

**OPĆI TEHNIČKI UVJETI
ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU**

KNJIGA 2

Gradnja i održavanje komunalnih vodnih građevina

12. POGLAVLJE

GEOTEHNIČKI RADOVI

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

IZRADILI: GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
INSTITUT IGH d.d., Zagreb

Koordinator: prof. dr. sc. Vjeran Mlinarić, dipl. ing. građ.
Srećko Milić, dipl. ing. građ.

Voditelj izrade: mr. sc. Krešimir Bolanča, dipl. ing. građ.

Suradnik: prof. dr. sc. Tomislav Ivšić, dipl. ing. građ.
Zvonko Varga, dipl. ing. građ.

Zagreb, 2012.

12. POGLAVLJE
GEOTEHNIČKI RADOVI

SADRŽAJ

12-00	OPĆE NAPOMENE	12-1
	12-00.1 DEFINICIJE	12-2
	12-00.2 GEOTEHNIČKA ISTRAŽIVANJA	12-5
	12-00.3 TEHNIČKA SVOJSTVA GEOTEHNIČKIH ZAHVATA I KONSTRUKCIJA	12-5
	12-00.4 PROJEKTIRANJE GEOTEHNIČKIH ZAHVATA I KONSTRUKCIJA	12-6
	12-00.5 MATERIJALI I GRAĐEVNI PROIZVODI	12-7
	12-00.6 IZVOĐENJE I UPORABLJIVOST	12-14
	12-00.7 NAKNADNO DOKAZIVANJE TEHNIČKIH SVOJSTAVA.....	12-15
	12-00.8 ODRŽAVANJE	12-15
12-01	RADOVI NA TEMELJENJU	12-16
	12-01.0 OPĆENITO	12-16
	12-01.1 TEMELJENJE NA PILOTIMA	12-16
	12-01.2 STATIČKO POKUSNO OPTEREĆENJE	12-17
	12-01.3 DINAMIČKO ISPITIVANJE PILOTA	12-19
	12-01.4 BUŠENI PILOTI (PILOTI BEZ RAZMICANJA TLA)	12-21
	12-01.5 PILOTI SA RAZMICANJEM TLA	12-28
	12-01.6 ZABIJANJE DRVENIH PILOTA	12-30
12-02	RADOVI NA OJAČANJU TLA	12-33
	12-02.0 OPĆENITO	12-33
	12-02.1 OJAČANJE TLA VIBRACIJSKIM TEHNIKAMA	12-34
	12-02.1.1 Vibro zbijanje	12-34
	12-02.1.2 Šljunčani piloti	12-35
	12-02.2 OJAČANJE TLA UDARNIM POSTUPCIMA	12-37
	12-02.3 OJAČANJE TLA PREDOPTEREĆENJEM ILI POVEĆANJEM EFEKTIVNIH NAPREZANJA U TLU	12-37
	12-02.4 OJAČANJE TLA ARMIRANJEM	12-41
	12-02.4.1 Armirano tlo	12-41
	12-02.4.2 Čavljano tlo	12-42
	12-02.4.3 Mikro piloti	12-43
	12-02.4.4 Piloti za stabilizaciju klizišta	12-44
	12-02.5 OJAČANJE NASIPA I TEMELJNOG TLA	12-45
	12-02.5.1 Iskop lošeg tla i ugradnja zamjenskog materijala	12-45
	12-02.5.2 Utiskivanje kamenog materijala	12-45
	12-02.5.3 Smanjenje opterećenja	12-46
	12-02.5.4 Ojačanje tla dubinskim miješanjem.....	12-46
	12-02.6 OJAČANJE TLA INJEKTIRANJEM	12-46
	12-02.6.1 Injektiranje tla i stijena	12-47
	12-02.6.2 Mlazno injektiranje	12-51
12-03	RADOVI NA IZRADI POTPORNIH KONSTRUKCIJA	12-54
	12-03.0 OPĆENITO	12-54
	12-03.0.1 Tehnička svojstva potpornih konstrukcija.....	12-55
	12-03.0.2 Tehnička svojstva sastavnih materijala, elemenata i proizvoda	12-55
	12-03.0.3 Projektiranje potpornih konstrukcija	12-56
	12-03.0.4 Održavanje potpornih konstrukcija	12-57

	12-03.1	IZRADA ZIDOVA OD BETONA	12-59
	12-03.2	MONTAŽNI POTPORNİ ZİDOVI	12-67
	12-03.3	POTPORNA KONSTRUKCIJA OD ŽIČANİH KOŠARA	12-70
	12-03.3.1	Žičane košare (gabioni)	12-70
	12-03.3.2	Žičane košare sa zategama	12-74
12-04		RADOVI NA ZAŠTITI GRAĐEVİNSKİH JAMA	12-81
	12-04.0	OPĆENITO	12-81
	12-04.1	ARMIRANOBETONSKE I GLİNOBETONSKE DIJAFRAGME	12-81
	12-04.2	ZABIJENI ČELIČNI PROFILI I ČELIČNO ŽMURJE	12-84
	12-04.3	PILOTNE STIJENE	12-86
12-05		NORME I TEHNIČKI PROPISI	12-93

12. POGLAVLJE

GEOTEHNIČKI RADOVI

12-00 OPĆE NAPOMENE

U ovom 12. poglavlju OTU-a propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za radove, materijale i proizvode koji se koriste kod izvođenja geotehničkih radova na gradnji i održavanju komunalnih vodnih građevina. OTU su pisani na način da su dio ugovora, a da se uvjeti koji se odnose na posebne radove, uključe u ugovor kao Posebni tehnički uvjeti (PTU).

Geotehnički radovi odnose se na izvedbu posebnih geotehničkih zahvata i konstrukcija u temeljnom tlu, na tlu ili od tla, tj. zemljanih materijala. Izvode se sa svrhom osiguranja mehaničke otpornosti i stabilnosti te dopustivih deformacija građevina u međudjelovanju s temeljnim tlom, kao i zaštite drugih građevina, javnih površina, imovine i života od nepovoljnih utjecaja tla i vode.

Preduvjet je za sve geotehničke radove i konstrukcije poznavanje uvjeta u temeljnom tlu i svojstava zemljanih materijala, pa su primjerena geotehnička istraživanja sastavni dio geotehničkih radova.

U smislu vodnih građevina i ovih OTU-a geotehnički radovi i konstrukcije obuhvaćaju:

- geotehnička istraživanja,
- zahvate u temeljenju građevina (posebni temelji i ojačanja tla),
- potporne konstrukcije i zaštite građevinskih jama,
- nasipe i zemljane (nasute) brane i
- osiguranje stabilnosti i zaštite pokosa nasipa i usjeka.

Radovi, materijali, proizvodi i oprema navode se i propisuju u geotehničkom dijelu građevinskih projekata ("geotehnički projekt").

Isti geotehnički radovi, tehnologije i konstrukcije u tlu mogu imati različite namjene npr. kao nosivi sklop (temeljenje, podupiranje) ili kao nepropusne pregrade u tlu (zavjese, brtve), pa se geotehničkim projektom mogu propisati posebni tehnički uvjeti ovisno o primarnoj namjeni geotehničkih radova ili konstrukcija.

Tehnička svojstva geotehničkih radova i konstrukcija, zahtjevi za projektiranje, izvođenje radova, uporabljivost, održavanje i drugi zahtjevi za geotehničke radove i konstrukcije te tehnička svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode namijenjene korištenju u geotehničkim radovima propisani su u nizu normi HRN EN 1997, uključivo pripadni Nacionalni dodatak, te drugim normama na koje norme navedenog niza upućuju.

Primjereno korištenom izvedbenom materijalu, za tehnička svojstva i druge zahtjeve primjenjuju se odgovarajući Tehnički propisi za konstrukcije (betonske, čelične, zidane, drvene, spregnute) te norme na koje oni upućuju.

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma, obvezna je primjena odgovarajućih EN (europska norma). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi izvan snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

12-00.1 DEFINICIJE

Opći pojmovi i izrazi te njihovo značenje u ovim Općim tehničkim uvjetima navedeni su u 0. poglavlju. Ovdje se definiraju samo neki izrazi koji nisu dani u 0. poglavlju, a odnose se na ovo poglavlje.

Armirano tlo je građevinska konstrukcija ili njen dio izgrađen od tla ojačanog armaturom od geosintetika ili antikoroziivno zaštićenih čeličnih traka ili žica.

Bunar je: a) posebna temeljna konstrukcija kojom se iz prostora budućeg masivnog temelja uklanja zemljani materijal i voda; b) bušotina ili okno većeg promjera zaštićeno od urušavanja okolnog tla i izvedeno za potrebe crpljenja vode s većih dubina.

Čelično žmurje vidi zagatna stijena.

Dio uzorka, ispitni dio je dio uzorka uzet za pojedinačno ispitivanje.

Dopušteno odstupanje je dopuštena promjena specificirane vrijednosti, mjerenja ili količine.

Drenaža je podzemna odvodna građevina koja sprječava dotok vode u trup autoceste.

Drenaža služi za prikupljanje površinskih i podzemnih voda i/ili drugih fluida i njihov pronos do drugih sustava odvodnje.

Gabioni su pravokutne košare (kvadri) od žičane ili polimerne mreže, ispunjene kamenim materijalom, koje se mogu slagati kao opeke da oblikuju samostojeću konstrukciju (potporne zidove, obloge vodotoka i sl.).

Gabioni sa zategama su pravokutne košare od žičane mreže s mrežama za sidrenje (zatege), ispunjene kamenim materijalom, koje se mogu slagati kao opeke da oblikuju samostojeću konstrukciju koja se koristi za izradu nasipa i potpornih zidova, zaštitu pokosa, armiranje tla, zaštitu od erozije i za armiranje nasipa s kutom pokosa do 70°.

Gradilište je područje ili zemljište gdje se izvodi građevina ili drugi radovi.

Građenje, gradnja je izvođenje pripremnih radova, građevinskih radova te ugradnja i montaža opreme, gotovih građevinskih elemenata i drugih građevinskih proizvoda.

Građevinska jama je prostor nastao iskopom ispod razine terena za potrebe izvođenja temelja ili podzemne građevine.

Geotekstili u smislu ovih OTU-u jesu vodopropusni netkani, tkani, šivani i kompozitni materijali koji ne trunu.

Geomreže jesu polimerne, ravninske strukture koje se koriste u geotehničkim i građevinskim zahvatima čiji su otvori znatno veći od strukturnih elemenata koji su spajani u čvorovima.

Geokompoziti jesu kombinacije dviju ili više prethodno navedenih pojedinačnih sastavnica.

Gustoća je masa po jedinici obujma, obično izražena u kg/m³.

Hidraulično vezivo je fino mljeveni anorganski materijal koji uz dodatak vode tvori pastu koja vezuje zbog hidratacijskih reakcija i procesa te koja nakon očvršćivanja zadržava svoju čvrstoću i stabilnost čak i pod vodom.

Iskop je odstranjivanje dijela sraslog tla u kojem je predviđena gradnja prometnice ili temelja neke građevine.

Iskop stepenica je iskop stepeničastog oblika na nagnutim tlima ili pokosu nasipa radi temeljenja nasipa pri izgradnji prometnica ili drugih građevinskih objekata.

Ispuna je gradivo ili gotovi proizvodi koji se umeću da ispune prostor.

Izmjera/dimenzija je priprema podloga za izradu projekta građevina.

Keson je konstrukcija oblikom poput okrenutog sanduka koji se upušta u tlo slično bunaru, samo što se iz radne komore voda istiskuje povećanim tlakom zraka.

Kohezija je sila koja povezuje i drži zajedno čestice tla molekularnom privlačnošću.

Kolnik je dio ceste ili autoceste, gornja površina kolničke konstrukcije po kojoj se odvija promet.

Konstrukcija je organizirana kombinacija povezanih dijelova uključujući nasipavanje tla tijekom izvedbe građevine, projektirana tako da nosi opterećenja i osigurava prikladnu krutost.

Kontrola kvalitete (kakvoće) obuhvaća sve aktivnosti u vezi s praćenjem, provjerom i izvješćivanjem o stanju kvalitete (kakvoće).

Kruna nasipa je završni sloj zaštitnog nasipa kao vodne građevine.

Kvaliteta (kakvoća) je skup svih svojstava nekog proizvoda, procesa ili usluge za zadovoljenje određenih potreba.

Materijal je tvar koja se nalazi u prirodnom obliku ili se umjetno proizvodi, a služi za oblikovanje građevinskih proizvoda ili građevine.

Modul stišljivosti izražava mjeru zbijanja ispitanog materijala pod određenim tlakom uz utvrđene uvjete. Određuje se uporabom kružne ploče promjera 300 mm prema normi HRN U.B1.046. ili nekom drugom metodom kojom se izražava stišljivost tla.

Nadsloj je dio tla ispod površine terena, a iznad ukopane cijevi ili druge gradnje.

Nasip je građevina od zemljanog, kamenog ili miješanog materijala na temeljnom tlu iznad prirodnog terena, a radi se nasipavanjem, ravnanjem i zbijanjem materijala u horizontalnim slojevima u punoj širini pri čemu debljina slojeva ovisi o vrsti zemljanog materijala i strojevima za zbijanje.

Netkani geotekstil nastaje učvršćivanjem ravno položenih jednih na druge beskonačnih vlakana (filamenti) ili vlakana ograničene duljine (kratka vlakna). Učvršćivanje može biti mehaničko (iglanjem ili šivanjem) i/ili adhezivno (pomoću veziva), odnosno kohezivno (termičkim djelovanjem).

Nosivost je sposobnost neke konstrukcije da nosi opterećenje, odnosno da preuzima sve vrste djelovanja kojima je izložena.

Osiguranje kvalitete/kakvoće je skup planiranih i sustavnih aktivnosti primijenjenih radi stjecanja povjerenja da će proizvod, postupak ili usluga udovoljiti zahtjevima kvalitete/kakvoće.

Plastičnost je svojstvo sitnozrnatog tla da mijenja konzistentna stanja pri promjeni vlažnosti.

Pokusna dionica je dio nasipa u gradnji na kojem se definira tehnologija izvedbe kojom se postižu traženi uvjeti pojedinih slojeva nasipa sukladni zahtjevima kakvoće propisanim ovim TU.

Poroznost je jedno od osnovnih svojstava tla, odnos obujma pora i ukupnog obujma.

Sidro u tlu (geotehničko sidro) je uža ili šipka (najčešće čelična, rjeđe plastična ili od ugljikovih vlakana) ugrađena u stijenu ili čvrsto tlo radi prijenosa vlačnih sila i ograničenja uzdužnih deformacija u smjeru sidra.

Stupanj zbijenosti je omjer između suhe prostorne mase ugrađenog sloja određene prema normi HRN U.B1.016 i maksimalne suhe prostorne mase određene po standardnom ili modificiranom Proctorovu postupku prema normi ISO/TS 17892-2, izražen kao postotak.

Separirani drobljeni kameni materijal je drobljeni kameni materijal, separiran na najmanje tri frakcije ili separiran prema normi HRN B.B3.100.

