

Bojan ŽLENDER
prof.dr., dipl.gradb.inž. Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo

Borut MACUH
asist.mag., dipl.gradb.inž. Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo

SMERNICE ZA GLOBOKO TEMELJENJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

POVZETEK: Prispevek podaja kratko in poljudno predstavitev Smernic za globoko temeljenje premostitvenih objektov (SODOC 17). Predstavitev je namenjena diskusiji obravnavane teme. Smernice bodo služile kot podlaga za izdelavo tehnične specifikacije TSC 07 118 z vsebino, ki obsega deset glavnih točk. Namen smernic in tehnične specifikacije, ki bo sledila je podati enotna in splošna navodila in postopke za projektiranje konstrukcij globokega temeljenja premostitvenih objektov, vključno s tehnologijo, spremljavo del, zagotavljanjem kvalitete in vzdrževanjem konstrukcij globokega temeljenja. Kot neobvezen pripomoček bodo uporabne tudi pri obravnavanju globokega temeljenja ostalih objektov.

GUIDELINES FOR DEEP FOUNDATIONS OF BRIDGING STRUCTURES

SUMMARY: The paper gives a short and simple presentation of Guidelines for deep foundations of bridging structures (SODOC 17). The presentation is meant for discussion on the given topic. Guidelines will serve as the basis for technical specification TSC 07 118 with the contents comprising ten main points. The purpose of the guidelines, and technical specification that will follow, is to give uniform and general directions and procedures for construction design of deep foundations of bridging structures, including technology, monitoring, quality assurance and maintenance of deep foundations structures. Guidelines will be applicable as optional help when considering deep foundations of remaining constructions.

SPLOŠNO

Na naslednjih straneh so predstavljene smernice za globoko temeljenje premostitvenih objektov (SODOC 17). Zaradi omejitve prostora (imajo petkrat večji obseg in grafične priloge) so prikazane poljudno v skrajšani obliki in brez grafičnih prilog. Prikaz je namenjen diskusiji obravnavane teme. Smernice bodo služile kot podlaga za izdelavo tehnične specifikacije TSC 07 118 z vsebino, ki obsega deset glavnih točk:

1. Predmet tehnične specifikacije
2. Referenčni normativi
3. Pomen izrazov
4. Splošno
5. Podatki za projektiranje
6. Priporočila za projektiranje
7. Geotehnična analiza
8. Vrste globokega temeljenja
9. Konstrukcijska in tehnološka obdelava
10. Spremljava, zagotavljanje kvalitete in vzdrževanje

OPIS

1. Predmet tehnične specifikacije

Namen smernic je podati enotna in splošna navodila in postopke za projektiranje konstrukcij globokega temeljenja. V smernicah je zajeta in obravnavana problematika projektiranja globokega temeljenja premostitvenih objektov, vključno s tehnologijo, spremljavo, zagotavljanjem kvalitete in vzdrževanjem konstrukcij globokega temeljenja.

2. Referenčni normativi

Referenčni normativi smernic za projektiranje konstrukcij globokega temeljenja so evropski predstandardi za konstrukcije (Eurocode). Navedeni so še standardi, tehnične specifikacije in ostala regulativa, ki se nanaša na pričajoče smernice.

3. Pomen izrazov

Podano je izrazoslovje (terminologija), ki se nanaša na te smernice. Priloženi so simboli, ki se naj uporabljajo pri projektiranju in so skladni z ISSMGE oznakami.

4. Splošno

4.1 Opredelitev, vrste in značaj

V tej točki so podani namen globokega temeljenja in njihova delitev.

Globoko temeljenje lahko delimo glede na:

- Prenos obtežbe
- Funkcijo in namen
- Sistem temeljne konstrukcije
- Velikost temeljne konstrukcije
- Tehnologijo

Prenos obtežbe

Obravnavani so naslednji primeri prenosa obtežbe s temeljne konstrukcije v tla:

- preko pete
- preko plašča
- preko pete in plašča

Pri določitvi nosilnosti globokega temeljenja je obravnavano tudi možno:

- negativno trenje zaradi konsolidacije tal.

