so tresljaji, ki jih povzroča promet za podpornih zidom.

Natančnejše študije, skupaj z izračuni pomikov, so potrebne, kadar so bližnji objekti in infrastruktura zelo občutljivi na pomike in kadar ni zanesljivih primerljivih izkušenj.

Pomike se načeloma računa, kadar zid podpira:

- Več kot 6 m koherentne zemljine z dobrimi strižnimi lastnostmi,
- več kot 3 m koherentne zemljine s slabimi strižnimi lastnostmi,
- kadar je zid na delu svoje višine ali pod temeljem podprt z mehko glino,
- pri pomembni hidrostatski obtežbi.

Izračun pomikov mora upoštevati togost tal in konstrukcijskih elementov ter zaporedje gradnje.

Pri določanju hidrostatskih tlakov, tlakov porne vode in v primeru črpanja vode iz gradbene jame tudi hidravličnih gradientov, ali strujnih sil je treba upoštevati:

- Časovno in prostorsko spreminjanje vodoprepustnosti tal;
- časovno spreminjanje ravni vode in tlaka porne vode;
- vse spremembe robnih pogojev (recimo dinamiko gradnje oziroma globino izkopov).

Upošteva naj se, da lahko različna slojevitost tal povzroča različne mehanizme porušitve.

Pri hidrostatskih tlakih na steno priporočamo opazovanje ravni talne vode na zunanji strani med gradnjo.

Pri črpanju vode iz gradbene jame je treba preveriti možnost hidravličnega loma tal in notranje erozije.

Pri varovanju gradbene jame je treba navesti geotehnično kategorijo konstrukcije ter dopustne tolerance pri gradnji podpornih konstrukcij in predvideti geotehnično opazovanje, če je potrebno.

Priporočamo revizijo projektov varovanja gradbene jame za objekte geotehnične kategorije 2 in 3.

Za nadzor gradnje pri običajnih vrstah opornih konstrukcij je treba izvajati:

- Kontrolo lastnosti tal pri izkopih (lokalna odstopanja – izviri, žepi slabše zemljine (gline), opuščeni podzemni objekti); ugotovitve se fotodokumentirajo;
- kontrolo objektov – treba je spremljati pomike, nagibanje, stabilnost podpornih elementov (začasnega ali trajnega varovanja gradbene jame), porne tlake, sidrne sile, vplive na sosednje objekte;
- kontrolo varnosti delavcev zaradi manjše stabilnosti (padajoče kamenje, porušitev začasnih brežin, globokih jarkov).

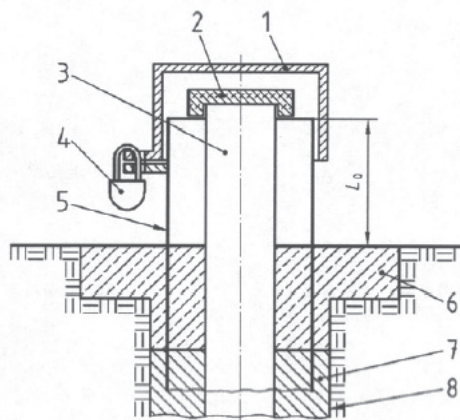
## D GEOTEHNIČNO OPAZOVANJE

### Strokovni izrazi

- **Vertikalni inklinometer** – z meritvami vertikalnih inklinacij se ugotavljajo vodoravni pomiki po globini prej vgrajene inklinacijske cevi. Vertikalni inklinometer tako sestavlja profilirana inklinacijska cev, ki se običajno vertikalno vgradi v zemljino (brežina, nasip) ali pa v beton (recimo pilotna stena). Meritve se izvajajo z napravo, imenovano vertikalni inklinometer, ki ga sestavljajo merilna sonda, merilni kabel in zajemnik podatkov. Nekaj dni po vgradnji se izvede osnovna meritev, kontrolne se navezujejo na osnovno meritev, zato je treba meritve izvajati z isto napravo in po možnosti isto osebo. Na slikah sta prikazana detajl ustja vertikalnega inklinometra in profilirana cev. Običajno se izvaja med izvajanjem izkopa pri zelo globokih vkopih, pri čemer je bilo v fazi projektiranja pomike težko določiti z zadostno natančnostjo (geotehnična kategorija 2 in 3), v bližini pa so objekti občutljivi na pomike tal.