Separirani zrnati kameni materijal je nedrobljeni kameni materijal (šljunak, sipina) ili drobljenjem kamena, šljunka ili sipine dobiveni zrnati kameni materijal od najmanje nazivne veličine zrna 2 mm do najveće nazivne veličine zrna 32 mm, koji nije separiran sukladno normi HRN B.B3.100, nego je separiran na neke druge frakcije deklarirane prema donjoj i gornjoj nazivnoj veličini zrna.

Sipina je usitnjeni, nezaobljeni i nevezani kameni materijal nastao trošenjem stijena u prirodi ("in situ") ili nakon vrlo kratkog "transporta" (uglavnom gravitacijski) s veličinom zrna većom od 2 mm.

Sraslo tlo je onaj dio litosfere na kojem je predviđena izgradnja nasipa, ceste ili bilo koje druge građevine.

Slabo temeljno tlo je onaj sloj koji se uobičajenim načinom ne može urediti tako da zadovoljava propisane geomehničke uvjete pa ga zbog nepogodnih svojstava ili stanja treba ili ukloniti ili posebnim načinima osposobiti za namijenjenu funkciju.

Šljunčani piloti predstavljaju metodu poboljšanja fizikalno-mehaničkih svojstava temeljnog tla i ujedno djeluju kao vertikalni drenovi za ubrzanje konsolidacije koherentnog tla.

Šivani geotekstil je zajednički pojam za plosnate tvorevine proizvedene međusobnim omčanjem jedne ili više grupa prediva, vlakana, niti ili drugih elemenata.

Temelj je dio konstrukcije u kontaktu s tlom koji prenosi opterećenje građevine u temeljno tlo.

Temelj samac/temeljna stopa je pojedinačni, samostalni temelj koji opterećenje stupova prenosi na tlo.

Temeljna ploča/pločasti temelj je armirano-betonska ploča ispod cijele građevine ili samo jednog dijela građevine, a primjenjuje se za temeljenje građevina s velikim opterećenjem.

Temeljno tlo je tlo, stijena ili nasip koji postoji na lokaciji prije izvedbe građevine. Posebice za nasipe temeljno tlo je uređeno sraslo tlo, tj. sraslo tlo na kojem se izgrađuje nasip i obrađeno tako da zadovoljava propisane geotehničke uvjete.

Tkani geotekstil sastoji se od međusobno okomito položenih sustava vlakana (mreže). Razlikuju se po vrsti vlakana i načinu njihova povezivanja, kao i po broju niti (vlakna) u jediničnoj duljini.

Tlo, zemljište je dio površinskog dijela zemljine kore nastao trošenjem stijene, taloženjem čestica iz vode i zraka ili raspadom biljne mase.

Trakasti temelj je plitki temelj trakastog oblika koji obično prenosi opterećenje zidova zgrade u tlo ili opterećenje niza stupova ako je nosivost tla za primjenu temelja samaca nedostatna.

Uporabivost je sposobnost konstrukcije i njenih elemenata, odnosno cijele građevine da zadrži svojstva koja omogućuju njenu normalnu uporabu.

Usjek je iskop u tlu radi izvedbe građevine u opsegu koji je predviđen projektom.

Vertikalni drenovi predstavljaju specijalno rješenje odvodnje viška podzemne vode kada se kroz slabopropusno tlo vertikalnom mrežom drenažnih cijevi voda upušta u niže propusnije slojeve.

Zagatna stijena je vitka, uspravna, potporna konstrukcija zabijena u tlo (predgotovljeni elementi čelične ili armirano-betonske platice (žmurje) ugrađuju se zbijanjem u tlo) ili u njemu ugrađena.

Zemljani radovi su građevinski radovi u tlu ili s tlom.

Zonirani nasipi su nasipi izvedeni kombiniranom uporabom zemljanih, miješanih i kamenitih materijala koji se ugrađuju u pojedine zone unutar nasipa prema zahtjevima projekta kako bi se izvela stabilna i trajna konstrukcija.

Zemljište je područje na površini zemlje, osim mora, obično označeno prirodnim ili političkim granicama ili granicama vlasništva.

Zrnati kameni materijal je granulirani kameni materijal krupnoće zrna od 0 do najveće nazivne veličine (izražene u milimetrima), nedrobljen (šljunak i sipina) ili proizveden drobljenjem kamena, šljunka ili sipine.

Žičana ograda je sklop koji omeđuje uređen prostor, načinjena je od mreže pletene od čelične žice.

12-00.2 GEOTEHNIČKA ISTRAŽIVANJA

Geotehnička istraživanja obuhvaćaju inženjersko-geološka kartiranja, geofizičke postupke, geotehničko bušenje i uzorkovanje, in-situ i laboratorijske pokuse.

Geotehnička se istraživanja provode:

- za potrebe projektiranja (uključivo hidrološke i geološke podatke te podatke o seizmičnosti i ranijem korištenju lokacije);
- za potrebe izvedbe (npr. detaljnije prostorno određivanje debljina ili pozicija pojedinih slojeva tla od interesa, utvrđivanje opsega lokalnih devijacija u geološkom profilu, pronalaženje kaverni u području interesa);
- za odabir ili potvrdu izvedbenih materijala ili tehnologija (npr. pokusna polja, pokusno opterećenje);
- za kontrolu kvalitete tijekom izvedbe;
- za praćenje ponašanja građevina ili njenih dijelova tijekom korištenja u radnom vijeku i
- za utvrđivanje uzroka oštećenja ili rušenja izvedenih građevina u svrhu primjerene sanacije.

Programe i opseg geotehničkih istraživanja za potrebe projektiranja određuje ili koordinira projektant nove građevine ili sanacije, a za ostale navedene namjene program se određuje geotehničkim projektom i ovim OTU-ima (npr. laboratorijska ispitivanja svojstava zemljanih materijala, opseg i postupci kontrole kvalitete zemljanih materijala i građevina).

Izvedbu geotehničkih istraživanja i interpretacije rezultata treba obavljati kvalificirano osoblje, osposobljeni izvođači i geotehnički laboratoriji (poželjno certificirani, tj. potvrđeni po kvaliteti i pouzdanosti od neovisne institucije).

Za geotehnička istraživanja propisane su hrvatske norme HRN EN 1997-1 i posebice HRN EN 1997-2, te druge norme na koje navedene norme upućuju.

12-00.3 TEHNIČKA SVOJSTVA GEOTEHNIČKIH ZAHVATA I KONSTRUKCIJA

Tehnička svojstva geotehničkih zahvata i konstrukcija moraju biti takva da tijekom trajanja građevine uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje konstrukcije, ona podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša, tako da tijekom građenja i uporabe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče: rušenje građevine ili njezinog dijela, nedopuštene deformacije, oštećenja građevnog sklopa ili opreme zbog deformacije konstrukcije u međudjelovanju s tlom, nerazmjerno velika oštećenja građevine ili njezinog dijela u odnosu na uzrok zbog kojih su nastala.

U slučaju požara tehnička svojstva moraju biti takva da se očuva nosivost konstrukcije ili njezinog dijela tijekom određenog vremena propisanog posebnim propisom. Kada je, sukladno posebnim propisima, potrebna dodatna zaštita geotehničke konstrukcije radi ispunjavanja zahtjeva otpornosti na požar, ta zaštita smatrat će se sastavnim dijelom tehničkog rješenja.

Tehnička svojstva geotehničkih zahvata i konstrukcija moraju biti takva, da, osim ispunjavanja zahtjeva iz normi niza HRN EN 1997, budu ispunjeni i zahtjevi posebnih propisa kojima se uređuje ispunjavanje drugih bitnih zahtjeva za građevinu.

12-00.4 PROJEKTIRANJE GEOTEHNIČKIH ZAHVATA I KONSTRUKCIJA

Projektiranjem geotehničkih zahvata i konstrukcija moraju se za projektirani uporabni vijek građevine i građenje predvidjeti svi utjecaji na zahvate i konstrukcije koji proizlaze iz načina i redoslijeda građenja građevina koje sadrže geotehničke zahvate i konstrukcije. Treba predvidjeti uvjete uobičajene uporabe građevine i utjecaj okoliša na građevinu.

Projektom geotehničkog zahvata i konstrukcije mora se dokazati da će građevina tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornost na požar te druge bitne zahtjeve u skladu s posebnim propisima.

Ako nije riječ o privremenoj građevini, tada je uporabni vijek geotehničke građevine najmanje 50 godina ili prema posebnim zahtjevima projekta.

Mehanička otpornost i stabilnost te otpornost građevine na požarna djelovanja dokazuju se u glavnom projektu postupcima dopuštenim normom HRN 1997 za dokazivanje graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti geotehničkih zahvata i konstrukcija, za predvidiva djelovanja i utjecaje na građevinu.

Za osnove proračuna i djelovanja na primjenjuju se hrvatske norme niza HRN EN 1990, 1991 i 1997 uključivo i pripadni NAD, te norme na koje norme ovog niza upućuju.

Za projektiranje glede otpornosti na potres primjenjuju se hrvatske norme niza HRN EN 1998 (posebice 1998-5) uključivo i pripadni NAD, te norme na koje norme ovog niza upućuju.

Za geotehničko projektiranje primjenjuju se hrvatske norme niza HRN EN 1997, uključivo i pripadni NAD, uzimajući u obzir mjerodavne norme za druge materijale ili konstrukcije te norme na koje norme ovog niza upućuju.

Geotehnički projekt je sastavni dio glavnog građevinskog projekta građevina koje sadrže geotehničke zahvate ili konstrukcije i mora sadržavati:

- geotehničke podatke koji predstavljaju zbirni prikaz provedenih geotehničkih i drugih mjerodavnih istraživanja s pozivom na odgovarajuće elaborate ili dokumente, te sadrže opis lokacije, okoline i uvjeta u temeljnom tlu;
- tehnički opis predviđenih zahvata ili konstrukcija i redoslijeda gradnje;
- dokaze o zadovoljenju zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti, tj. provjere graničnih stanja nosivosti i uporabljivosti s navedenim mjerodavnim projektnim situacijama, geotehničkim modelima i projektnim parametrima, predvidivim djelovanjima i utjecajima, geotehničkim proračunima ili drugim dokazima (npr. pokusna opterećenja) te primjerenim pozivima na dokumentirano usporedivo iskustvo;
- tehničke uvjete izvedbe te program osiguranja i kontrole kvalitete;
- program praćenja ("geotehnički monitoring") tijekom gradnje i korištenja građevine;
- grafičke prikaze i nacрте građevine, geotehničkog zahvata ili konstrukcije i njihovog uklapanja u temeljno tlo na lokaciji;

U smislu mjerodavnog Zakona i Pravilnika geotehnički glavni projekt podložan je kontroli projekta glede mehaničke otpornosti i stabilnosti (revizija projekta).

Ovisno o uvjetima, postupcima ili drugim okolnostima gradnje neki navedeni sadržaji geotehničkog projekta mogu biti detaljnije razrađeni u izvedbenom projektu geotehničkog zahvata ili konstrukcije.

12-00.5 MATERIJALI I GRAĐEVINSKI PROIZVODI

U geotehničkim radovima, zahvatima i konstrukcijama primjenjuju se zemljani i kameni materijali, beton, drvo, čelik, polimeri i geosintetici te predgotovljeni elementi ili drugi građevinski proizvodi od navedenih materijala koji se ugrađuju u tlo ili geotehničku konstrukciju.

Za dijelove geotehničkih zahvata ili konstrukcija izvedenih od betona i armiranog betona mjerodavne su odredbe Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK), te njegovi prilozi i norme na koje upućuje.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te dokazivanje uporabljivosti, odnosno potvrđivanje sukladnosti predgotovljenih (montažnih) elemenata određuje se, odnosno provodi prema odredbama projekta, ovim OTU-ima, te u skladu s odredbama posebnog propisa za predgotovljene elemente.

Građevinski proizvod proizveden u proizvodnom pogonu izvan gradilišta smije se ugraditi u geotehničku konstrukciju ili temeljno tlo ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa.

Zemljani i kameni materijali. Primjena zemljanih i kamenih materijala u gradnji vodnih građevina, posebice geotehničkih radova, zahvata i konstrukcija obuhvaćenih ovim OTU-ima je dvojaka:

a) materijali primijenjeni kao mineralne sirovine koje se kopaju u nalazištima ili kamenolomima, prema potrebi usitnjavaju, te prevoze i ugrađuju u vodne građevine ili njihove dijelove, pod uvjetima iz projekta i ovih OTU-ima.

U ovom smislu zemljani i kameni materijali služe za gradnju brana, obrambenih nasipa, nasipa uz kanale, zasipavanja uz građevine, zasipavanja rovova za vodovode i kanalizacije, zemljane klinove, drenaže i druge zemljane konstrukcije. Kameni materijali primjenjuju se za zaštitu građevina, obala, dna i pokosa kanala i slično od utjecaja voda, valova, erozije i to izvođenjem obaloutvrda, paralelnih građevina, pera itd. Drobljeni kameni materijal pa i šljunak koriste se za ispune gabiona, fašina, madraca itd.

b) materijali (tlo i stijena) u zatečenom stanju u području obuhvata vodne građevine ili geotehničkih zahvata i konstrukcija. Nalaze se u geološkim formacijama ili slojevima različitog sastava i razina podzemne vode te različitih debljina i prostornog pružanja.

U smislu primjene tlo i stijena predstavljaju geotehničku sredinu i materijale u kojoj se radovi i zahvati izvode (npr. iskopi, tuneli) ili su kao temeljno tlo u međudjelovanju s geotehničkim konstrukcijama i građevinama, pa kao takvi sudjeluju i kao materijali i kao dio ukupnog nosivog sklopa građevina.

Razvrstavanje zemljanih i kamenih materijala za građevinske svrhe ovisi o primjeni tih materijala i za potrebe ovih OTU-ima koriste se sljedeće kategorizacije:

a) prema građevinskim tehnologijama i strojevima koji se koriste za iskope zemljanih i kamenih materijala uobičajeno je u našoj građevinskoj praksi razvrstavanje tla u tri osnovne kategorije A, B i C. Ova kategorizacija se tradicionalno primjenjuje za

zemljane radove na cestama i autocestama, te je i u ovim OTU-ima primijenjena u Poglavlju 2-Zemljani radovi;

- b) za radove u tunelima primjenjuju se kategorije stijenskih masa ovisne o tehnologiji tunelskih iskopa i podgradnih sklopova;
- c) za geotehničke radove, zahvate i konstrukcije obuhvaćene ovim poglavljem primjenjuje se pretežno geotehnička klasifikacija tla i stijena čija su načela obuhvaćena normama HRN EN ISO 14688-1,2:2008 (za tlo) i HRN EN ISO 14689-1:2008 (za stijene). Materijali tla obuhvaćeni geotehničkim klasifikacijama najvećim se dijelom podudaraju s kategorijom C primijenjenom za zemljane radove.