Funkcija in namen

Glede na funkcijo in namen je globoko temeljenje deljeno na naslednje vrste:

- temeljna konstrukcija ima samo funkcijo globokega temeljenja
- temeljna konstrukcija je hkrati tudi element objekta
- temeljna konstrukcija ima hkrati funkcijo podporne konstrukcije

Sistem temeljne konstrukcije

Glede na sistem temeljne konstrukcije je globoko temeljenje deljeno na:

- Nepovezane konstrukcije globokega temeljenja. Posamezni temelji (piloti, slopi, vodnjaki, kesoni itd.) med seboj niso povezani, povezave so samo v konstrukciji objekta.
- Povezane konstrukcije globokega temeljenja. Posamezni temelji so med seboj povezani. Povezave so lahko kontinuirne ali nekontinuirne.

Velikost temeljne konstrukcije

Po velikosti so temeljne konstrukcije deljene na:

- Majhne konstrukcije (mikropiloti). Uporabne so samo za globoko temeljenje manjših objektov v nezahtevnih geotehničnih pogojih.
- Srednje konstrukcije (piloti in vodnjaki). So najpogosteje v uporabi. Praviloma kot geotehnična kategorija 2 po EC .7
- Velike konstrukcije (kesoni, vodnjaki). Izvedemo jih, kadar s srednjimi konstrukcijami ne izpolnimo pogojev nosilnosti. Praviloma kot geotehnična kategorija 3 po EC .7

Tehnologija

Podan je opis tehnologij, ki so v uporabi v Sloveniji. Smiselno so tehnologije deljene na izvedbe brez izpodrivanja (zemljina se odstrani in nadomesti s temeljno konstrukcijo) in z izpodrivanjem (konstrukcija se vtiše v zemljino, zemljina okoli nje se zgosti).

Brez izpodrivanja:

- uvrtni piloti
- piloti po tehnologiji diafragme
- mikropiloti
- vodnjaki
- globoko temeljenje s klasičnim injektiranjem
- globoko temeljenje po tehnologiji Jet grouting
- kesoni

Z izpodrivanjem:

- zabiti piloti
- zabiti mikropiloti
- zabiti in na licu mesta betonirani piloti

Opis posameznih vrst globokega temeljenja je podan pod točko 8.

4.2 Geotehnična zahtevnost

Zahtevnost izvedbe v geotehničnem pogledu je definirana skladno z Eurocode 7/1. Ta vpeljuje pojem geotehnične zahtevnosti in razlikuje tri kategorije geotehnične zahtevnosti.

Geotehnična kategorija 1

V to kategorijo spadajo majhne in relativno enostavne temeljne konstrukcije za katere je možno zagotoviti izpolnitev osnovnih zahtev na podlagi izkušenj in kvalitativnih geotehničnih raziskav in je tveganje ogrožanja lastnine in življenj zanemarljivo.

Geotehnična kategorija 1 je primerna samo za razmere v tleh, ki so poznane iz primerljivih izkušenj in so dovolj enostavne tako, da se lahko uporabijo običajne metode za projektiranje temeljenja in gradnjo. Primerna je samo, kadar ni predviden izkop pod nivojem podtalnice, ali če primerljive lokalne izkušnje kažejo, da bo previden izkop pod nivojem podtalnice dovolj enostaven.

V geotehnično kategorijo 1 lahko uvrstimo konstrukcije z maksimalno projektno obtežbo stebrov 250 kN, podporni zidovi in varovanja izkopov, kjer razlika nivojev terena ne presega 2 m.

Geotehnična kategorija 2

Ta kategorija vključuje običajne vrste konstrukcij in temeljev, brez prevelikih tveganj in neobičajnih ali posebno težkih razmer v tleh ali obtežnih pogojev. Konstrukcije geotehnične kategorije 2 zahtevajo obsežnejše geotehnične podatke in analizo za zagotovitev, da bodo izpolnjene osnovne zahteve. Pri tem pa se lahko uporabijo običajni postopki za terenske in laboratorijske preiskave ter za projektiranje in gradnjo.

Tipični primeri konstrukcij, ki jih uvrščamo v geotehnično kategorijo 2, so temeljenje na pilotih, oporniki in stebri premostitvenih objektov;

Geotehnična kategorija 3

Ta kategorija vključuje konstrukcije, ki niso zajete v geotehničnih kategorijah 1 in 2. To so praviloma: zelo velike ali neobičajne konstrukcije, konstrukcije, kjer obstajajo visoka tveganja, neobičajne ali izjemno težke razmere v tleh ali obtežni pogoji, konstrukcije v območjih velike potresne ogroženosti.