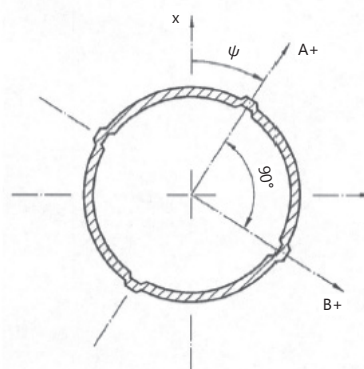
- 1 – zunanja zaščitna kapa
- 2 – notranja zaščitna kapa
- 3 – vertikalna inklinacijska cev
- 4 – obešanka
- 5 – zaščitna kovinska cev
- 6 – plast betona
- 7 – zasutje
- 8 – obod vrtine



$\Psi$  – orientacija inklinacijske cevi

A+ – izbrana smer glavne osi

B+ – pravokotna smer glede na glavno os



**Ekstenzometer** – z ekstenzometri se merijo relativni pomiki med dvema ali več točkami v vrtini v smeri vzdolž vrtine. Primeren je za meritve pomikov v zemljini in hribini pri varovanju globokih gradbenih jam ali podzemnih objektov. Vgradi se v očiščeno vrtino, po postopkih, ki jih navede proizvajalec opreme. Nekaj dni po vgradnji se izvede osnovna meritev, kontrolne se navezujejo na osnovno meritev. Meritve se izvajajo z mehanskimi ali električnimi čitalci, glede na tip ekstenzometra. Običajno se izvajajo med izkopi pri zelo globokih vkopih v mehkih in trdnih kamninah (geotehnična kategorija 2 in 3).

- **Odprti piezometer** – z meritvami ravni talne vode v prej vgrajenih piezometrijskih cevih ugotovljamo hidrostatske tlake oziroma pogoje talne vode. Piezometrijska cev se na določenem delu perforira in se vgradi v tla. Meritve ravni talne vode se izvajajo ročno (občasno) z merilnikom ravni talne vode ali se vgradi sonda za avtomatizirane meritve ter se nastavijo časovne periode meritev. Z avtomatiziranimi meritvami dobimo veliko več in kakovostnejše podatke, tako da lažje evidentiramo največje in najmanjše tlake talne vode. Običajno se izvajajo med izkopi in gradnjo objekta, če je bilo v fazi projektiranja obremenitve zaradi tlaka talne vode težko določiti z zadostno natančnostjo (geotehnična kategorija 2 in 3).
- **Merilnik pornih tlakov** – porne tlake talne vode merimo običajno v slabo prepustnih mehkih zemljinah. V zemljino se na projektirani globini vtisne merska celica, ki je s cevjo oziroma kablom povezana z zajemnikom podatkov, pri katerem se nastavijo časovne periode meritev. Običajno se izvajajo med gradnjo objekta na mehkih in stisljivih tleh, če je bila med projektiranjem ugotovljena nevarnost porušitve tal (geotehnična kategorija 2 in 3). Primer merske celice je prikazan na sliki.





- **Merilna sidra** – sidra, opremljena z napravo za merjenje sile, tako da je v vsakem trenutku mogoče izmeriti sidrno silo. Z njimi se merijo osne sile v sidrih, vgrajenih v nosilna tla (zemljino ali kamnino). Uporabljajo se za merjenje dejanskih osnih obremenitev sider, vgrajenih v sklopu sidra-nja podpornih konstrukcij pri varovanju gradbenih jam, vzgonskih tlakov, podzemnih gradnjah. Običajno se izvaja med izvajanjem izkopa pri zelo globokih vkopih, če je bilo v fazi projektiranja obremenitve zaradi zemeljskih pritiskov in/ali tlaka talne vode težko določiti z zadostno natančnostjo (geotehnična kategorija 3).

## D 1 Opis del

Geotehnično opazovanje se izvaja:

- Da se preveri veljavnost projektne prognoze obnašanja,
- da se zagotovi, da bo konstrukcija tudi po končani gradnji taka, kot je bilo zahtevano.

Program tehničnega opazovanja je treba izdelati na podlagi poročila o geotehničnem projektu.

Treba je navesti:

- Parametre, ki se opazujejo,
- mejne vrednosti za posamezna merska mesta,
- potrebno natančnost posameznih meritev,
- čas osnovne meritve in pogostost meritev.