Opis i namjena zemljanih i kamenih materijala

KAMENI MATERIJAL

Pod kamenim materijalima razumijevaju se materijali dobiveni miniranjem stijena, kamene drobine i kameni šljunci (tucanik, drobljenac i mljeveni kamen).

Uporaba kamena i materijala od kamena dopušta se samo onda kada je njihova ispravnost i kakvoća dokazana u skladu s važećim zakonima, normama i propisima iz Poglavlja 0 i 2 ovih Općih tehničkih uvjeta.

Osim široke uporabe u vodogradnjama koristi se i kao agregat za beton, primjenjuju se i za izvedbu raznih tipova regulacijskih građevina, bilo u **lomljenom, drobljenom ili mljevenom** obliku (kameni pijesci i kameno brašno). Ovaj posljednji oblik korištenja kamenih materijala najčešće se ogleda u njihovoj uporabi kao agregata za mort, beton i asfaltne mješavine te za izradu filterskih slojeva i posteljica. Uz to, kod izvedbe vodograđevinskih objekata pojavljuju se i sljedeći karakteristični oblici primjene kamena:

Obraden i poluobrađen kamen klesanjem koristi se za zidove i obloge od kamena u cementnom mortu.

Kamene ploče i kocke dobivene strojnom obradom (rezanjem) kamena koriste se za razne oblike zaštitnih i/ili ukrasnih obloga vodograđevina.

Karakteristični načini ugradbe kamena u vodogradnjama su sljedeći:

Kameni nabačaj (trpanac) slobodno je strojno nasipanje ili ručno ubacivanje kamena u temelje i/ili tijela nekih vrsta vodogradnji, najčešće regulacijskih građevina.

Kamene naslage su ručno ili strojno slagani slojevi od kamena u izvedbi temelja i tijela nekih vrsta vodograđevina.

Obloga od kamena je slagani zaštitni ili pokrovni sloj kod nekih vodogradnji ili na pokosima korita vodotoka.

Kamena ispuna je konstitutivni dio nekih vodogradnji ili njihovih dijelova, kao npr. kod izvedbe vodogradnji od gabiona, tonjača, punjenih košara, punjenih rešetkastih (drvenih, čeličnih ili betonskih) sanduka i slično.

Štedni beton je beton niske marke s dodacima kamena.

Od kamena za građevine u vodi traži se da bude **tvrd, nehigroskopičan, otporan na mraz, habanje i utjecaj agresivnih kemijskih sredstava** koja se mogu naći u vodi, te da bude **što veće gustoće**. S obzirom na te zahtjeve, **najpogodniji je kamen eruptivnog podrijetla**, premda se rabi i kamen sedimentnog podrijetla.

Obvezno **ispitivanje kakvoće kamena**, prije njegove primjene pri izvedbi vodnogospodarskih građevina i zahvata, obavlja se **prema navedenim važećim normama**.

ŠLJUNAK I PIJESAK

Šljunak i pijesak su nekoherentni (nevezani) materijali sastavljeni od čvrstih čestica mineralnog (kvarcnog ili vapnenačkog) sastava koji se prema krupnoći zrna dijele na:

Tablica 12-00.5-1. Podjela kamena, šljunka i pijeska prema krupnoći

Broj	Materijal	Krupnoća u mm	
1.	sitni pijesak	0.06	0.2
2.	srednji pijesak	0.2	0.6
3.	krupni pijesak	0.6	2
4.	sitni šljunak	2	6
5.	srednji šljunak	6	20
6.	krupni šljunak	20	60
7.	kamen sitni	60	200
8.	kamen srednji	200	600
9.	kamen krupni	600	2000

Po svom postanku, zrna pijeska i šljunka uglavnom su heterogenog sastava, tj. različitog petrografskog i mineraloškog sastava.

S obzirom na dobra mehanička svojstva i dobru otpornost na kemijske utjecaje, šljunak i pijesak upotrebljavaju se kao agregat za beton, mort (pijesak) i razne asfaltne mješavine. Također se koriste za izgradnju raznih vodograđevinskih (uglavnom nasutih) objekata ili njihovih dijelova, posebno za filtarske i tamponske slojeve i drugo.

Svojstva kao što su :

- lako ravnomjerno razastiranje,
- dobro ispunjavanje šupljina,
- brzo slijeganje i
- relativno mala stišljivost

čine ovaj materijal vrlo pogodnim za primjenu u vodogradnjama.

Isto tako prirodna rasprostranjenost i blizina nalazišta čine da taj materijal ima široku primjenu u vodogradnjama.

Prije uporabe potrebno je iz ovog materijala prije korištenja ispiranjem odstraniti organske primjese.

Ovisno o tehničkim rješenjima vodnih građevina ili zahvata, šljunak i pijesak se mogu upotrebljavati kao prirodna mješavina ili se ta mješavina separira u frakcije koje se onda koriste za točno određenu namjenu u skladu s projektom, normama i propisima iz Poglavlja 0. i 2. ovih Općih tehničkih uvjeta. Namjena može biti filtarski slojevi, različite vrste mortova, betona i asfaltnih mješavina, izvedba gabiona od krupnog šljunka i oblutaka itd.

GLINE

Gline su zemljani koherentni materijali anorganskog sastava koji se u vodogradnjama uglavnom koriste za gradnju nasutih objekata, tj. nasipa i nasutih brana ili rjeđe kao zamjenski materijali. Ovisno o tehničkom rješenju konstrukcije nasutog objekta iz projekta, od tih materijala može biti izvedeno tijelo objekta ili samo neki njegovi dijelovi, u skladu s normama i propisima iz Poglavlja 0 i 2, Općih tehničkih uvjeta.

Gline se po geotehničkoj klasifikaciji razvrstavaju prema plastičnosti na gline niske (CL) i visoke (CH) plastičnosti. Prema granulometrijskom sastavu, ovaj se materijal u različitim postocima sastoji od tri osnovne vrste čestica (prema njihovoj krupnoći), tj. pijeska, praha i glinenih čestica. Ovisno o postotcima zastupljenosti čestica, ta je klasifikacija sljedeća:

Tablica 12-00.5-2. Klasifikacija gline po granulometrijskom sastavu

Materijal	Sastavni dijelovi u %		
	Pijesak	Prah	Glina
Pjeskovita glina	55-70	0-15	20-45
Glina	0-55	0-55	20-70
Prašinasta glina	0-15	55-60	20-45

Glina je materijal sastavljen od mikroskopskih, obično ljuskastih mineralnih čestica ekvivalentnog promjera zrna (čestice) ispod 0,002 mm. Prema podrijetlu, čestice su različitog mineraloškog sastava, a ponekad sadrže i hidratizirane okside željeza, organske primjese itd. Kad su suhe, gline su tvrde i čvrste, vrlo jako upijaju vodu (i do 80 % svog obujma) pri čemu bubre i postaju plastične i ljepljive.

S obzirom na slabu propusnost, gline se koriste za izvedbu vodonepropusnih dijelova nasipa, nasutih pregrada i brana čije je tijelo izvedeno od vodopropusnih materijala, npr. kamena ili šljunka. Osnovna je pretpostavka dobro izvedenog glinenog sloja njena optimalna vlažnost kod ugradnje. Optimalna vlažnost ovisi o karakteristikama gline i potrebno ju je utvrditi u svakom konkretnom slučaju, a obično se kreće u granicama 15 - 22 %.

HUMUS

Humus je zemljani materijal koji je široko rasprostranjen kao tanji površinski sloj plodnog tla. Sadrži sitno korijenje, travu i druge primjese organskih tvari biljnoga i životinjskog podrijetla, pa stoga nije prikladan za ugradnju u zemljane konstrukcije niti kao podloga građevinama.

U vodogradnjama humus ima značajno područje primjene jer se koristi kao hranidbena podloga (stanište) bioloških zaštitnih pokrova (trave, trske, šiblja, živih pletera) nasutih vodograđevinskih objekata i obala vodotoka, tj. koristi se za humuziranje nasipa, nasutih pregrada, brana i obalnih pokosa kanala i korita prirodnih vodotoka. Kod primjene zaštitnog pokrova od trave može se zasijavati raznim vrstama trave, a kako trave ne mogu izdržati duže vrijeme pod vodom, to se humuziranje i zasijavanje uglavnom primjenjuje u zoni vodnih razina s ukupnim trajanjem do 30 dana tijekom cijele godine. Ako travnati pokrov (s obzirom na dinamiku izvedbe objekta na kojem se primjenjuje) treba preuzeti svoju funkciju prije nego bi se taj pokrov mogao razviti iz sjemena trave, treba zatravljivati busenom.

Busen se dobiva rezanjem tratina specijalnim busenskim noževima u pravilne paralelopipe, najčešće veličine 30 x 30 x 10 cm.

Prema glavnim karakteristikama ugradbe razlikuju se dva osnovna načina polaganja busena, i to "pljoštimice" s travom izvana i "na kut" s travom iznutra.

Geotehnička klasifikacija tla

Napomena: do službenog prijevoda navedenih normi HRN EN ISO 14688-1,2:2008 (načela klasifikacije za tlo) i HRN EN ISO 14689-1:2008 (načela klasifikacije za stijene) i donošenja domaće klasifikacije zasnovane na načelima ovih normi primjenjivat će se

klasifikacija tla razrađena u Zavodu za geotehniku IGH i prikazana tablično na sljedećim stranicama.

TABLICA 12-00.5-3. SUSTAV ZA KLASIFIKACIJU TLA

OSNOVNE GRUPE TLA			GRUPNI SIMBOLI	NAZIV I OPIS TLA	LABORATORIJSKI KLASIFIKACIJSKI KRITERIJI	DODATNI KRITERIJI ZA VIZUALNU IDENTIFIKACIJU
Krupnozrnata tla (Više od 50% materijala je krupnije od 0,06 mm.)	Šljunci (Više od 50% materijala je krupnije od 2,0 mm.)	Čisti šljunci (Manje od 5% materijala je manje od 0,06 mm.)	GW	Dobro graduirani šljunci, šljunkovito-pjeskovite mješavine, malo ili ništa finih čestica.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ veći od 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$ između 1 i 3	Široki raspon u veličini čestica i značajna količina svih veličina čestica između.
		Šljunci s finim česticama (Više od 12% materijala manje od 0,06 mm ¹ .)	GP GU GM	Slabo graduirani šljunci, šljunkovito-pjeskovite mješavine, malo ili ništa finih čestica. Jednolično graduirani šljunci bez finih čestica. Prašinasti šljunci i šljunkovito-pjeskovito glinene mješavine koje mogu biti slabo graduirane.	Nisu ispunjeni svi uvjeti gradacije za GW. Nije ispunjen niti jedan od uvjeta gradacije za GW. Atterbergove granice ispod "A" linije, ili I _p manje od 4 ^{2,3} .	Značajan raspon u veličini čestica s nedostatkom nekih veličina između. Uzak raspon u veličini čestica, značajan udio jedne veličine zrna. Neplastičnost finih čestica ili fine čestice s niskom plastičnošću ³ .
Pijesci (Više od 50% krupnijih frakcija je manje od 2,0 mm.)		Čisti pijesci (Manje od 5% materijala sitnije od 0,06 mm.)	SW	Dobro graduirani pijesci, šljunkoviti pijesci s malo ili bez finih čestica.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ veći od 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$ između 1 i 3	Široki raspon u veličini čestica i značajna količina svih veličina čestica između.
		Pijesci s finim česticama (Više od 12% materijala sitnije od 0,06.)	SP SU SM	Slabo graduirani pijesci, šljunkoviti pijesci s malo ili bez finih čestica. Jednolično graduirani pijesci bez finih čestica. Prašinasti pijesci i pjeskovito-prašinate mješavine koje mogu biti slabo graduirane.	Nisu ispunjeni svi uvjeti gradacije za SW. Nije ispunjen niti jedan uvjet od gradacije za SW. Atterbergove granice ispod "A" linije, ili I _p manji od 4 ⁴ .	Značajan raspon u veličini čestica s nedostatkom nekih veličina između. Uzak raspon u veličini čestica, značajan udio jedne veličine zrna. Neplastičnost finih čestica ili fine čestice s niskom plastičnošću ⁴ .
			SC	Glinoviti pijesci i pjeskovito glinene mješavine koje mogu biti slabo graduirane.	Atterbergove granice iznad "A" linije, s I _p većim od 7 ⁴ .	Plastične fine čestice ⁴ .

¹Materijali sa 5 do 12% čestica manjih od 0,06 mm su granični slučajevi označeni s GW - GM, SW - SM

²Pogledati sliku 1. za položaj točaka na dijagramu plastičnosti.

³Atterbergove granice iznad "A" linije s I_p između 4 i 7 je granična linija slučaja GM - GC.

⁴Atterbergove granice iznad "A" linije s I_p između 4 i 7 je granična linija slučaja SM - SC.

TABLICA 12-00.5-3. SUSTAV ZA KLASIFIKACIJU TLA

OSNOVNE GRUPE TLA		GRUPNI SIMBOLI	NAZIV I OPIS TLA	LABORATORIJSKI KLASIFIKACIJSKI KRITERIJI	DODATNI KRITERIJI ZA VIZUALNU IDENTIFIKACIJU		
Sitnozrna tla (Više od 50% materijala je sitnije od 0,06 mm.)	Prašine i gline (Granica tečenja manja od 50.)	ML	Anorganske prašine, glinovite prašine, kameno brašno, prašnasti vrlo fini pijesak.	Atterbergove granice ispod "A" linije ili I _p manji od 4 ⁵ .	Nikakva do mala ¹ .	Nikakva.	Nikakva
		CL	Anorganske gline male do srednje plastičnosti, prašinaste, pjeskovite ili šljunkovite gline.	Atterbergove granice iznad "A" linije, s I _p većim od 7 ¹ .	Srednja do velika ¹ .	Nikakva do vrlo spora.	Srednja.
		OL	Organske prašine i organske prašinaste gline male plastičnosti.	Atterbergove granice ispod "A" linije.	Mala do srednja.	Spora.	Mala.
	Prašine i gline (Granica tečenja veća od 50.)	MH	Anorganske prašine, glinovite prašine, pjeskovite prašine, tinjčasti ili dijatomejski prah ili fino pješčana tla.	Atterbergove granice ispod "A" linije.	Mala do srednja.	Spora do nikakva.	Mala do srednja.
		CH	Anorganske gline visoke plastičnosti, masne gline.	Atterbergove granice iznad "A" linije.	Velika do vrlo velika.	Nikakva.	Visoka.
		OH	Organske gline i prašinaste gline srednje do visoke plastičnosti.	Atterbergove granice ispod "A" linije.	Nikakva do vrlo spora.		Mala do srednja.
Jako organska tla.		Pt	Treset, močvarna tla, jako organska tla.	Veliki gubitak žarenjem, LL i PI se smanjuju poslije sušenja.	Organska boja i miris, spužvasti opip, često vlaknasti sastav.		

⁵Atterbergove granice iznad "A" linije s I_p između 4 i 7 je granična linija slučaja ML - CL.