5. Podatki za projektiranje

Za projektiranje globokega temeljenja so potrebne geodetske in cestne podlage, geološki, geotehnični, hidrogeološki, hidrotehnični in seizmični podatki ter možni drugi podatki o lokaciji predvidenega objekta. Podatki naj zajemajo celotno vplivno območje predvidenega objekta.

5.1 Geodetske podlage

Geodetske podlage morajo obsegati karakteristične prečne in vzdolžne profile. Število prečnih in vzdolžnih profilov mora biti tolikšno, da so v njih upoštevani in zajeti vsi bistveni elementi, ki lahko vplivajo na uporabnost predvidene konstrukcije globokega temeljenja. V vzdolžnih in prečnih profilih morajo biti razvidne oziroma določljive vse tri koordinate vseh bistvenih točk obravnavanega območja. Pri objektih visokih gradenj vsaj vse robne točke objektov in pri prometnih gradnjah kote nivelete, levega in desnega roba vozišča, bankin in odvodnih jarkov. V situaciji in profilih mora biti natančno določen položaj predvidenega objekta, vseh predvidenih najpomembnejših posegov v tla ter ureditev okolja po končanih delih.

Podane so osnovne geodetske podlage:

- pregledna karta 1 : 5000
- detajlna, aktualna, rembolirana tahimetrična situacija
- vzdolžni prerez terena vzdolž projektirane osi objekta, v enakem merilu za višine in dolžine

Popis geodetskih podlog je skladen z ostalimi tehničnimi specifikacijami.

5.2 Cestne podlage

Cestne podlage so povzete skladno z določili tehničnih specifikacij, ki se nanašajo na projektiranje cest. Vrste podlog in merila so skladna s kategorizacijo cest.

To točko bo potrebno dopolniti s podlogami ostale infrastrukture.

5.3 Geološko-geotehnične podlage

Geološko-geotehnične podlage morajo biti dovolj natančne, saj le takšne zagotavljajo uspešno gradnjo brez posebnih nepredvidenih težav, dodatnih stroškov in nepredvidenih težav v smislu ogrožanja ljudi, obstoječih objektov ter okolja.

Definirane so geološke podlage, ki obsegajo:

- geološko poročilo z opisom preiskav
- geološko karto
- geološke vzdolžne in prečne profile
- ostale priloge

Podan je popis geotehničnih podatkov:

- geotehnično poročilo
- terenske in laboratorijske preiskave (s prilogami)
- geotehnične analize

5.4 Hidrogeološko-hidrotehnične podlage

Pri globokem temeljenju je potrebno preučiti in upoštevati vplive površinske in podtalne vode na konstrukcijo globokega temeljenja. Podatki o podtalnici so pridobljeni z geološko-geotehničnimi raziskavami.

Hidrogeološko-hidrotehnični podatki morajo vsebovati:

- višino podtalne vode, ki je določena za specifični letni čas, ter določa najvišji oziroma najnižji verjetni nivo podtalne vode. Za konstrukcije najvišje geotehnične kategorije je potrebno določiti sezonsko spremenjanje podtalne vode z vrtinami v različnih sezonskih obdobjih, medtem ko je za konstrukcije nižje geotehnične kategorije sezonsko spremenjanje nivoja podtalne vode ocenjeno.
- podatke o površinski vodi, kjer so zajeti podatki o stoletni vodi
- podatki o vodoprepustnosti posameznih slojev zemljine, ki so določeni na podlagi laboratorijskih oziroma terenskih raziskav

Za projektiranje, še posebej za določitev trajnosti konstrukcije, je potreben podatek o agresivnosti površinske oziroma podtalne vode na konstrukcijo globokega temeljenja.

5.5 Seizmični podatki

Eurocode 8/2 temelji na filozofiji projektiranja potresne odpornosti premostitvenih objektov ob zahtevi, da morajo biti pri projektnem-rušilnem potresu s povratno periodo 500 let, zagotovljene nujne prometne komunikacije.

Za ustrezeno in predvsem varno snovanje in projektiranje konstrukcij globokega temeljenja je potrebno razpolagati s podatki o lokalni seismologiji, ki podajajo potresno stopnjo oziroma projektni pospešek temeljnih tal.