Rezultate meritev je treba takoj analizirati in interpretirati. To smejo opravljati le strokovnjaki za geotehniko.

Program tehničnega opazovanja, izvajalca tehničnega opazovanja (izvajalca meritev) in strokovnjaka za analizo rezultatov meritev mora odobriti nadzor.

Opazovanje in meritve odzivanja konstrukcije in njene okolice naj se po potrebi izvajajo:

- Pred gradnjo, ko lahko nova gradnja vpliva na objekte ali podzemne vode v bližini;
- med izvajanjem izkopov, da se ugotovi, ali dela ne vplivajo škodljivo na okolico in so podporni oziroma tesnitveni ukrepi zadostni;
- po gradnji, da se oceni dolgoročno odzivanje objekta.

Pogostost meritev in trajanje tehničnega opazovanja je odvisno tudi od rezultatov meritev. Tehnično opazovanje je zlasti pomembno pri objektih, ki spadajo v geotehnično kategorijo 3 –veliki podzemni objekti (garaže ali globoke gradbene jame), objekti na malo nosilnih, zelo heterogenih in stisljivih tleh, gradnja pod ravnjo talne vode.



Tehnično opazovanje lahko zajema meritve teh parametrov:

- Deformacij tal na vplivnem območju objekta,
- tlake porne vode,
- pomike (vertikalni ali horizontalni premiki, rotacije ali deformacije) v konstrukcijskih elementih,
- vrednosti vplivov in sile,
- vrednosti kontaktnih tlakov med tlemi in konstrukcijo.

## Precejanje talne vode

Kontrola pogojev talne vode – merijo se spremembe ravni vode v piezometrih, porni tlaki. Pri gradnji pod ravno talno vodo je treba kontrolirati, če so vodni tlaki enaki, kot je bilo predvideno v projektu (kontrola ravni vode v piezometrih v neposredni bližini gradbene jame).

Preverjanje delovanja sistema za nadzor talne vode – merijo se porni tlaki oziroma raven vode v piezometrih. Treba je preveriti, ali tlak vode ne more povzročiti izgube stabilnosti brežin ali dna gradbene jame (hidravlični lom tal).

Treba je preveriti, ali je sistem zadosten tudi ob večjih dotokih vode (nalivi) in ali deluje zanesljivo (mašenje črpalk).

Treba je preverjati precejanje vode in učinke črpanja, da se prepreči notranja erozija.

Če je smiselno, je treba kontrolirati tudi kemično sestavo talne vode in ovrednotiti njen kemični vpliv (korozijo ...).

Izčrpano vodo je treba kontrolirano odvajati, včasih tudi dovajati v tla zunaj gradbene jame, da se prepreči škodljiv vpliv na pogoje talne vode.

Treba je preveriti, če spremembe (znižanje) gladine ne povzroča posedanja okoliških zgradb.

## Odzivanje objekta

Merijo se:

- Navpični pomiki okoliških zgradb in novogradnje;
- vodoravni pomiki in deformacije, predvsem na obodu gradbene jame, ki lahko nastanejo zaradi izkopov, deponij materiala, koncentriranih obtežb (žerjav), dviga talne vode;
- raven talne vode pod sosednjimi objekti oziroma površinami, zlasti kadar smo vgradili stalne sisteme za odvodnjavanje ali gradimo globoke kleti pod ravno talno vodo;
- pretoki iz drenaž – kontrola vodotesnosti tesnilnih elementov;
- vibracije (pri zabijanju zagatnic, gradbiščni promet);
- posebne okoliščine (recimo pri gradnji toplovodov – sušenje zemljine).

## Opazovanja, ki se običajno izvajajo:

- Vizualni pregledi,
- meritve pomikov na površini,
- geodetske meritve (terestrična opazovanja, GPS opazovanja),
- razpoke (deformetrični trikotniki),
- meritve pomikov pod površino tal (v vodoravni smeri – vertikalna inklinacija, v navpični – meritve v profilu, posedalne plošče),
- meritve tlakov porne vode – odprti piezometri (v dobro prepustnih tleh),
- tlačne celice (v glinah),
- meritve sidrnih sil.