12-00.6 IZVOĐENJE I UPORABLJIVOST**Izvedba**

Građenje građevina koje sadrže geotehničke zahvate ili konstrukcije mora biti takvo da se ostvare tehnička svojstva i ispune drugi propisani zahtjevi u skladu s tehničkim rješenjem građevine i uvjetima za građenje danim projektom, te da se osigura očuvanje tih svojstava i uporabljivost građevine tijekom njezinog trajanja.

Pri izvođenju geotehničkog zahvata ili konstrukcije izvođač je dužan pridržavati se projekta i tehničkih uputa za ugradnju i uporabu građevinskih proizvoda te odredaba mjerodavnih propisa i pripadajućih normi. Kod preuzimanja građevnog proizvoda izvođač mora utvrditi je li građevinski proizvod isporučen s oznakom u skladu s posebnim propisom i podudaraju li se podaci na dokumentaciji s kojom je građevinski proizvod isporučen s podacima u oznaci, je li građevinski proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu, jesu li svojstva, uključivo rok uporabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost geotehničkog zahvata ili konstrukcije sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom. Sve navedeno zapisuje se u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika, a dokumentacija s kojom je građevinski proizvod isporučen pohranjuje se među dokaze o sukladnosti građevinskih proizvoda koje izvođač mora imati na gradilištu.

Zabranjena je ugradnja građevnog proizvoda koji je isporučen bez oznake u skladu s posebnim propisom, koji je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu; koji nema svojstva zahtijevana projektom ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost zahvata ili konstrukcije nisu sukladni podacima određenim glavnim projektom.

Uporabljivost

Smatra se da geotehnički zahvat ili konstrukcija ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je uporabljiva ako su:

- uvjeti građenja i druge okolnosti, koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva zidane konstrukcije, bile sukladne zahtjevima iz projekta;
- građevinski proizvodi ugrađeni u geotehničku konstrukciju ili temeljno tlo na propisani način i imaju ispravu o sukladnosti, odnosno propisane dokaze uporabljivosti;
- geotehnička konstrukcija ima dokaze nosivosti i uporabljivosti utvrđene ispitivanjem pokusnim opterećenjem, kada je ono propisano kao obvezno, ili zahtijevano projektom, te ako o svemu određenom postoje propisani zapisi i/ili dokumentacija.

Pri dokazivanju uporabljivosti geotehničkog zahvata ili konstrukcije treba uzeti u obzir:

- a) zapise u građevinskom dnevniku: npr. o zatečenim svojstvima temeljnog tla i njihovom podudaranju ili odstupanju od prognoznih projektnih podataka, eventualnim korektivnim akcijama i drugim podacima o ugrađenim materijalima i građevinskim proizvodima;
- b) rezultate nadzornih radnji, tehničkog praćenja tijekom gradnje i kontrolnih postupaka koji se sukladno ovim OTU-ima obvezno provode prilikom zemljanih radova ili prije ugradnje građevinskih proizvoda;
- c) dokaze uporabljivosti (rezultate ispitivanja, zapise o provedenim postupcima i drugo) koje je izvođač osigurao tijekom izvedbe;
- d) rezultate ispitivanja pokusnim opterećenjem ukoliko je predviđeno projektom;

- e) klimatske uvjete građenja i druge okolnosti koje prema građevinskom dnevniku i drugoj dokumentaciji koju izvođač mora imati na gradilištu, te dokumentaciju koju mora imati proizvođač građevnog proizvoda, a mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva geotehničkog zahvata ili konstrukcije.

12-00.7 NAKNADNO DOKAZIVANJE TEHNIČKIH SVOJSTAVA

Za geotehnički zahvat ili konstrukciju koja nema projektom predviđena tehnička svojstva ili se ista ne mogu utvrditi zbog nedostatka potrebne dokumentacije, mora se naknadnim ispitivanjima, primjerenim geotehničkim istraživanjima i naknadnim proračunima utvrditi mjerodavna tehnička svojstva.

Radi utvrđivanja tehničkih svojstava geotehničkog zahvata ili konstrukcije potrebno je prikupiti odgovarajuće podatke u opsegu i mjeri koji omogućavaju procjenu stupnja ispunjavanja bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti, požarne otpornosti i drugih bitnih zahtjeva za građevinu prema odredbama posebnih propisa

12-00.8 ODRŽAVANJE

Održavanje geotehničkih zahvata ili konstrukcije mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine, te drugi bitni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisima.

Održavanje podrazumijeva:

- redovite preglede, u razmacima i na način određen projektom građevine, i/ili posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji, te tehničko praćenje u mjeri propisanoj projektom,
- izvanredne preglede geotehničkih zahvata ili konstrukcija nakon kakvog izvanrednog događaja ili po inspekcijskom nadzoru,
- izvođenje radova kojima se geotehnički zahvat ili konstrukcija zadržava ili se vraća u stanje određeno projektom građevine, odnosno propisom u skladu s kojim je izveden. U slučaju oštećenja ili rušenja dijela geotehničke konstrukcije potrebno je utvrditi uzroke. Utvrđivanje uzroka treba obuhvatiti materijal ili izvedbu konstrukcije i njenih dijelova u tlu i izvan njega, uvjete i stanje temeljnog tla, utjecaje okoliša u smislu utjecaja podzemnih, otvorenih ili oborinskih voda, kao i stabilnosti padina. Sanaciju oštećene ili djelomično srušene konstrukcije treba provesti prema odgovarajućem projektu koji treba sadržavati dokaze osiguranja mehaničke otpornosti i stabilnosti, te dokaze o ispunjenju drugih mjerodavnih bitnih zahtjeva za građevinu.

Ispunjavanje propisanih uvjeta održavanja geotehničkog zahvata ili konstrukcije, dokumentira se u skladu s projektom građevine te izvješćima o pregledima i ispitivanjima, zapisima o radovima održavanja ili na drugi prikladan način ako drugim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji nije što drugo određeno.

12-01 RADOVI NA TEMELJENJU**12-01.0 OPĆENITO**

Tehnička svojstva i zahtjevi za projektiranje temelja i temeljnih konstrukcija navedeni su u hrvatskim normama niza HRN EN 1997. Posebice za betonske i armiranobetonske, plitke i duboke temelje treba ispunjavati zahtjeve Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, uzimajući posebice u obzir odredbe HRN EN 1992-3, te druge norme na koje navedeni propis upućuje.

Radovi na temeljenju obuhvaćaju:

- izrade plitkih temelja (samci, trake, roštilji, ploče) kao dijela konstruktivnog sklopa građevine, uključivo radove na pripadajućim iskopima, drenažama, izradi podloga (posteljica) i postavi izolacija. Ovi radovi se izvode prema projektu, a obuhvaćeni su drugim poglavljima OTU-a;
- radovi na ojačanju ili poboljšanju tla ukoliko temeljno tlo ispod temeljne plohe ne zadovoljava uvjete nosivosti i stišljivosti projektom zahtijevane građevine. Razni posebni postupci za manje ili veće dubine zahvata navedeni su Potpoglavlju 12-02 ovih OTU-a s pozivom na odgovarajuće norme. Na površini terena najčešće završavaju izradom podloge za plitko temeljenje;
- radovi na dubinskom temeljenju u slučajevima gdje temeljno tlo nema odgovarajuću nosivost i stišljivost do većih dubina. Najčešće se koriste razni tipovi pilota navedeni u nastavku ovog poglavlja. Povezivanje s konstruktivnim sklopom gornje građevine ostvaruje se preko naglavnih greda, roštilja ili ploča, alternativno se piloti mogu nastaviti bez prekida na stupove konstrukcija;
- posebna duboka temeljenja na bunarima, kesonima, panelima ili složenim temeljno-potpornim konstrukcijama. Tehnička svojstva i zahtjevi za izvedbu se propisuju projektom, posebnim tehničkim uvjetima, primjerenim Tehničkim propisima za konstrukcije i ovim OTU-ima za materijale i izvedbu (ukoliko nije obuhvaćeno posebnim tehničkim uvjetima).

12-01.1 TEMELJENJE NA PILOTIMA**Općenito**

Piloti se ugrađuju zabijanjem, utiskivanjem, uvrtnjem ili bušenjem s injektiranjem ili bez njega.

Koristi se velik broj različitih tipova pilota, a načelno se razlikuju:

- piloti koji ne razmiču tlo tijekom izvedbe (npr. bušeni piloti),
- piloti koji razmiču tlo tijekom izvedbe (npr. zabijani piloti).

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi za projektiranje i izvedbu pilota propisani su hrvatskom normom HRN EN 1997-1, te drugim normama na koje navedena norma upućuje.

Obračun radova za izradu pilota se u pravilu obavlja na osnovu projektnog troškovnika i izvedenih količina evidentiranih u građevinskom dnevniku.

Pokusno opterećenje pilota

U skladu s HRN EN 1997-1 **pokusno opterećenje pilota mora se** provesti u sljedećim situacijama:

- ako se upotrebljava ona vrsta pilota ili metoda ugradnje za koju nema usporedivoga iskustva;
- ako piloti nisu bili ispitani za usporedive uvjete u tlu i projektno opterećenje;
- ako će piloti biti pod takvim opterećenjem za koje teorija ni iskustvo ne nude dovoljnu pouzdanost za proračun. Postupkom ispitivanja pilota tada se mora osigurati opterećenje koje je slično onom koje se očekuje;
- ako opažanja tijekom procesa ugradnje ukazuju na takvo ponašanje pilota koje znatno i nepovoljno odstupa od ponašanja očekivanog na osnovu terenskih istraživanja ili iskustva i ako ni daljnja istraživanja temeljnog tla ne daju pojašnjenje za ta odstupanja;

Pokusno opterećenje pilota također se smije upotrijebiti za:

- ocjenjivanje prikladnosti metode ugradnje;
- određivanje odziva reprezentativnog pilota i okolnog temeljnog tla na opterećenje u pogledu slijeganja i graničnog opterećenja;
- donošenje prosudbe o cjelokupnom temeljenju na pilotima;

Zahtjevi za izvedbom pokusnog opterećenja pilota, načinom i brojem pokusnih pilota određuju se geotehničkim projektom.

12-01.2 STATIČKO POKUSNO OPTEREĆENJE

Općenito

Sukladno odredbama HRN EN 1997-1, Poglavlje 7.5 postupak statičkog pokusnog opterećenja pilota, posebno u pogledu broja koraka opterećenja, trajanja tih koraka i primjene ciklusa opterećenja, mora biti takav da se iz mjerenja na pilotu mogu donijeti zaključci o ponašanju pri deformiranju, puzanju i povratnom pomaku temelja na pilotima. Za pokusne pilote, opterećenje mora biti takvo da se također mogu donijeti zaključci o najvećem opterećenju sloma.

Statičko ispitivanje pokusnih pilota provodi se sukladno Suggested method ISSMGE, Subcommittee on Field and Laboratory Testing: „*Axial Pile Loading Test-Part 1: Static Loading*“, Geotechnical Testing Journal, GTJODJ, Vol. 8, No 2, June 1985, pp.79-90.

Ova preporuka Međunarodnog društva sadrži sve važne dijelove za provedbu statičkog ispitivanja pilota, okosnica je odgovarajućeg međunarodnog i europskih normi za ispitivanje i citirana je u HRN EN 1997-1.

Na osnovu mjerenja i interpretacija provedenih ispitivanja putem simulacije statičkog opterećenja dobivaju se prognozne ukupne granične nosivosti pilota te struktura nosivosti (trenje na plaštu pilota po dubini i nosivost na vrhu pilota).

Predviđena maksimalna ispitna sila određuje se geotehničkim projektom.

Ukoliko izvođač nudi vrstu pilota ili metodu ugradnje za koju nema usporedivoga iskustva, izvođač može u dogovoru s investitorom, projektantom i nadzorom o vlastitom trošku provesti statičko pokusno opterećenje na dovoljnom broju pokusnih pilota u tipičnim uvjetima tla s ciljem dobivanja pouzdanih parametara za projektiranje pilota.

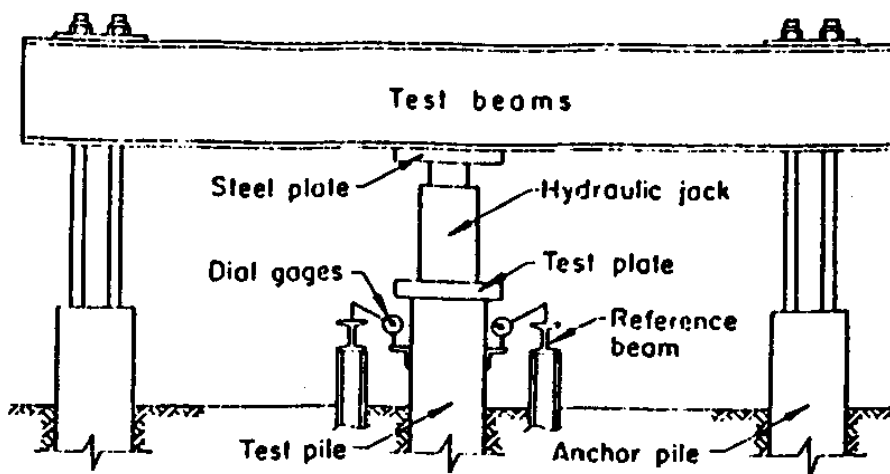
Opis izvođenja radova

Samo ispitivanje uključuje sljedeće aktivnosti:

- nabava i doprema konstrukcijskog sklopa za ispitivanje (izvođač);
- izvedba ispitnih pilota, kontrola kvalitete materijala (izvođač);
- dobavljanje i postavljanje mjerne opreme, provedba mjerenja (nezavisni izvođač ovlašten za provedbu mjerodavnih mjerenja);
- izrada izvješća o mjerenju sukladno odredbama HRN EN 1997-1, Poglavlje 7.5; te
- interpretacija i ocjena rezultata (izvoditelj mjerenja, suglasnost: nadzor i projektant);

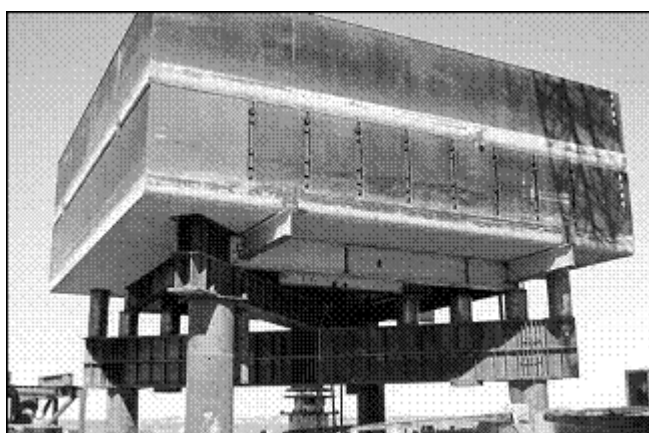
Konstrukcijski sklop za ispitivanje moguće je izvesti barem na dva načina s reakcijskim (sidrenim) pilotima ili balastom (slike u nastavku).