Za podatke o seismologiji se do sprejema nove seismološke karte uporablja seismološka karta, ki jo je pripravila Skupnost za seismologijo SFRJ leta 1987 in upošteva povratno periodo 500 let.

Podatki o zemljini morajo vsebovati kategorijo temeljnih tal glede na seismologijo.

6. Priporočila za projektiranje

Podana so priporočila za projektiranje, ki vsebujejo vhodne podatke, metode projektiranja, konstrukcijske rešitve, tehnologija, potresno varno projektiranje in vsebine posameznih faz tehnične dokumentacije.

6.1 Vhodne predpostavke za projektiranje

Pri projektiranju temeljnih konstrukcij morata naročnik in projektant zagotavljati izpolnjevanje naslednjih predpogojev za projektiranje:

- projektni podatki s področja geotehnike, geodezije, hidrogeologije in seismologije morajo biti pridobljeni, dokumentirani in interpretirani z upoštevanjem veljavnih predpisov in standardov
- temeljni dokumenti, ki služijo kot osnove za projektiranje podpornih konstrukcij so projektna naloga, geološko poročilo in geotehnični elaborat temeljne konstrukcije ali dokumentirane

- primerljive izkušnje z natančno navedenimi predpisi in standardi, ki so bili upoštevani pri interpretaciji podatkov
- konstrukcijo globokega temeljenja lahko projektirajo le pooblaščeni inženirji s primerno kvalifikacijo in dokazanimi izkušnjami
 - med izdelovalci posebnih podlog, projektanti in graditelji konstrukcij globokih temeljev morajo obstajati ustrezne povezave in komunikacije
 - v obratih in na gradbišču morata biti zagotovljena nadzor in služba za kontrolo in zagotavljanje kvalitete
 - vsa dela je potrebno izvajati po pripadajočih standardih in pisnih navodilih strokovnjakov z ustreznim znanjem in izkušnjami
 - dovoljena je le uporaba atestiranih materialov in polizdelkov
 - temeljna konstrukcija mora biti pravilno vzdrževana
 - konstrukcija bo služila le tistim namenom, ki so opredeljeni s projektno nalogo

6.2 Metode geotehničnega projektiranja

Izračun globokega temeljenja se mora izvajati skladno s poglavjem 9 "Dokaz z metodo parcialnih faktorjev" v ENV 1991-1 Eurocode 1 "Osnove projektiranja". Ta metoda vključuje:

- računske modele;
- vplive, ki so lahko ali obtežbe ali pomiki;
- lastnosti zemljin, kamnin in ostalih materialov;
- geometrijske podatke;
- mejne vrednosti deformacij, širin razpok, vibracij itd.

V geotehnični praksi se običajno uporabljajo štiri različne metode projektiranja temeljnih konstrukcij:

- metoda statične in dinamične geotehnične analize
- metoda predpisanih ukrepov
- metoda preizkusnih obremenitev in modelnih preizkusov
- metoda opazovalnega projektiranja (monitoring metoda)

Metoda statične in dinamične geotehnične analize

Pri projektiranju z analitično metodo je potrebno računsko dokazati, da vsa možna realna stanja, ki bi lahko vplivala na uporabnost konstrukcije v njeni predvideni življenjski dobi, ne bodo presežena. Varnost konstrukcije se praviloma dokazuje po metodi parcialnih varnostnih količnikov.

Za vsako konstrukcijo globokega temeljenja je potrebno dokazati vsaj naslednja mejna stanja:

- porušitev globalne stabilnosti
- porušitev posameznih elementov temeljne konstrukcije
- kombinirana porušitev tal in konstrukcije
- zrušitev ali povzročitev večje škode podprtje konstrukcije zaradi premika temeljenja
- deformacije konstrukcije
- preseženo dopustno strujanje in spremembra režima talne vode
- dokazi vseh realnih kombinacij mejnih stanj

Metoda predpisanih ukrepov

V primerih kadar ne razpolagamo s fizikalnimi modeli mejnih stanj, in če analiza ni nujno potrebna lahko na osnovi izkušenj kontrolo posameznih mejnih stanj nadomestimo z izvajanjem natančno predpisanih ukrepov kamor prištevamo projektne detajle, specifikacije in kontrole uporabljenih materialov, opise načinov izvajanja del, zaščite konstrukcije in vzdrževanja.