## D 2 Osnovni materiali in zahteve zanje

Vgrajujejo se različni materiali oziroma oprema (reperji, merska sidra, piezometrijske, inklinometrijske cevi, merilniki pornih tlakov ...). Splošnih zahtev za materiale ni. V planu geotehničnega opazovanja je treba navesti, kateri materiali/instrumenti se bodo uporabili.

## D 3 Način in pogoji izvedbe

V poročilo o geotehničnem projektu oziroma v projektni dokumentaciji je treba navesti:

- Pomembna izhodišča, na katerih je temeljil projekt;
- katere projektne predpostavke moramo med gradnjo preveriti (recimo velikost posedka tal, velikost sidrne sile, velikost pomika v vodoravni smeri);
- katere karakteristične parametre smo izbrali za opazovanje in zakaj.

Izdelati je treba plan geotehničnega opazovanja, v katerem se navedejo:

- Predvidene lokacije merskih mest; primer z okvirno lokacijo merskih mest ter potrebnimi prečnimi prerezi, da je nedvoumno, katere lokacije so karakteristične;
- podatki o predvideni opremi, ki se bo vgradila in uporabila pri meritvah;
- podatki o izvajalcih meritev (odgovorne osebe);
- zahteve za najmanjšo natančnost posamezne vrste meritev (za geodetske meritve naj se navede razred teh meritev);
- okvirni terminski plan meritev; potrebna pogostost posameznih meritev in ocenjeno število teh meritev (recimo dve meritvi pred začetkom del, dve meritve med 1. fazo gradnje, 3 meritve med 2. fazo, pet meritev po zadnji fazi – skupaj 12 meritev); če so nujne kontinuirane meritve (pornih tlakov, talne vode, konvergency, sidrskih sil ...), naj se to navede;
- pričakovane vrednosti merjenih parametrov (iz projekta) – če je treba, se navedejo tudi za posamezno fazo gradnje;
- mejne vrednosti merjenih parametrov (ko so dosežene, je treba izvesti dodatne ukrepe oziroma ponovno preveriti projektne predpostavke); ker se projekt v fazi PZI lahko spremeni, se te vrednosti lahko razlikujejo od vrednosti navedenih v poročilu o geotehničnem projektu; navedejo se vsi pomembni dokumenti (zapisniki, spremembe projekta ...); v poročilu se navedejo tudi pomembna izhodišča, na katerih je temeljil projekt;
- podrobnejši podatki o merskih mestih - recimo dolžine vrtine, območje perforacije (za piezometre, inklinometre); če so potrebne tudi laboratorijske in terenske preiskave na teh mestih, naj se to navede in odloči okviren obseg preiskav.

Po opazovanju se pri zahtevnejših objektih izdela poročilo o sistemu opazovanja, ki vključuje:

- obvezno se priloži primer z vrisanimi dejansko izvedenimi merskimi mesti, pri čemer so vrisana tudi izhodišča (recimo osnovni stebri za geodetske meritve);
- izkaznice merskih mest (osnovni podatki o ugotovitvah pri uvedbi sistema opazovanja, recimo sestava tal, raven vode ... );
- osnovne podatke o dejansko uvedenem sistemu – kdo je posamezna merska mesta uvedel, kdaj, lokacije merskih mest (X; Y; Z) in kakšna je bila faza gradnje (globina izkopa v času osnovne meritve); navedejo se tudi pomanjkljivosti; primer »izkaznice merskega mesta« za posamezno vrsto merskega mesta je na koncu poglavja.
- če se vgrajuje merilna oprema, naj se navede podatke o proizvajalcu, o vrsti in tipu opreme, o merilnem območju, pričakovani merski natančnosti;
- odgovorne osebe za uvedbo sistema opazovanja.



## **D 4 Kakovost izvedbe**

Program tehničnega opazovanja, izvajalca tehničnega opazovanja (izvajalca meritev) in strokovnjaka za analizo rezultatov meritev mora odobriti nadzor.

Dela oziroma meritve morajo izvajati strokovnjaki z izkušnjami na tem področju. Oprema mora biti brezhibna in kalibrirana. Na zahtevo nadzora je treba dostaviti o tem potrdila. Za trajna merilna mesta je treba dokazila o skladnosti vgrajene in projektno zahtevane opreme priložiti poročilu o uvedbi sistema opazovanja.

Rezultate meritev je treba čim prej po izvedenih meritvah pregledno predstaviti in opozoriti na pomanjkljivosti (poškodbe merskih mest in osnovnih izhodišč, ekstremne vremenske razmere ...).