Takvu konstrukciju izvođač treba imati od prije ili je može napraviti po vlastitom projektu ili iznajmiti. Trošak eventualne izrade cijele nove konstrukcije ne smije se prebaciti na troškove ispitivanja, nego samo u dijelu koliko su realni troškovi korištenja (kao i za drugu opremu izvođača).



Slika 12-01-1

Konstrukcijski sklop sa sidrenim pilotima



Slika 12-01-2

Uporaba balasta kod ispitivanja pilota

Budući da postoje različite tehnološke mogućnosti za ispitivanje pilota, izvođač zajedno s odabranim izvoditeljem mjerenja treba izraditi Izvedbeni projekt statičkog opterećenja pilota.

Izvedbeni projekt statičkog pokusnog opterećenja pilota

Za provedbu statičkih pokusnih opterećenja treba izraditi odgovarajući Izvedbeni projekt. On mora sadržavati sljedeće:

- položaj ispitnog pilota na lokaciji;
- statički proračun konstrukcije za nanošenje sile na pilot;
- izvedbene nacрте probnog polja (prijelazna konstrukcija za nanošenje sile, dispozicija prijenosa sile u tlo (sidra ili vlačni piloti), referentna greda, armatura pilota, detalji);
- program statičkog pokusnog opterećenja pilota (inkrementi nanošenja i vrijeme održavanja sile), u skladu s uvjetima iz geotehničkog projekta;
- specifikaciju opreme za apliciranje i mjerenje sile ispitivanja (hidrauličke preše, doza za mjerenje sile točnosti $\pm 1\%$);
- specifikaciju opreme za mjerenje pomaka glave pilota. Preferiraju se digitalne mjerne urice točnosti $\pm 0,01$ mm s hodom min. 100 mm;
- specifikacija opreme za mjerenje deformacija pilota po dubini radi razlučivanja trenja na plaštu pilota i nosivosti na vrhu;
- prikaz načina registracije, praćenja i pohranjivanja mjerenih podataka. Preferira se digitalni prijenos podataka u računalo uz interaktivni prikaz rezultata mjerenja u realnom vremenu na ekranu uz automatsko pohranjivanje podataka na tvrdi disk računala. Radi dodatne sigurnosti karakteristična mjerenja treba unositi u odgovarajući program koji omogućuje brzu interpretaciju rezultata tijekom probnog opterećenja što omogućuje i kvalitetnije vođenje pokusa;
- način prikazivanja i interpretacije rezultata ispitivanja;
- odgovarajuću postavu i opremu za horizontalno opterećenje pilota ako je traženo geotehničkim projektom.

Obračun radova

Nabava i doprema konstrukcijskog sklopa za ispitivanje, izvedbeni projekt (izvođač-obračun paušalno).

Izvedba ispitnih pilota, kontrola kvalitete materijala (izvođač – prema standardnom troškovniku za pilote).

Dobavljanje i postavljanje mjerne opreme, provedba i interpretacija mjerenja (nezavisni izvođač kompetentan i iskusan za provedbu mjerodavnih mjerenja – prema zasebnom troškovniku).

12-01.3 DINAMIČKO ISPITIVANJE PILOTA

Općenito

Sukladno odredbama HRN EN 1997-1, Poglavlje 7.5 dinamičko pokusno opterećenje smije se upotrijebiti za procjenu tlačne otpornosti uz uvjet da je prethodno provedeno prikladno istraživanje lokacije i umjeravanje metode s pomoću statičkog pokusnog opterećenja iste vrste pilota, slične duljine i presjeka i u usporedivim uvjetima u temeljnome tlu.

Ispitivanje nosivosti dinamičkim postupkom te broj i pozicije ispitnih pilota određuju se geotehničkim projektom.

Opis izvođenja radova

Dinamičko ispitivanje nosivosti pilota zasniva se na mjerenju deformacija i ubrzanja pilota izazvanih udarom zabijala. Pri tome treba koristiti odgovarajuću konstrukciju za podizanje i otpuštanje utega mase 7-10 t s varijabilne visine 0,5-2,5 m.

Na oplošje pilota, na dubini najmanje 1,5 promjera pilota, postavljaju se mjerači deformacija i ubrzanja. Izvođač treba osigurati potrebnu slobodnu duljinu pilota radi postavljanja opreme. Na osnovu mjerenja deformacija i poznatog modula elastičnosti čelika ili armiranog betona izračunavaju se dinamičke sile u pilotu, dok se integriranjem ubrzanja dobivaju brzine.

Numeričkom analizom, zasnovanom na jednodimenzionalnoj valnoj jednadžbi, iz mjerenih sila i brzina određuje se dinamička nosivost pilota. Analitički postupak kojim se to provodi poznat je pod nazivom Case Method. Case Method razvijen je na Case Institute of Technology u Clevelandu, država Ohio, SAD i predstavlja rezultat 30-godišnjeg istraživačkog rada. Dinamičko ispitivanje nosivosti pilota po ovom postupku ušlo je u američku normu ASTM D945-89 (Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles).

Ispitivanja se provode pomoću uređaja koji je nazvan Pile Dynamic Analyzer (PDA). PDA je prenosni uređaj kojim se obavlja mjerenje, kondicioniranje, filtriranje i obrada signala. Ujedno, to je i prijenosno računalo koje u realnom vremenu može analizirati i prezentirati mjerene veličine. Mjereni podaci se spremaju na tvrdi disk i zatim postprocesiraju da bi se odredila statička nosivost pilota. Numerička analiza obavlja se programom CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program). Pretpostavljaju se karakteristike tla, te se na osnovi složenog numeričkog modela čekić-pilot-tlo izračunavaju brzine, odnosno sile u pilotu. Tako dobiveni signal uspoređuje se s mjerenim signalom. Karakteristike tla se mijenjaju dok se mjereni i izračunati signal ne izjednače s inženjerski zadovoljavajućom točnošću. Nakon poklapanja signala izračunava se statička nosivost pilota kao zbroj nosivosti pilota po plaštu i nosivosti na vrhu.

Najvažniji rezultati ovih ispitivanja su:

- procjena statičke nosivosti pilota,
- određivanje maksimalnih dinamičkih tlačnih i vlačnih naprezanja u pilotu uslijed udara,
- ustanovljenje neprekinutosti pilota, odnosno zona pojave eventualnih šupljina-diskontinuiteta i
- određivanje cjelokupnih performansi sustava čekić-pilot-tlo.

Ispitivanje se, zbog prirasta nosivosti tla u vremenu, izvodi najranije 2 tjedna nakon izvedbe pilota.

Obračun radova

Izvedba ispitnih pilota (ako se ne kontroliraju radni piloti), kontrola kvalitete materijala (izvođač – prema standardnom troškovniku za pilote);

Dobavljanje i postavljanje mjerne opreme, provedba i interpretacija mjerenja (nezavisni izvođač kompetentan i iskusan za provedbu mjerodavnih mjerenja – prema zasebnom troškovniku);

12-01.4 BUŠENI PILOTI (PILOTI BEZ RAZMICANJA TLA, non-displacement piles)**Općenito**

Tehnički uvjeti za izvedbu bušenih pilota, te pripadajući materijali i proizvodi, određuju se geotehničkim projektom, a sve u skladu s normom HRN EN 1536 (Bušeni piloti).

Bušeni piloti izvode se za potrebe dubokog temeljenja građevina kao pojedinačni piloti ili grupe pilota te kao pilotne stijene (ukopani pilotni zidovi) koje služe kao potporne konstrukcije, brtvene zavjese ili složeni potporno-temeljni sklop. Pilotne stijene izvode se kao sekantne (zasijecanjem u susjedne pilote, tj. piloti na rubovima ulaze jedan drugome u profil), tangentne (neprekinute pilotne stijene u kojima se piloti dodiruju rubno) ili s razmaknutim pilotima i zaštitom među pilotima (u Potpoglavlju 12-04).

Bušeni piloti se izvode kružnog presjeka ili pravokutnog presjeka (paneli) pod uvjetom da se betoniranje obavlja bez prekida. Presjek pilota po dubini može biti konstantan (ravni plašt) ili promjenjiv (npr. teleskopski promjenjiv promjer), a ovisno od alata za iskop mogu se izvoditi piloti s proširenjima na stopi ili plaštu.

Prema navedenoj normi HRN EN 1536 (Bušeni piloti) pod pojmom bušeni piloti smatraju se kružni piloti promjera od 0.3 do 3.0 m, odnosno paneli debljine barem 0.4 m (ako se izvode betoniranjem u tlu) ili debljine barem 0.3 m ako se rabe predgotovljeni elementi. Najčešće su u uporabi bušeni piloti promjera 80-120 cm (150 cm).

Izvedba bušenih pilota uključuje:

- pripremne radove i izvedbu radnog platoa;
- iskop (bušenje);
- umetanje armature;
- betoniranje;
- završne radove i
- nadzor i kontrolu kvalitete.

Obračun pilota se u pravilu obavlja na osnovu projektnog troškovnika i izvedenih količina evidentiranih u građevinskom dnevniku.

Opis izvođenja radova

Detaljni tehnički uvjeti za pojedine aktivnosti izvedbe pilota navedeni su u normi HRN EN 1536 (Bušeni piloti), a ovdje se navode samo neki naglasci.

Pripremni radovi. Nakon izvedenog širokog iskopa potrebno je na osnovu plana iskolčenja precizno geodetski odrediti i označiti poziciju svakog pojedinog pilota. Kao dopunsko osiguranje od grubih pogrešaka može poslužiti izmjera razmaka između osi pilota mjernom vrpcom te vizualna provjera mogućeg odstupanja od pravca.

Prije početka radova na izvedbi pilota nužno je stvoriti sve preduvjete da se ti radovi mogu odvijati kontinuirano, tj. bez nepredviđenih zastoja.

To podrazumijeva organizaciju i formiranje gradilišta, izvedbu eventualno potrebnih pristupnih putova i pripremu radnih platoa odgovarajućih gabarita i kakvoće podloge, izvedbu i dopremu armaturnih koševa na gradilište, osiguranje kontinuirane dostave potrebnih količina betona za predviđenu dinamiku izvedbe, formiranje bazena i opreme za pripremu i recirkulaciju isplake (ukoliko je predviđena takva tehnologija), provjeru i dopremu potrebnih strojeva te nazočnost potrebne radne snage i nadzorne službe.

Bušenje (iskop). Piloti se izvode bušenjem (iskopom) posebnim strojem tehnologijom predviđenom projektom s radnog platoa na površini terena. Piloti trebaju biti izvedeni položajno s preciznošću ± 10 cm, a odstupanje od vertikale smije biti do max 2%, ukoliko nije drugačije propisano projektom.

Bušeci stroj treba imati odgovarajuću snagu za izvedbu bušotine. Režim bušenja (brzinu rotacije i penetracije) potrebno je prilagoditi uvjetima u tlu.

Stabilnost bokova i dna bušotine od zarušavanja održava se uporabom čeličnih cijevi (kolona), isplakom (stabilizirajućom tekućinom) ili tlom ispunjenim zavojitom spiralom (kod svrdlanih, CFA pilota).

Isplaka mora imati primjerenu gustoću i treba ju držati na konstantnoj razini kako bi se spriječio hidraulički slom tla. Eventualne gubitke isplake u propusnim materijalima treba odmah nadoknađivati.

Nakon postizanja projektiranog dna bušotine, potrebno je provjeriti i eventualno očistiti dno bušotine od iskopanog i pregrječenog materijala.

CFA piloti (Continuous Flight Auger Piles) su posebice pogodni kod visokih razina podzemne vode i pretežno pjeskovitih materijala tla jer nije potrebno korištenje zacjvljenja ili isplake za održavanje stabilnosti stjenke bušotine.

CFA piloti se izvode bušenjem u jednom koraku pomoću beskonačne spirale. Tijekom bušenja tlo i spirala drže bokove bušotine stabilnim od zarušavanja. Nakon postizanja projektirane kote spirala se uz minimalnu rotaciju ili bez rotacije podiže kontroliranom brzinom uz istovremeno ispunjavanje bušotine sitnozrnim betonom žitke konzistencije ili injekcijskom smjesom na bazi cementa i pijeska kroz vrh spirale. Nakon završetka betoniranja pripremljeni armaturni koš se uvibrira u ispunjenu bušotinu neposredno nakon bušenja i betoniranja.

Nakon što se bušenjem dođe do projektirane kote potrebno je izvući spiralu za oko 15 cm i započeti ugradnju betona pod odgovarajućim tlakom. Izvlačenje spirale više od 15 cm prije ugradnje betona nije dopušteno jer dolazi do relaksacije u tlu i smanjenja nosivosti pilota na vrh, a može doći i do zarušavanja bušotine i miješanja tla i betona.

Također je bitno spiralu izvlačiti konstantnom brzinom koja je u ovisnosti od kapaciteta pumpe za ugradnju betona. Rotacija spirale bez penetracije u tlo ili upumpavanja betona zabranjena je jer utječe na smanjenje nosivosti pilota trenjem po plaštu.

Betoniranje i armiranje. Prethodno pripremljeni armaturni koš (ili čelični profil) ubacuje se u bušotinu, upušta se cijev za kontraktor i nalijeva beton u bušotinu. Paralelno s betoniranjem, uz iskustveno određeni zaostatak dubine, podiže se i zaštitna kolona. Kolona ni u kom slučaju ne smije biti iznad razine nalivenog betona da ne dođe do urušavanja stjenki bušotine i miješanja tla s betonom. Žitki beton ispunjava bušotinu i istiskuje isplaku na površinu.

Kod CFA pilota beton se nalijeva kroz cijev u svrdlu (koje privremeno podupire bušotinu). Tlak ugradnje betona na dnu spirale treba minimalno biti jednak efektivnom vertikalnom naprezanju u tlu. Tlak treba održavati tijekom ugradnje betona (izvlačenja spirale) kako bi se osigurala stabilnost bušotine. S ugradnjom betona treba započeti odmah nakon bušenja do projektirane dubine. U protivnom može doći do zaglave bušaćeg pribora. Armatura se ubacuje u žitki beton vibriranjem.

Imajući u vidu da se betoniranje pilota treba izvesti bez prekida, nemogućnost uspješne intervencije u slučaju prekida betoniranja i brzinu izvedbe bušotina za pilota, izvođač treba osigurati pravovremenu isporuku kvalitetnog betona u dovoljnoj količini.

Preporučuje se pripremanje betona u neposrednoj blizini gradilišta. Ako je proizvodnja betona organizirana na udaljenoj betonari, nužno je osigurati neprekidnost dopreme uz brzu dojavu i nužne sigurnosne mjere.

Izbor načina prijevoza mora jamčiti homogenost svježeg betona i stalnost njegova sastava. Beton se u pravilu prevozi posebnim vozilima (miješalicama, mikserima). Dopušta se prijevoz suhe mješavine agregata i cementa ako na mjestu dodavanja vode postoji uređaj za doziranje. U slučaju da je kretanje vozila na samom gradilištu otežano, lokalni transport svježeg betona moguće je uz pomoć betonskih pumpi.