Dokaze mejnih stanj porušitev in predvidenih deformacij konstrukcije lahko nadomestimo s predpisanimi ukrepi le pri temeljnih konstrukcijah prve geotehnične kategorije, kjer primerljive izkušnje v teh podobne zahtevnosti dokazujejo, da so izračunani dokazi mejnih stanj nepotrebni. Pri takšnem načinu geotehničnega projektiranja mora projektant razpolagati z lokalnimi izkušnjami, ki so sestavni del tehnične dokumentacije za izvedbo. Primerljivost pogojev temeljnih tal na območju projektirane temeljne konstrukcije mora biti dokazana z rezultati kvalitativnih geotehničnih raziskav.

V okviru preverjanja mejnih stanj uporabnosti v smislu zagotavljanja trajnosti temeljnih konstrukcij z ozirom na mrazoobstojnost in agresivne kemične ter biološke vplive se metoda predpisanih ukrepov uporablja pri konstrukcijah vseh kategorij zahtevnosti, ker so računski modeli nezanesljivi oziroma le ti sploh ne obstajajo.

Metoda preizkusnih obremenitev in modelnih preizkusov

Preizkuse obremenitev in modelne raziskave izpolnjevanja projektnih predpostavk temeljne konstrukcije se lahko izvedejo na delu dejanske konstrukcije ali na modelih v naravnem ali pomanjšanem merilu. Izvedeni naj bodo v primeru kadar ni podrobnih primerov, kadar s teorijo ne moremo dokazati zadostne varnosti in kadar se pri izvedbi konstrukcije globokega temeljenja opazovano obnašanje zelo razlikuje od predvidenega.

Za določevanje nosilnosti globokih temeljev poznamo naslednje obtežne preizkuse:

Statični obtežni preizkus: Postopek obtežnega preizkusa mora biti takšen, da je možno podati zaključke o deformacijah, obnašanju, lezenju in relaksacijah konstrukcije globokega temeljenja.

Dinamični obtežni preizkus: Dinamični obtežni preizkus se lahko uporablja kot pokazatelj doslednosti izvedbe konstrukcije globokega temeljenja.

Rezultate preizkusnih obremenitev in eksperimentalnih modelnih raziskav je dopustno uporabljati za potrjevanje projektnih predpostavk in izvedbenih projektov temeljnih konstrukcij, le če so upoštevane naslednje različnosti:

- razlike v splošnih pogojih tal (zbitost, začetne napetosti, vlažnost...) pri preizkusnih obremenitvah in pri izvedbi konstrukcij v naravi
- časovni vplivi zlasti v primerih kadar je trajanje preizkusnih obremenitev in modelnih preiskav bistveno krajše od trajanja obremenitev konstrukcije v naravi
- posebno pozornost je potrebno posvetiti modelnim merilom in njihovim vplivom zlasti takrat kadar se uporablajo izrazito majhni modeli. Upoštevati je potrebno vplive velikosti napetosti v povezavi z učinki karakterističnih premerov zemljin.

V to metodo projektiranja prištevamo določevanje nosilnosti in podajnosti pilotov ter ostalih temeljnih konstrukcij globokega temeljenja.

Metoda opazovalnega projektiranja (monitoring metoda)

V težkih geotehničnih pogojih, ki so izraženi z začetno nestabilnostjo temeljnih tal in vplivi talne vode, je obnašanje temeljne konstrukcije globokega temeljenja skoraj nemogoče napovedati. Zato je včasih koristno uporabiti opazovalni način projektiranja katerega bistvo je načrtovanje opazovanje konstrukcije in vplivnega območja med izgradnjou. Iz opazovanja dobljene informacije nam dajo projektne podatke za izvedbo nadaljnjih ukrepov.