Pri geotehničnem opazovanju ni pomembna le korektna izvedba meritev, temveč predvsem pravilna interpretacija dobljenih rezultatov meritev. Pomembno je, da rezultate analizirajo strokovnjaki, usposobljeni za ta dela, ki imajo primerljive izkušnje in ki so neodvisni.


Pri izvajanju geotehničnega opazovanja med gradnjo in po njej je treba zagotavljati kontinuiteto, če je nadaljnje opazovanje potrebno.

## **D 5 Izdelava tehnološkega elaborata in plana kontrole kakovosti izvedbe geotehničnega opazovanja**

Plan geotehničnega opazovanja je sestavni del tehnološkega elaborata.

Plan kontrole kakovosti zajema vrsto in okvirno pogostost meritev. Obseg del se sproti prilagaja rezultatom meritev.

## Izkaznica merskega mesta

VERTIKALNI INKLINOMETER ali PIEZOMETER	
<b>OBJEKT</b>	
<b>oznaka merilnega mesta:</b>	
<b>naročnik:</b>	
dela izvajal:	datum vrtanja:
nadzor:	datum vgradnje:
	kota ustja (m.n.v.):
vreme:	kota dna (m.n.v.):
	dolžina (m):
	globina talne vode (od ustja v m):
opombe	X koord.
	Y koord.
	Z koord.
Osnovna meritev (datum)	
Globina izkopa pri osnovni meritvi	
Fotodokumentacija	
	

# PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL

## POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV

### ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO

#### ZEMELJSKA DELA - Varovanje gradbenih jam

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

## PREDNAPETA GEOTEHNIČNA SIDRA

### 1. Sestanki, ogledi in konzultacije za področje sidranja

- Sodelovanje z nadzorom

Objekt		-	-	1× objekt*	
--------	--	---	---	------------	--

\* Uvodni sestanek pred začetkom izvedbe sidranja.

### 2. Kontrola med izvajanjem injektiranja

- Preskusi po SIST EN 445:
- Pretočnost po SIST EN 445, točka 3.2.2
- Izločanje vode po SIST EN 445, točka 3.3
- Sprememba prostornine po SIST EN 445, točka 3.4.3
- Tlačna trdnost po SIST EN 445, točka 3.5.2

injekcijska masa		*		1× objekt**	
------------------	--	---	--	-------------	--

\* Kontrola posameznega navedenega preskusa skladno s podeljenim soglasjem za sidro.

\*\* 1× na sidrani objekt, vendar ne manj kot 1× na 100 sider.

### 3. Preskusi pri vgrajevanju sider

- Geološka spremljava vrtanja vrtin za preskusna sidra in sidra, pri katerih se izvede CPN
- Kontrola agresivnosti vode

Vrtine sider		Vsaka		5 %*	
Sidr.objekt		**		-	-

\* Kontrola se izvaja na dogovoru z odgovornim za nadzor pri vseh preskusnih sidrih in nekatere

\*\* Kontrola se izvaja na zahtevo odgovornega za nadzor.

### 4. Preskusi nosilnosti sider

- Preiskava sidra (PS)
- Celoviti preskus napenjanja (CPN)
- Enostavni preskus napenjanja (EPN)

Sidro objekta		2 %*		2 %*	
Sidro objekta		10 %**		Vsaj 5 %***	
Sidro objekta		Vsako		-	

\* PS na posebej vgrajenih sidrih v deležu 2 % trajnih oziroma 1 % začasnih sider

\*\* CPN na vsaj 10 % sider objekta, vendar ne manj kot na 3 sidrih.

\*\*\* Obseg zunanje kontrole v dogovoru z odgovornimi za nadzor.

### 5. Električna upornost trajnih sider

- Izolacijska upornost  $R_I$
- Ozemljitvena upornost  $R_{II}$

Sidro objekta		Vsako*		-	
Sidro objekta		**		-	

\* Število meritev skladno z izdanim tehničnim soglasjem za sidro.

\*\* Obvezna meritev za vsa sidra, pri katerih je izolacijska upornost manjša od 0,1 MΩ.