Iznos betona ugrađenog u bušotinu kreće se u granicama oko 15-20% iznad idealnih teoretskih vrijednosti volumena pilota.

Završni radovi

Uređenje glave (vrha) pilota. Nakon završetka betoniranja i postizanja odgovarajuće čvrstoće potrebno je odstraniti nekvalitetan beton na vrhu (glavi) pilota koji je posljedica tehnologije betoniranja kontraktor postupkom, u prosječnoj visini cca 40 cm (ili više ukoliko se pokaže potrebnim). U ovoj fazi vrši se poravnanje glave pilota do projektirane kote odbijanja betona, odnosno do donjeg ruba naglavne grede.

Izrada naglavnih greda. Glavna predradnja za izradu naglavnih greda na pilotima je odbijanje nekvalitetnog betona, odnosno uređenje gornjeg ruba – glave pilota na projektiranu kotu.

Naglavne grede imaju značajnu ulogu kod statičkog djelovanja grupe pilota i preko njih se vrši stalna preraspodjela sila i deformacija. Naglavne grede su i sastavni dio temeljnog roštilja te veza s gornjom konstrukcijom.

Tehnički uvjeti i osiguranje kakvoće za naglavne grede u pravilu su određeni projektom betonskih konstrukcija i temelja, a u skladu s TPBK-om i pridruženim normama.

Materijali

Kvaliteta čelika, betona i njegovih komponentnih materijala treba odgovarati Tehničkom propisu za betonske konstrukcije (TPBK) ili, primjereno, Tehničkom propisu za čelične konstrukcije (TPČK), Tehničkom propisu za spregnute konstrukcije (ako se koriste čelične cijevi i profili) te pridruženim hrvatskim normama.

Beton

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton i beton zadanog sastava treba odabrati tako da zadovoljavaju svojstva uvjetovana za svježi i očvršli beton, uključivo konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika od korozije, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova koji uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane ili obrade ugrađenog betona.

Prije početka radova potrebno je izvršiti sva nužna ispitivanja materijala koji će se upotrijebiti, uzimajući u obzir predviđenu tehnologiju izvođenja betonskih radova.

Ukoliko projektom nije drugačije navedeno, najčešće se za bušene pilote koristi beton razreda čvrstoće između C20/25 i C30/37., vodocementni faktor manji od 0.6. Za beton pilota koji je stalno potopljen treba minimalno 400 kg cementa na 1 m³ gotovog betona, a klasa izloženosti: XC4, XD2, XF4, XA2. Sastav betona određuje se na osnovu početnih

ispitivanja koja se provode u laboratoriju proizvođača betona, a zatim s odabranim sastavima na betonari.

Konzistencija betona prilikom ugradnje treba odgovarati tehnologiji ugradnje kontraktor postupkom (slump test od 160-210 mm). Za izvedbu CFA pilota je pogodan sitnozrni beton žitke konzistencije. Vrijednost *slump* testa betonske mješavine treba biti $200 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$.

Armatura

Za armiranje bušenih pilota koristi se betonski čelik ili čelični profili i cijevi. Kvalitetu korištenih materijala isporučitelj treba dokazati odgovarajućim dokumentima o sukladnosti s projektom te u skladu s važećim propisima i normama. Armaturni koševi za pilote najčešće se izrađuju u armiračkom pogonu i dopremaju na gradilište u skladu s dinamikom izvođenja pilota.

Kako bi koš imao potreban oblik i krutost glede ugradnje, šipke glavne armature se zavaruju na predviđene obruče. Ulogu vilica preuzima spiralna armatura obavijena oko armaturnog koša.

U zoni maksimalnog momenta savijanja potrebno je hod spirale smanjiti na 50 % standardnog razmaka. Na armaturni se koš zavaruju posebne vodilice – razmaknice (distanceri) koje osiguravaju centrični položaj i potreban zaštitni sloj betona (min 6 cm).

Kod većih dubina i profila pilota, kad je iz tehnoloških razloga nužno predvidjeti nastavljanje koševa prilikom ugradnje u bušotinu, nastavke treba izvesti preklapanjem armature i konstruktivnim zavarivanjem.

Kod CFA pilota potreban je deblji zaštitni sloj betona (75-100 mm). Plastične je distancere potrebno postaviti na razmaku od maksimalno 3 m duž armaturnih šipki. Zbog načina ugradnje vibriranjem i utiskivanjem potrebno je koristiti veće profile armature, tj. izraditi krute armaturne koševe. Armaturne šipke se, također zbog lakše ugradnje, može poviti na vrhu pilota na način da čine šiljak.

Bentonitna isplaka

Kad se za stabilizaciju bušotine koristi isplaka, ona mora čitavo vrijeme rada zadovoljavati tražene karakteristike u pogledu stabilnosti, viskoziteta, tiksotropije i specifične gustoće. Zbog toga je potrebno provesti prethodna ispitivanja za određivanje isplake te kontinuirano provoditi kontrolu pripremljene isplake.

Prethodna ispitivanja kojima se određuje radni uzorak isplake obuhvaćaju određivanje viskoziteta, specifične gustoće i pH faktora. Naknadne modifikacije radnog uzorka potrebne su za slučaj upotrebe prethodno korištene isplake nakon završenog mehaničkog odstranjenja čestica tla. Dnevno je potrebno kontrolirati gustoću i viskozitet svježe pripremljene bentonitne isplake. Gustoća svježe pripremljene isplake mora se kretati u rasponu $1,08 - 1,10 \text{ g/cm}^3$.

Zahtjevi kakvoće

Prilikom **bušenja pilota** potrebno je kontrolirati:

- poziciju (iskolčenje) pilota;
- vertikalnost uvodne odnosno zaštitne kolone;
- sastav i karakteristike slojeva tla po dubini iskopa;
- kotu dna iskopa.

Ako sastav i svojstva tla ne odgovaraju rezultatima prethodnih geomehaničkih istraživanja, nužno je tražiti mišljenje projektanta i uz suglasnost nadzornog inženjera predvidjeti potrebne mjere ili izmjene u projektu (npr. produbljenje ili povećanje broja pilota).

Armatura. Za svaku isporuku betonskog čelika na gradilište izvoditelj radova je dužan nadzornom inženjeru dati na uvid atest o kakvoći čelika. Rezultati moraju zadovoljavati uvjete iz Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK) i normi na koje se on poziva.

Armatura se mora prije ugradnje koševa očistiti od hrđe, masnoća, tla i drugih nečistoća koje mogu biti uzrok slabijega prijanjanja betona.

Gotove armaturne koševe nadzorni inženjer treba prije ugradnje pregledati i utvrditi jesu li izvedeni prema projektu (profil i broj šipaka glavne armature, profil i razmak spiralne armature, položaj ukrućenja i razmaknica (distancera) te količine i broj kontaktnih varova.

Prilikom ugradnje armaturnih koševa u iskop za pilote treba provjeriti jesu li koševi ispravno orijentirani ako armatura nije simetrična ili ako se naknadno ugrađuju dodatni nosivi elementi (npr. prednapeta sidra).

Beton. Priprema betona treba se zasnivati na prethodnim ispitivanjima sukladno projektu betona. Proizvedeni beton treba imati projektom propisane karakteristike. Proizvođač betona mora uz svaku isporuku betona dostaviti na gradilište popratni list koji mora sadržavati sve podatke propisane važećim normama.

Ispitivanja betona potrebno je provoditi na betonari (tekuća kontrola) i na samom objektu (dokazna kontrola).

Tekuću kontrolu betona na betonari treba provoditi u skladu s odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK) i normi na koje se on poziva.

Dokazna kontrola na gradilištu (suglasnost kakvoće betona) provodi se prema pripadajućim hrvatskim normama: konzistenciju dopremljenog betona mjerenjem slijeganja, uzimanjem i njegovanjem uzoraka betona za ispitivanje i dokaz tlačne čvrstoće očvrstlog betona nakon 7 i 28 dana.

Uzorci za dokaz suglasnosti tlačne čvrstoće u odnosu na uvjete projektirane marke betona uzimaju se na mjestu ugradnje betona prema programu kontrole kakvoće utvrđenim projektom konstrukcije i projektom betona prema odredbama važećih normi. Uzorci se obvezno uzimaju iz različitih vozila (miksera).

Ako beton dopremljen iz betonare ispunjava postavljene tehničke uvjete, uzima se:

- najmanje jedan uzorak iz svakog pilota;
- jedan uzorak u svakoj radnoj smjeni radi ispitivanja tlačne čvrstoće pri starosti betona 7 dana.

Kontrolu marke betona i preuzimanje betona prema programu treba obavljati nadzorna služba koju ovlasti investitor.

Izveštaji o kontroli kakvoće betona moraju se uredno dostavljati na gradilište kako bi se, u slučaju podbacivanja marke betona, moglo pravodobno intervenirati.

Za ugrađeni beton ovlaštena institucija treba dati završnu ocjenu kakvoće betona u konstrukciji koja mora obuhvaćati:

- dokumentaciju o preuzimanju betona i

- mišljenje o kakvoći ugrađenog betona koje se daje na osnovi kontinuirane kontrole dokumentacije o građenju i verifikacije rezultata iz evidencije tekuće kontrole proizvodnje betona i kontrole suglasnosti kakvoće u odnosu na projekt konstrukcije.

Na osnovu takve ocjene dokazuje se sigurnost i trajnost projektirane konstrukcije ili se traži naknadni dokaz kakvoće betona.

Naknadna kontrola kakvoće betona provodi se ispitivanjem uzoraka izvađenih iz gotovih pilota prema dogovoru s projektantom i nadzornim inženjerom. Ta se ispitivanja obavljaju na teret proizvođača betona kod ovlaštene institucije koju će odrediti nadzorni inženjer.

Ovim ispitivanjima treba ustanoviti karakterističnu tlačnu čvrstoću na dan ispitivanja i odgovarajuću preračunatu na 28-dnevnu starost betona.

Ako se ovim ispitivanjima ne dokaže tražena projektirana kakvoća betona, provest će se kontrolni proračuni dotičnog elementa konstrukcije i po potrebi predvidjeti mjere sanacije.

Ukoliko se pokaže da je stabilnost i trajnost dotičnog elementa konstrukcije, unatoč nepostizanju tražene kakvoće, zadovoljavajuća, investitor ima pravo umanjiti cijenu ugrađenog betona u partiji u kojoj projektirana kakvoća nije postignuta.

Ispitivanje cjelovitosti pilota

Prema zahtjevima geotehničkog projekta ili kad postoji sumnja u kvalitetu pojedinih izvedenih bušenih pilota (prekidi betoniranja ili zarušavanje tla i sl.), predviđaju se ispitivanja cjelovitosti (integriteta) PIT metodom (Pile Integrity Test). Ova ispitivanja mogu se, kao mjera kontrole kvalitete, izvoditi na svim izvedenim pilotima kad je riječ o osjetljivim konstrukcijama ili uz obrazloženja iz projekta.

Ispitivanja cjelovitosti obavljaju se nakon što je glava pilota odbijena na projektiranu kotu. Provedenim se ispitivanjima dokazuje da su piloti izvedeni u kontinuitetu bez prekida betoniranja te da ne postoje zone slabije kvalitete ili smanjenog promjera u odnosu na projektirane dimenzije pilota.

O svim provedenim ispitivanjima treba tijekom izvedbe ažurno dostavljati preliminarne podatke. Detaljnu obradu i interpretaciju rezultata treba ispostaviti po završenom ispitivanju u obliku završnog izvještaja.

U slučaju da se ustanove oštećenja i prekidi betoniranja značajnih dimenzija pristupit će se sanaciji pilota. Ova se sanacija može izvesti bušenjem bušotine kroz pilot i injektiranjem pod tlakom odgovarajućom injekcijskom smjesom.

Način preuzimanja radova

Prije početka radova potrebno je geodetsko pozicioniranje pilota. Nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku s točnim pozicijama izvedenih pilota (za dokumentaciju o izvedenom stanju - "as built" dokumentaciju).

Prije početka radova i tijekom radova nadzorni inženjer kontrolira radove, preuzima svaku fazu radova o čemu vodi evidenciju.

Primjeri obrazaca za vođenje evidencije izvedbe za različite tehnologije osiguranja stabilnosti iskopa nalaze se u navedenoj normi HRN EN 1536 (Bušeni piloti).

Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova te usklađenost s projektom.

Obračun radova

Standardne stavke troškovnika su:

- priprema i raspreda gradilišta. Obračun paušalan;
- generalni transport opreme, pribora i ljudstva. Izrada radnog platoa. Obračun paušalan;
- bušenje pilota odgovarajućeg promjera i dubine. Obračun po dužnom metru (m') izvedenog bušenja;
- utovar, odvoz i istovar iskopanog tla (eventualno pomiješanog s isplakom) na predviđeno odlagalište. Obračun u rahlom stanju (povećanje količina oko 15% u odnosu na geometriju iskopa) u kubičnim metrima (m³);
- izvedba armaturnih koševa. Uključena nabava, čišćenje i savijanje armature te montaža armaturnih koševa s dopremom na gradilište. Obračun po kilogramu (kg) izvedenih armaturnih koševa;
- ugradnja armature u izvedene bušotine. U cijenu je uključeno i eventualno spajanje koševa kod ugradnje. Obračun po kilogramu (kg) ugrađene armature;
- betoniranje pilota kontraktor postupkom betonom propisanog sastava i kakvoće. Ovisno o sastavu tla u kojem se izvode piloti, količina utrošenog betona u odnosu na idealnu geometriju pilota veća je od 10-20 %. Kod CFA pilota beton se obično ubacuje pumpom priključenom na toranj i cijev u svrdlu. Obračun po utrošku betona u kubičnim metrima (m³);
- odbijanje pneumatskim čekićem lošeg betona u glavi pilota. Obračun prema izvedenim količinama u kubičnim metrima (m³);
- ispitivanje cjelovitosti pilota prema zasebnom troškovniku ovlaštenog izvoditelja.

12-01.5 PILOTI S RAZMICANJEM TLA (displacement piles)**Općenito**

Tehnički uvjeti za izvedbu pilota te pripadajući materijali i proizvodi određuju se geotehničkim projektom, a sve u skladu s normom HRN EN 12699 (Piloti s razmicanjem tla).

Prema navedenoj normi promjer ili maksimalna dimenzija presjeka treba biti veća od 150 mm kako bi se ugrađeni elementi smatrali pilotima. Elementi manjih dimenzija smatraju se mikropilotima i mjerodavna je norma HRN EN 14199 (Mikropiloti).

Piloti s razmicanjem tla su piloti koji se izvode u temeljnom tlu bez iskopa ili odstranjivanja materijala tla (osim ukoliko je potrebno za ograničenje izdizanja tla, vibracija ili uklanjanja zapreka penetraciji).

Ovi piloti **ugrađuju se u tlo**: udarom (zabijanjem), vibracijski, pritiskom, uvrtnjem ili kombinacijom ovih postupaka.