Pri projektiraju konstrukcij globokega temeljenja po monitoring metodi je potrebno pred pričetkom izgradnje oziroma s tehnično dokumentacijo natančno določiti in izpolniti naslednje pogoje:

- Računsko je potrebno utemeljiti meje sprejemljivega obnašanja konstrukcije.
- Potrebno je natančno opredeliti in z računi številčno podkrepiti realno mogoče obnašanje konstrukcije (na primer: največji možni premiki, največje obremenitve oziroma nadtlaki v tleh), ter dokazati da obstaja dovolj velika verjetnost, da bodo vsi za konstrukcijo bistveni parametri, ki zagotavljajo varnost, zanesljivost, uporabnost in trajnost konstrukcije znotraj sprejemljivih vrednosti. Dokazana verjetnost sprejemljivega obnašanja naj bo vsaj 90%.
- Kot sestavni del izvedbenega projekta mora biti natančno izdelan načrt opazovanja (monitoringa), kjer je potrebno predvideti opazovanje oziroma meritve vseh tistih parametrov, ki zagotavljajo uporabnost in sposobnost konstrukcije za opravljanje s projektom predvidene funkcije. Z rezultati opazovanja oziroma meritvami je potrebno ugotoviti dejansko obnašanje konstrukcije v tistih začetnih fazah graditve, ko je še mogoče z dodatnimi ukrepi zagotoviti takšno obnašanje konstrukcije kot je predviden s tehnično dokumentacijo. Zagotovljena mora biti dovolj hitra odzivnost merilnih naprav in postopki dodatne analize rezultatov, da je onemogočeno nekontrolirano dogajanje na terenu.

- Pri projektiranju je potrebno v naprej izdelati načrt ukrepov, ki se morajo med gradnjo izvajati takoj, ko se z meritvami ugotovi obnašanje konstrukcije izven s projektom predvidenih mej.

Med izvedbo del je nujno potrebno izvajati vsa s projektom predvidena opazovanja, po potrebi se lahko predvidijo še dodatna nadomestna opazovanja. Rezultate opazovanj je potrebno sproti analizirati, po potrebi spremenjati in dopolnjevati scenarij bodočih dogajanj in izvajati dodatne ukrepe v kolikor dokumentirani podatki oziroma rezultati meritev kažejo na preseganje končnih mejnih vrednosti, ki so predvidene z izvedbeno dokumentacijo.

6.3 Konstrukcijski principi

Opisno so podane konstrukcijske rešitve za posamezne vrste temeljenja. Grafične priloge so priložene v točki 9.

6.4 Priporočila za izbiro tehnologije

Podana so priporočila za izbiro tehnologije za posamezne vrste temeljenja opisanega v točki 8.

Na izbiro vrste konstrukcije in tehnologije vplivajo:

- geološke in hidrogeološke razmere
- geotehnični pogoji
- morebitne ovire v tleh
- vrsta konstrukcije, ki obremenjuje temeljno konstrukcijo
- dejavniki okolja
- predviden čas izvedbe
- informacija o podobno zgrajenih itd.

Pri zahtevnem temeljenju geotehnične kategorije 3 je nujno potrebno izdelati variante z različnimi rešitvami temeljenja.

6.5 Projektiranje v sezmičnih področjih

Potresno varno projektiranje globokega temeljenja upošteva določila iz predstandarda Eurocode 8/5.

Pri izbiri vrste konstrukcije globokega temeljenja je potrebno upoštevati:

- togost temeljne konstrukcije
- vpliv relativnih horizontalnih pomikov med vertikalnimi elementi

Konstrukcije globokega temeljenja morajo biti sposobne prenašati:

- vztrajnostne sile zgornje konstrukcije
- kinematiche sile zaradi deformacij tal, ki jih lahko povzroči prehod potresnih valov

Na eni konstrukciji se lahko uporablja samo ena vrsta temeljenja, razen kadar je objekt sestavljen iz dinamično neodvisnih delov. Konstrukcija mora biti dimenzionirana tako, da ostane v elastične območju. Če to ni izvedljivo, mora biti temu ustrezno projektirana (Eurocode 8/1-3).

6.6 Vsebina tehnične dokumentacije

Vsebina tehnične dokumentacije je določena za vsako fazo (IP, PGD, PZI, PED, PID). Zahteve so skladne s smernicami (kasneje tehničnimi specifikacijami) o vsebini tehnične dokumentacije.

7. Geotehnična analiza

Podane so smernice za izvedbo geotehničnih analiz globokega temeljenja.

7.1 Začetni podatki

Začetni podatki vsebujejo potrebne geodetske in cestne podlage, geološki, geotehnični, hidrogeološki, hidrotehnični in seizmični podatki ter možni drugi podatki o lokaciji predvidenega objekta.

7.2 Vhodni podatki

Vhodni podatki so podatki potrebni za geotehnične analize in se zapišejo glede na izbran model in metodo analize.