### 6. Kontrola izvedbe protikorozijske zaščite vidnih delov vgrajene glave trajnega sidra

- Terenska kontrola skladnosti izvedbe
- s podeljenim soglasjem in elaboratom sidra

Sidrani objekt		-	-	1× objekt	1*
----------------	--	---	---	-----------	----

\* Kontrola se izvaja na dogovoru z odgovornim za nadzor.

# PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL

## POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV

### ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO

#### ZEMELJSKA DELA - Varovanje gradbenih jam

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

#### 7. Končno poročilo o kakovosti izvedenega sidranja s prednapetimi sidri

- Končno poročilo za vsak sidrani objekt z vgrajenimi prednapetimi geotehničnimi sidri

Sidrani objekt		-	-	1 x objekt	1
----------------	--	---	---	------------	---

#### 8. CEMENTNI BETON - plan kontrole betonov sidranih gred in zaščite sidrnih glav

##### 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.

##### 8.1 Pregled izvajanja kontrole proizvodnje na betonarni

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

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

##### 8.2 Vgrajeni beton na objektu

Po določilih standarda prEN 13670.

##### 8.1 Sodelovanje z nadzorom in koordinacija

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

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

##### 8.2 Projekta 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	
--	--	--	--	---------------	--

##### 8.3 Pregled izvajanja notranje kontrole kvalitete betonerskih del na mestu vgrajevanja

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

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

##### 8.4 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	
----------------	--	----	--	---------------	--

- Vsebnost por (pri aeriranih betonih OPZT-S10 in OPZT-S25) po SIST EN 12350-7 - če bodo grede izpostavljene XF2 ali XF4

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

\* Vsaka dobavljena količina.

##### 8.5 Strjeni beton

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

m <sup>3</sup>		100*		10 % do 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 ali NOZT 150) po SIST 1026

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

- Odpornost površine betona proti zmrzovanju in tajanju zaradi soli - če bodo grede izpostavljene XF2 ali XF4 (OPZT-10 ali OPZT-25) po SIST 1026

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

\* 1x 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 1x na objekt za betone, ki se vgrajujejo v objekte istega izvajalca na določenem odseku in se dobavlja iz iste betonarne.

\*\*\*\* Betoni za prednapete prekladne konstrukcije in zidove, dolge nad 100 m, 1x na objekt.

## PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO ZEMELJSKA DELA - Varovanje gradbenih jam

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

### 8.5 Delna poročila o kakovosti izvedenih del

- Delna poročila
- Končna poročila

Na mesec		1		1	
Na objekt		1		1	

## PASIVNA GEOTEHNIČNA SIDRA

### 1. Kontrola med izvajanjem injektiranja

- Preskusi po SIST EN 445:

Pretočnost po SIST EN 445, točka 3.2.2

Izločanje vode po SIST EN 445 točka 3.3

Sprememba prostornine po SIST EN 445, točka 3.4.3

Tlačna trdnost po SIST EN 445, točka 3.5.2

Injektirna masa		*		**	1
-----------------	--	---	--	----	---

\* Kontrola vsakega od navedenih preskusov skladno s podeljenim soglasjem za sidro.

\*\* 1× na objekt, vendar ne manj kot 1× na 300 sider.

### 2. Izvlečni preskusi pasivnih sider

#### v 2. geotehnični kategoriji:

- projektno raziskovalni preskus
- ustreznostni preskus
- odobritveni preskus

Sidro			-	***	
Sidro			-	Vsaj 3 **	
Sidro		Vsaj 1,5 %*	-	Vsaj 1,0 %*	

\* Ne manj kot 3 preskuse.

\*\* Najmanj 3 preskusna sidra oziroma 1 sidro na vrsto zemljine/hrbine.

\*\*\* Po zahtevi projektanta.

#### v 3. geotehnični kategoriji:

- projektno raziskovalni preskus
- ustreznostni preskus
- odobritveni preskus

Sidro			-	***	
Sidro			-	Vsaj 6 **	
Sidro		Vsaj 2,5 %*	-	Vsaj 1,5 %*	

\* Ne manj kot 3 preskuse.

\*\* Najmanj 6 preskusnih sider oziroma 2 sidri na vrsto zemljine/hrbine.

\*\*\* Po zahtevi projektanta.