Piloti s razmicanjem tla izvode se prvenstveno za potrebe dubokog temeljenja građevina kao pojedinačni piloti ili grupe pilota. Zidovi (stijene) u tlu izvedeni postupcima zabijanja predgotovljenih elemenata koje služe kao potporne konstrukcije obrađene su u Potpoglavlju 12-04.

Materijali koji se koriste za ove pilote su čelik, lijevano željezo, beton, drvo, injekcijske smjese i kombinacije navedenih materijala. Za trajne konstrukcije potrebne su odgovarajuće zaštitne mjere od korozije ili agresivnih sastojaka tla.

Kvaliteta ugrađenih materijala treba odgovarati primjerenom Tehničkom propisu za konstrukcije te pridruženim hrvatskim normama. Materijali koji se koriste za zaštitu plašta pilota trebaju odgovarati hrvatskim i europskim normama kvalitete i zaštite okoliša. Za građevne proizvode i predgotovljene elemente vrijede odgovarajuće odredbe ovih OTU-a te posebni propisi.

Na tržištu postoji veći broj tipova, opreme i specijalnih izvođača pilota s razmicanjem tla. Ukoliko izvođač nudi vrstu pilota ili metodu ugradnje za koju nema usporedivoga iskustva, izvođač može u dogovoru s investitorom, projektantom i nadzorom o vlastitom trošku provesti statičko pokusno opterećenje na dovoljnom broju pokusnih pilota u tipičnim uvjetima tla s ciljem dobivanja pouzdanih parametara za projektiranje pilota.

Opis izvođenja radova

Načelno, radovi na izvedbi ove vrste pilota uključuju:

- pripremne radove (izvedbu radnog platoa);
- eventualna probna zabijanja izvan područja temeljne konstrukcije blizu pozicija geotehničkih istraživanja (za provjeru podobnosti tehnologije);
- ugradnju pilota odgovarajućom opremom;
- završne radove i
- nadzor i kontrolu kvalitete.

Materijali

Svi materijali i proizvodi ugrađeni u pilote s razmicanjem tla trebaju odgovarati mjerodavnim hrvatskim i europskim normama, tehničkim zahtjevima i posebnim tehničkim uvjetima iz projekta.

Predgotovljeni betonski elementi moraju biti izrađeni prema uvjetima iz projekta, odgovarajućim propisima za predgotovljene elemente i odredbama ovih OTU-a.

Materijali i proizvodnja čeličnih pilota trebaju zadovoljiti zahtjeve TPČK, HRN EN 1993-5 i pripadajuće norme.

Betonski čelik za eventualna armiranja treba zadovoljiti zahtjeve TPBK.

Materijali, proizvodnja i rukovanje drvenim pilotima trebaju zadovoljiti TPDK, HRN EN 1995 i pripadajuće norme.

Proizvodi od lijevanog željeza trebaju zadovoljiti specifikacije proizvođača te odgovarajuće propise i certifikate za građevne proizvode.

Zaštitni premazi, boje ili košuljice (plaštevci) te druge mjere za zaštitu od korozije ili agresivnih sredina trebaju zadovoljiti specifikacije iz projekta, trebaju se izvoditi prema uputama proizvođača te, prema prilici, zadovoljiti odgovarajuće propise i certifikate za građevne proizvode.

Zahtjevi kakvoće

Prije početka izvedbe izvođač mora predati izvedbeni projekt ili plan izvedbe koji sadrži opis opreme, način ugradnje i kontrole ugradnje, redosljed izvedbe te ocjenu utjecaja izvedbe na već izvedene pilote ili okolne konstrukcije. Ovu dokumentaciju trebaju odobriti projektant i nadzor. Ukoliko nije propisano geotehničkim projektom, ovim izvedbenim projektom mogu se definirati uvjeti i kriteriji prihvaćanja, preuzimanja i obračuna izvođenja pilota.

Prilikom ugradnje prati se tijekom izvedbe prema specifikacijama ili posebnim tehničkim uvjetima iz geotehničkog projekta i izvedbenog projekta (plana izvedbe). Praćenje se obavlja i instrumentima, a zapisi praćenja svakog pilota čuvaju se na gradilištu do završetka radova, a naknadno prema dogovoru ili se prilažu dokumentaciji o izvedenom stanju.

Rezultati praćenja izvedbe, npr. kod zabijanja pilota (broj udaraca malja za postizanje specificiranog pomaka), ukazuju na sastav temeljnog tla kroz koji se tijekom izvedbe prolazi te predstavljaju kriterij za određivanje završnih dubina ili devijacija od prognoznog geotehničkog profila. Kriteriji završetka izvedbe ili potrebnih aktivnosti u slučaju nesuglasja s očekivanjima određuju se geotehničkim projektom ili odobrenim izvedbenim projektom.

Prilikom izvedbe prati se i zapisuje stanje prethodno izvedenih pilota, susjednih građevina osjetljivih na vibracije ili potencijalno nestabilnih kosina.

Način preuzimanja radova

Prije početka radova potrebno je geodetsko pozicioniranje pilota. Nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku s točnim pozicijama izvedenih pilota (za dokumentaciju o izvedenom stanju - "as built" dokumentaciju).

Prije početka radova i tijekom radova nadzorni inženjer kontrolira radove, preuzima svaku fazu radova o čemu vodi evidenciju.

Popis potrebnih zapisa praćenja izvedbe i stanja prethodno izvedenih pilota ili susjednih građevina za različite tehnologije izvedbe pilota s razmicanjem tla nalaze se u navedenoj normi HRN EN 12699 (Piloti s razmicanjem tla).

Kriteriji završetka izvedbe (dosizanja potrebne dubine) ili postupanja u slučaju devijacija u tlu, kao i kriteriji priznavanja izvedenog pilota, te obveza izvođača propisuju se posebnim tehničkim uvjetima u geotehničkom projektu ili odobrenom izvedbenom projektu. Ovim dokumentima određuje se i način i učestalost instrumentiranog praćenja izvedbe.

Nadzor preuzima pilot uvažavajući kriterije iz geotehničkog i izvedbenog projekta te rezultate praćenja neposredne izvedbe.

Nakon završetka svih radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova te usklađenost s projektom.

Obračun radova

- priprema i raspreda gradilišta, obračun paušalan;
- generalni transport opreme, pribora i ljudstva. Izrada radnog platoa, obračun paušalan;
- obračun pilota se u pravilu obavlja po dužnom metru pilota uz kriterije specificirane geotehničkim i izvedbenim projektom odobrenim od projektanta i nadzora.

12-01.6 ZABIJANJE DRVENIH PILOTA

Općenito

Drveni piloti koriste se u izvedbi regulacijskih građevina, primjerice pregrada i Wolfovih odboja.

Radovi na izradi građevina u kojima se koriste drveni piloti moraju se izvoditi u skladu s projektnom dokumentacijom, tehničkim propisima i normama te uvjetima iz ostalih točaka ovih Općih tehničkih uvjeta, te važećih propisa i normi.

Opis radova

Rad obuhvaća dobavu gotovih drvenih pilota (stupova) ili njihovu pripremu na gradilištu te dopremu pilota na lokaciju zabijanja i zabijanje. Razmak pilota treba biti predviđen projektom, a preporuča se da je 2,5 m duž regulacijske crte. Kod dvorednih odboja preporuča se da drugi red pilota bude na razmaku 3 m od primarnog (glavnog) reda.

Materijal

Materijal za izradu drvenih pilota (stupova) ravni su trupci od tvrdog drveta, najbolje hrastovog, kakvoće prema projektu, propisima i normama. Dužina trupaca treba biti jednaka ili veća od projektirane ukupne dužine pilota, a debljina treba biti što ujednačenija. Za pilote Wolfovih odboja koriste se trupci debljine 10 - 20 cm na tanjem kraju i 20 - 25 cm na debljem kraju. Piloti se režu na projektiranu dužinu. Jedan kraj se zašilji i po potrebi okuje, ovisno o karakteristikama dna korita gdje će se zabijati. Za okivanje zašiljenog dijela pilota

upotrebljava se poseban čelični okov za pilote s čeličnim šiljkom. Prema potrebi, okiva se i glava pilota po obodu da ne dođe do raspadanja ("cvjetanja") drva prilikom zabijanja.

Osim pripremljenih pilota, za njihovo zabijanje potrebna su plovila za dopremu do lokacije zabijanja te posebna plovna mehanizacija za zabijanje pilota u koritu vodotoka. Uz to, potrebni su i manji čamci s izvanbrodskim motorom za prijevoz radnika do lokacije zabijanja.

Opis izvođenja radova

Zabijanje pilota se izvodi strojno, zabijačem (makarom) koji se nalazi na plovnom objektu.

Plovnim se objektom sa zabijačem doplovi do mjesta zabijanja pilota gdje se usidri. Pilot se uz pomoć plovila također dopremi do mjesta zabijanja gdje se postavi u vodilicu za održavanje pravca zabijanja. Pritom se geodetski precizno pozicionira pilot na mjesto zabijanja, preko dvije čvrste poligone točke stabilizirane na obali i vezane na čvrsti geodetski reper. Nakon toga se izvodi zabijanje pilota do dubine predviđene projektom.

Preporuča se da dubina zabijanja pilota za Wolfove lese iznosi 1/2 do 2/3 ukupne duljine pilota.

Zahtjevi kakvoće

Za izradu Wolfovih odboja zahtijevaju se zdravi piloti od tvrdog drveta, najbolje hrastovog, što se provjerava vizualno i to treba obaviti iskusan tesar.

Zahtijevana točnost pozicioniranja pilota na projektirano mjesto zabijanja treba biti propisana u projektu obaloutvrde. Ostvarena se pozicija kontrolira geodetski prije i poslije zabijanja.

Ako u projektu nije drugačije određeno, zahtijeva se točnost pozicioniranja od ± 10 cm.

Potrebna dubina zabijanja također treba biti propisana u projektu. Budući da u konstrukciji Wolfovih odboja piloti preuzimaju horizontalne sile (pritisak vodnog toka na zavjesu od fašina prenosi se na pilote, udari plivajućih predmeta i leda), tj. nose kao konzola, to projektom propisanu dubinu zabijanja pilota treba svakako postići.

Ako zahtijevana točnost pozicioniranja pilota (provjerom nakon pobijanja) nije dostignuta, ili ako propisanu dubinu zabijanja nije moguće ostvariti zbog nailaska pilota na stijensku masu, potrebno je najprije projektno riješiti nastali problem, a onda po tom rješenju treba postupiti.

Potrebna dubina pobijanja i visinsko pozicioniranje glave pilota ispituje se geodetski, niveliranjem sa stalnih poligonih točaka, vezano na čvrsti reper.

Obračun radova

Rad se obračunava po dužinskom metru zabijenih pilota s jediničnom cijenom koja obuhvaća dobavu, zabijanje i kontrolu pozicioniranja pilota.

12-02 RADOVI NA POBOLJŠANJU TLA**12-02.0 OPĆENITO**

Poboljšanja tla se provode radi povećanja mjerodavnih mehaničkih svojstava slabo nosivog prirodnog temeljnog tla (čvrstoća i krutost) tzv. "ojačanja tla", ili radi postizanja povoljnih lokalnih hidrauličkih uvjeta u temeljnom tlu (povećanje propusnosti-drenovi, brtvljenje-nepropusne zavjese, barijere).

Uključuju više postupaka koji se načelno mogu grupirati kako slijedi:

- **fizičke modifikacije i stabilizacija: povećanje gustoće** (dinamičko nabijanje teškom opremom, miniranje, vibronabijanje i vibrozamjena, zbijeni pješčani ili šljunčani piloti (drenovi), stupovi od kamena);
- **kemijske modifikacije i stabilizacija** (stupovi od vapna i cementa, dubinsko miješanje, injektiranje tla, mlazno injektiranje);
- **armiranje tla** (poboljšanje umetanjem građevinskih elemenata ili proizvoda u tlo – geosintetici, fašine, mikropiloti, sidra, "čavljanje tla").

Tehnička svojstva poboljšanog tla, zahtjevi za projektiranje, izvođenje radova, uporabljivost, održavanje i drugi zahtjevi, te tehnička svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode namijenjene korištenju prilikom poboljšanja tla propisani su u nizu normi HRN EN 1997, uključivo pripadni Nacionalni dodatak te drugim normama na koje norme navedenog niza upućuju.

Poboljšanje tla se može predvidjeti kao privremeni zahvat ili mjera (npr. vertikalni drenovi za ubrzanje konsolidacije, snižavanje razine podzemne vode ili smrzavanje tla) ili kao trajno tehničko rješenje ili mjera (npr. armirano ili čavljano tlo, šljunčani piloti, injekcijske zavjese i konsolidacijsko injektiranje).

Osnovni razlozi za radove poboljšanja tla su:

- povećanje nosivosti tla;
- smanjenje ukupnih i diferencijalnih slijeganja;
- ubrzanje slijeganja;
- smanjenje propusnosti tla i stijena;
- smanjenje potencijala likvefakcije u jednoliko graduiranim pijescima pod vodom;
- isušivanje tla;
- povećanje posmične čvrstoće tla i stijena i povećanje stabilnosti na klizanje;
- povećanje otpornosti na eroziju.

Podloga za projekt ojačanja tla su rezultati provedenih geotehničkih istražnih radova. Ovisno o traženim zahtjevima i željenim efektima poboljšanja tla, geotehničkim projektom (usklađenim s projektnim kriterijima drugih uključenih građevina ili zahvata) se određuju i dokazuju potrebne dimenzije, kriteriji i metoda poboljšanja tla.

Kontrola uspješnosti

Kontrola uspješnosti poboljšanja tla provodi se ispitivanjem mjerodavnih karakteristika tla i usporedbom podataka dobivenih prije i nakon zahvata. Potrebno je izvršiti istovjetna ispitivanja na istim lokacijama kako bi se rezultati mogli usporediti i donijeti zaključak o uspješnosti poboljšanja.

Mogu se koristiti sljedeće metode ispitivanja tla:

- ispitivanja probnim opterećenjem, pločom ili slično (Load test);

- ispitivanja presiometrom (PMT) ;
- ispitivanja dilatometrom (DMT) ;
- standardni penetracijski test u bušotinama (SPT) ;
- ispitivanje statičkom penetracijom s mjerenjem pornog tlaka (CPTU) ;
- ostali tipovi penetracijskih pokusa;
- geofizička ispitivanja.

Učestalost kontrole propisuje se geotehničkim projektom, ali načelno je potrebno izvršiti minimalno tri ispitivanja na svakih 2000 m³ (radi ocjene srednje vrijednosti).

Kontrola uspješnosti također se provodi i praćenjem pomaka tla prilikom izgradnje građevina. Kako bi se mogli pratiti pomaci (slijeganje temeljnog tla u vremenu) potrebno je ugraditi odgovarajuću mjernu opremu (geodetski reperi, deformetri, horizontalni inklinometri, vertikalni inklinometri) i sustavno vršiti mjerenja.