7.3 Interakcija konstrukcija-tla

Podani so kriteriji za izbiro natančnosti modela interakcija konstrukcija-tla.

7.4 Dokazi ustreznosti in zanesljivosti

Podana so mejna stanja nosilnosti in uporabnosti, ki jih je potrebno skladno z Eurocode preveriti za posamezne vrste temeljenja.

7.5 Dimenzioniranje

Dimenzioniranje konstrukcij globokega temeljenja se izvede po ustreznih predstandardih Eurocode glede na vrsto material konstrukcije (npr. Eurocode 2 za betonske konstrukcije).

8. Vrste globokega temeljenja

Podan je celovit opis posameznih vrst globokega temeljenja. V kolikor se pojavi vrsta ali tehnologija, ki tukaj ni zajeta bo uvrščena naknadno.

8.1 Uvrtani piloti

8.2 Piloti po tehnologiji diafragme

8.3 Zabiti piloti

8.4 Mikro piloti

8.5 Vodnjaki

8.6 Globoko temeljenje z injektiranjem

9. Konstrukcijska in tehnološka obdelava

9.1 Splošno

9.2 Konstrukcijski detajli

9.3 Opaž

9.4 Armatura

9.5 Beton

10. Spremljava, zagotavljanje kvalitete in vzdrževanje

10.1 Nadzor

Nadzirajo se posamezne projektne informacije:

- tip temelja z oznako ali je standardiziran ali drugače tehnično potrjen
- lokacija in nagib in dovoljena odstopanja od predvidene pozicije
- prečni prerez
- dolžina

- število pilotov ali drugih elementov
- zahtevana nosilnost
- nivo pete (glede na izhodiščno koto na ali ob gradbišču), ali zahtevan odpor na penetracijo;
- faznost izvedbe;
- poznane ovire v tleh;
- katerekoli druge ovire pri izvedbi

Izvedba naj bo nadzorovana, po končani izvedbi mora biti izdelano poročilo o gradnji. Poročila podpisana s strani nadzora in izvajalca je potrebno arhivirati.

Poročilo mora po potrebi vključevati naslednje:

- vrsto temelja in opremo za vgraditev
- številko
- prečni prerez, dolžino in armaturo (za betonske pilote)
- datum in čas vgraditve (vključno s prekinitvami med izvedbo)
- sestavo in količino porabljenega betona ter način betoniranja za pilote zgrajene na mestu
- specifično težo, pH vrednost, viskoznost po Marshu in vsebnost finih delcev v bentonitni suspenziji (kadar se uporabi)
- pritiske polnjenja injekcijske mase ali betona, notranji in zunanj premer, hod obrata in penetracijo za en obrat (za kontinuirno uvrtnane svedraste pilote ali ostale injektirane pilote)
- za zabite pilote; izmerjene vrednosti odpora na zabijanje, kot so teža in višina padca ali moč bata, frekvenca in število udarcev za najmanj zadnjih 0.25 m zabijanja
- potrošena moč vibratorja (kjer je uporabljen)
- torzijski moment vrtalnega motorja (kjer je uporabljen)
- za uvrtnane pilote, zaznane sloje v vrtinah in pogoje na globini pete, če je obnašanje pete kritično
- ovire pri izvedbi
- odstopanja od pozicije, smeri in končne kote dna temelja

Poročila se naj hranijo najmanj pet let po zaključku del. Načrte izvedenih del je potrebno izvesti po izvedbi in arhivirati skupaj z ostalo gradbeno dokumentacijo.

10.2 Kontrolne preiskave

V smernicah je definirana vsebina preiskav, ki jih naj vsebuje program kontrolnih preiskav. Priporočljivo je, da je program kontrolnih preiskav določen že v projektu.

10.3 Monitoring

Že v projektu mora biti definiran monitoring, ki se prilagodi geotehnični zahtevnosti in med gradnji po potrebi dopolnjuje.

10.4 Vzdrževanje

Podan mora biti program vzdrževanja.

LITERATURA

- [1] CEN (1994). Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules, Bruselj
- [2] CEN (1997). Eurocode 7: Geotechnical design – Part 2: Design assisted by laboratory testing, Bruselj
- [3] CEN (1997). Eurocode 7: Geotechnical design – Part 3: Design assisted by field testing, Bruselj
- [4] CEN (1994). Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures – Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects, Bruselj