### 3. Končno poročilo o kakovosti izvedenega sidranja s pasivnimi sidri

- Končno poročilo za pasivna sidra, vgrajena na objektu

Objekt			-	Objekt	1
--------	--	--	---	--------	---



# PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL

## POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV

### ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO

#### ZEMELJSKA DELA - Varovanje gradbenih jam

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

## GEOTEHNIČNO OPAZOVANJE

Obseg in pogostost meritev sta odvisna od geotehnične kategorije objekta in zahtev projekta.

Analizo rezultatov meritev mora izvajati neodvisni strokovnjak s tega področja.

### 1. Izdelava dokumenta PLAN GEOTEHNIČNEGA OPAZOVANJA

Poročilo, ki vsebuje:

- lokacije merskih mest
- zahteve za natančnost meritev
- okvirni terminski plan meritev
- mejne vrednosti merjenih parametrov

Poročilo*	1				
-----------	---	--	--	--	--

\* Obseg je odvisen od geotehnične kategorije objekta in zahtev projekta.

### 2. Izdelava dokumenta Poročilo o vzpostavitvi sistema opazovanja

Poročilo, ki vsebuje:

- dejanske lokacije merskih mest
- izkaznice merskih mest
- dokazila za vgrajeno opremo

Poročilo*	1				
-----------	---	--	--	--	--

\* Obseg je odvisen od geotehnične kategorije objekta in zahtev projekta.

### 3. Geodetska opazovanja na površini

- Vzpostavitev in meritve

Reperji**					
Meritve*	Vsaj 3				

\* Število in pogostost meritev sta odvisna od dinamike gradnje in rezultatov meritev.

\*\* Število je odvisno od zahtevnosti objekta.

### 4. Tlaki porne vode

- Vzpostavitev in meritve v odprtih piezometrih ali v merilnikih pornih tlakov

Piezometri **					
Meritve*	Vsaj 6				

\* Število in pogostost meritev sta odvisna od dinamike gradnje in rezultatov meritev.

\*\* Število je odvisno od lastnosti tal in globine izkopa pod ravno talne vode.

### 5. Meritve vertikalne inklinacije pod ravno tal

- Vzpostavitev vertikalnih inklinometrov in meritve

Inklinometri **					
Meritve*	Vsaj 3				

\* Število in pogostost meritev sta odvisna od dinamike gradnje in rezultatov meritev.

\*\* Število je odvisno od načina varovanja gradbene jame.

### 6. Meritve sidrskih sil

- Vzpostavitev merskih celic in meritve

Merske celice **					
Meritve*	Vsaj 3				

\* Število in pogostost meritev sta odvisna od dinamike gradnje in rezultatov meritev.

\*\* Število je odvisno od načina varovanja gradbene jame itd.

**PLAN KONTROLE KAKOVOSTI MATERIALOV IN IZVEDBE DEL**  
**POVPREČNA POGOSTOST PRESKUSOV**  
**ZA NOTRANJO IN ZUNANJO KONTROLO**  
**ZEMELJSKA DELA - Varovanje gradbenih jam**

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

#### 7. Meritve ekstenzometrov

- Vzpostavitev merskih celic in meritve

Merske celice**					
Meritve*	Vsaj 3				

\* Število in pogostost meritev STA odvisna od dinamike gradnje in rezultatov meritev.

\*\* Število je odvisno od načina varovanja gradbene jame itd.

#### 8. Vizualni pregledi

- Izdelava katastra razpok in poškodb na objektih v vplivni bližini z meritvami delovanja razpok

Kataster	1				
Meritve*	Vsaj 2				

\* Število in pogostost sta odvisna od vpliva novogradnje na obstoječe objekte

#### 9. Meritve vibracij

- Določitev karakterističnih mest in meritve

Merska mesta **					
Meritve*	Vsaj 1				

\* Število in pogostost meritev sta odvisna od načina gradnje.

\*\* Število je odvisno od stanja objektov, pogojev tal in vibracij.

#### 10. Poročila

- Delna poročila, ki vsebujejo analizo rezultatov meritev
- Končno poročilo s predlogom nadaljnjega opazovanja

Poročilo*	Vsaj 1				<b>1</b>
-----------	--------	--	--	--	----------

\* Vsebina in število sta odvisna od izvedenih meritev.

Poročilo*	Vsaj 1				<b>1</b>
-----------	--------	--	--	--	----------

\* Vsebina je odvisna od rezultatov izvedenih meritev.

## Beleške:



# Beleške:

Handwriting practice area consisting of 20 horizontal dotted lines.