Vrsta i opseg primijenjenih instrumenata za opažanje ovisi o karakteru problema, uvjetima u tlu i očekivanim pokazateljima te njihovoj pouzdanosti. Plan i program mjerenja određuje se projektom.

12-02.1 POBOLJŠANJE (OJAČANJE) TLA VIBRACIJSKIM TEHNIKAMA

Općenito

Zbijanje tla se načelno obavlja kao površinsko zbijanje (valjanje, udarne tehnike) ili dubinsko zbijanje (vibrozbijanje, šljunčani piloti).

Vibriranje se koristi za zbijanje temeljnog tla i nasipa. Nije primjenjivo u stijenama. Tehnike dubinskog poboljšanja (ojačanja) tla vibracijom:

- vibro-zbijanje (vibro-compaction),
- šljunčani piloti - stupovi (vibro stone columns).

Informacije i geotehnička istraživanja za potrebe ovih metoda poboljšanja tla, materijali i proizvodi, područje obuhvata, izvedbeni aspekti i redoslijed radova, zahtjevi za nadzor, praćenje i dokumentiranje izvedbe navedeni su u normi HRN EN 14731 (Poboljšanje tla dubinskim vibriranjem).

12-02.1.1 Vibro-zbijanje (vibro-compaction)

Općenito

Vibro-zbijanje je tehnika kojom se povećava gustoća tla uporabom teškog, dubinskog vibracijskog uređaja koji se utiskuje u tlo uz pomoć komprimiranog zraka ili mlaza vode. Ova tehnika je pogodna za rahle pijeske, šljunke i donekle prahovite pijeske.

Primjena. Postupak se često primjenjuje za smanjenje rizika likvefakcije u pijescima. Uobičajene dubine zahvata su do 30 m. Postupak nije efikasan u tlima koja sadrže finije čestice, prahovitu i glinovitu komponentu više od 20%. Razmak vibrobušotina može se odrediti prema empirijskim grafikonima.

Način djelovanja. Vibracijski uređaj unosi u tlo pretežno horizontalne vibracije koje savladavaju trenje među česticama tla te omogućuju njegovu pokretljivost i premještanje u stabilniji položaj. Tlo se uslijed toga sliježe u stanje veće relativne gustoće. Ključ

uspješnog zbijanja je slobodno dreniranje sloja, potrebna je vodopropusnost 10^{-5} m/s ili veća.

Posebnim tehničkim uvjetima i specifikacijama za izvedbu radova određuju se kriteriji i zahtjevi kakvoće te kontrole izvedbe.

Opis izvođenja radova

Uređaj se sastoji od vibracijske jedinice, nastavaka i glave za dizanje. Izvor vibracija je ekscentrični uteg. Frekvencije vibriranja su 30 Hz - 50 Hz i daju amplitude 5-10 mm. Prodiranju uređaja u tlo potpomaže uporaba komprimiranog zraka ili mlaza vode. Zbijanje tla se postiže tijekom podizanja vibracijskog uređaja u koracima po 30 cm uz potrebno vremensko zadržavanje. Potreban razmak vibrobušotina je 1,8-3,0 m u trokutastom ili kvadratnom rasporedu.

Obračun radova

Obračun radova se vrši prema površini poboljšanog tla (m^2).

12-02.1.2 Šljunčani piloti (stupovi)

Općenito

Izvedba šljunčanih pilota (dubinsko vibracijsko punjenje) predstavlja metodu poboljšanja mehaničkih karakteristika temeljnog tla i za poboljšanje uvjeta dreniranja.

Ugradnjom kamenog materijala (šljunka ili drobljenog kamena) poboljšavaju se mehanička svojstva temeljnog tla (ukupni parametri čvrstoće i prosječni modul stišljivosti tla).

Šljunčani piloti ujedno djeluju i kao vertikalni drenovi u tlu omogućavajući poroj vodi da teče vodoravno (radijalno) prema najbližem drenu/šljunčanom pilotu (vodoravni put dreniranja je najkraći put i iznosi do polovice osnog razmaka između pojedinih drenova) te brzu evakuaciju vode iz tla. Dreniranjem se smanjuju porni tlakovi u tlu, a time tlo dolazi u drenirano stanje što pozitivno djeluje na stabilnost.

Način djelovanja i uporaba šljunčanih pilota

Šljunčani piloti imaju ulogu poboljšanja mehaničkih karakteristika tla (povećanje nosivosti i smanjenje slijeganja) jer se određeni volumen tla zamjenjuje kamenim materijalom (šljunkom ili drobljenim kamenom) boljih mehaničkih karakteristika. Uloga šljunčanih pilota je i ubrzanje konsolidacije koherentnog tla do razine gdje su naknadna slijeganja u prihvatljivom iznosu, tj. nemaju negativan utjecaj na nasip ili konstrukciju (vrijeme konsolidacije se može smanjiti od nekoliko godina ili desetaka godina na nekoliko mjeseci, ovisno o karakteristikama propusnosti tla i rasporeda drenova), tj. djeluju kao vertikalni drenovi. Ovi piloti se izvode uz razmicanje tla (bez prethodnog bušenja) što ima dodatni efekt povećanja horizontalnih naprežanja u tlu.

Poseban tip su šljunčani piloti u membrani od tkanog geotekstila (GEC-geotextile encased-columns). Geotekstil sprječava „rasipanje“ šljunka u slabonosivo tlo, tj. osigurava bočno pridržanje. Također omogućava gušće zbijanje šljunka, tj. povećanje prosječnog modula zbijenosti tla. Osim toga sprječava ulazak sitnih čestica u šljunak, a time i smanjenje vodopropusnosti te sprječava smanjenje prosječne čvrstoće šljunka (koje bi se dogodilo da se sitne čestice natalože između zrna šljunka).

Šljunčani piloti se koriste kada je potrebno:

- smanjiti slijeganje temeljnog tla ispod temelja objekta ili nasipa;

- poboljšati mehaničke karakteristike (parametre čvrstoće i stišljivosti) temeljnog tla;
- ubrzati slijeganja tla ispod nasipa ili temelja objekta;
- smanjiti rizik od pojave likvefakcije uslijed seizmičkih djelovanja;
- stabilizirati potencijalno nestabilne pokose.

Uspješnost poboljšanja tla šljunčanim pilotima ovisi o:

- geotehničkim uvjetima u tlu;
- relativnoj gustoći tla;
- stupnju saturacije tla (zasićenosti pora vodom);
- vodopropusnosti tla.

Ugrađuju se u trokutnom ili pravokutnom rasporedu na osnovnom razmaku danom u odgovarajućem projektu. Dubina ugradnje je uvjetovana sastavom i karakteristikama tla i karakteristikama mehanizacije i iznosi do 17 m.

Kvaliteta provedenog poboljšanja ovisi o karakteristikama tla, upotrijebljenoj opremi i postupku ugradnje. Standardno se izrađuju piloti promjera 60-80 cm.

Tablica 12-02.1-1. Ovisnost stupnja uspješnosti poboljšanja o vrsti tla

Vrsta tla	Efikasnost zahvata
pijesci	odlična
prahoviti pijesci	odlična
prahovi	dobra
gline	nezatna do dobra
jalovina iz kamenoloma	odlična – ovisno o granulaciji
deponije materijala	dobra

Način izvedbe šljunčanih pilota

Šljunčani piloti se ugrađuju metodom dubinskog vibracijskog punjenja (deep vibro replacement) pri čemu se utiskivanjem kamenog materijala u mekše tlo stvaraju novi nosivi i vrlo propusni volumeni u obliku pilota, tj. bočno istisnuti volumen koherentnog tla loših mehaničkih karakteristika nadomještava se zbijenim kamenim materijalom.

Pod kamenitim materijalima razumijevaju se materijali dobiveni miniranjem, kamene drobine i šljunci, tj. materijali koji praktički nisu osjetljivi na prisutnost vode (materijali iskopne kategorije "A" i dio materijala iskopne kategorije "C").

Granulacija materijala treba biti 4-64 mm.

Redoslijed izvedbe:

- skidanje humusnog pokrova (prema potrebi);
- izvedba šljunčanog ili kamenog radnog platoa na uređenoj površini terena. Najčešće se na površinu osnovnog terena postavlja geotekstil primjerenih svojstava, a nakon toga sloj kamenog materijala $d=30-50$ cm ugrađen uz zbijanje do $M_s > 30$ MPa (prema potrebi). Ovaj sloj omogućava pristup i kretanje mehanizacije, a ujedno služi kao drenažni sloj;

- s takvog radnog platoa izvodi se strojno utiskivanje vibratora do projektirane dubine. Vibrator istiskuje okolno tlo uz pomoć tlaka vode ili zraka. Sila utiskivanja i parametri vibriranja ovise o mehaničkim karakteristikama tla i dubini ugradnje;
- ugradnja šljunka ili drobljenog kamenog materijala u slojevima 30-50 cm do očekivane zbijenosti uz vibriranje i izvlačenje kolone. Postizanje zbijenosti ugrađenog materijala po dubini provjerava se tijekom izvedbe praćenjem odgovarajućih parametara izvedbe i rada stroja npr. potrošnje energije.

Šljunčani piloti se, prema potrebi, mogu izvoditi i s više kote od projektom predviđene. U ovom slučaju se nakon izvedbe iskop produbljuje do konačne kote.

Zahtjevi kakvoće

Za potrebe kontinuiranog nadzora tijekom izvedbe svakog pilota projektom se određuje plan nadzora s identifikacijom kritičnih parametara izvedbe i rada stroja u skladu s navedenom normom.

Kontrola uspješnosti poboljšanja tla provodi se:

- neposredno - ispitivanjem probnim opterećenjem (npr. ispitnim nasipom), pločom ili slično u velikom mjerilu, tj. na površini ili zoni koja obuhvaća više šljunčanih pilota i tlo između njih. Kad se provode na primjerenoj površini, u inkrementima i tijekom odgovarajućeg perioda, ova ispitivanja predstavljaju neposredno mjerenje parametara koji određuju ponašanje poboljšane mase tla.
 - ispitivanje pojedinih šljunčanih pilota probnom pločom položenom koncentrično na pilot, opterećenom u inkrementima te mjerenjem slijeganja ploče u odnosu na referentnu gredu;
- posredno - ispitivanjem mehaničkih karakteristika tla i usporedbom podataka dobivenih prije i nakon zahvata. Potrebno je izvršiti istovjetna ispitivanja na istim lokacijama (u tlu između pilota) kako bi se rezultati mogli usporediti i donijeti zaključak o uspješnosti poboljšanja.

Pri tom treba izabrati postupke koji su prikladni za pojedine uvjete tla i primjenu postupka poboljšanja jer sama usporedba rezultata in-situ pokusa prije i nakon poboljšanja ne mora pokazati neposredne učinke poboljšanja. Obično su rezultati provjera uspješniji u nekoherentnim tlima dok u glinama praktički ne daju primjerene odgovore o kakvoći poboljšanja. Također, obično su bolji pokazatelji iz ispitivanja koja mjere horizontalna svojstva tla (presiometar, dilatometar).

Načelno se mogu koristiti sljedeće metode ispitivanja tla:

- presiometarska ispitivanja (PMT);
- dilatometarska ispitivanja (DMT);
- standardni penetracijski test u bušotinama (SPT);
- ispitivanje statičkom penetracijom (CPT);
- geofizička ispitivanja.

Potrebno je izvršiti minimalno jedno ispitivanje na svakih 2000 m².

- naknadno, praćenjem mjerodavnih pomaka tijekom i nakon izvedbe građevina

Obračun radova

Rad na izvedbi i ugradnji šljunčanih pilota mjeri se i obračunava u metrima dužnim (m¹) izvedenog i ugrađenog pilota. Plaća se po jediničnoj cijeni iz ugovora, a u jediničnu cijenu ugrađenog šljunčanog pilota ulazi dobava materijala, sav materijal, ugradnja i svi

dodatni prijevozi i radovi potrebni za izvedbu i ugradnju šljunčanih pilota prema specifikacijama iz projekta.

12-02.2 POBOLJŠANJE TLA UDARNIM POSTUPCIMA

Udarne tehnike poboljšanja (ojačanja) tla koriste se za zbijanje temeljnog tla i nasipa. Provode se s površine terena ili u dubini. Nisu primjenjive u stijenama.

Tehnike ojačanja tla udarnim postupcima:

- s površine terena:

- dinamičko zbijanje (dynamic compaction ili heavy tamping);
- brzo udarno zbijanje (rapid impact compaction);

- u dubini tla

- piloti za zbijanje tla (compaction piles);
- zbijanje miniranjem (blasting).

Posebnim tehničkim uvjetima i specifikacijama izvedbe ili specijaliziranih izvođača određuju se postupci izvedbe, kriteriji i zahtjevi kakvoće te kontrole izvedbe.

12.02-3 OJAČANJE TLA PREDOPTEREĆENJEM ILI POVEĆANJEM EFEKTIVNIH NAPREZANJA U TLU

Opis radova

Povećanje opterećenja na tlo uzrokuje slijeganje tla. Iznos slijeganja i dužina trajanja dok se ono ostvari ovisi o karakteristikama propusnosti tla, stupnju saturacije i putovima dreniranja.

Tehnologije izvođenja radova:

- a) predopterećenje tla,
- b) ugradnja vertikalnih drenova,
- c) predopterećenje tla pomoću vakuma,
- d) isušivanje tla.

Informacije i geotehnička istraživanja za potrebe ovih metoda s aspekta uspravnih drenaža, materijali i proizvodi, područje obuhvata, izvedbeni aspekti i redosljed radova, zahtjevi za nadzor, praćenje i dokumentiranje izvedbe navedeni su u normi HRN EN 15237 (Vertikalne drenaže).

a) Predopterećenje tla

Predopterećenje tla je ciljano opterećivanje tla prije postavljanja konstrukcije (nasip ili objekt). Intenzitet opterećenja može biti manji, jednak ili veći od konačnog opterećenja, ovisno o željenom učinku. Primarni cilj predopterećenja je ostvarenje prethodnih slijeganja tla kako bi se postiglo smanjenje ili eliminiranje preostalih slijeganja naknadno izvedene konstrukcije. Vremensko trajanje predopterećenja određuje se geotehničkim projektom i usklađuje se s ocjenom stanja u tlu mjerenjem ostvarenih slijeganja i (ili) razvoja pornih pritisaka tijekom predopterećivanja tla.

Predopterećenje se često kombinira s ugradnjom drenova, posebice predgotovljenih vertikalnih drenova.

Kontrola slijeganja

Kako bi se moglo pratiti slijeganje temeljnog tla u vremenu potrebno je ugraditi odgovarajuću mjernu opremu (geodetski reperi, deformetri, horizontalno postavljeni

inklinometri, točkasti piezometri) i sustavno vršiti mjerenja. Plan i program mjerenja se definira u projektu.

Obračun radova

Rad na predopterećenju obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima (m^3) ugrađenog i zbijenog materijala za predopterećenje. Nema troškova osim vremenskog zastoja u radu.

b) Vertikalni predgotovljeni drenovi

Vertikalni drenovi se koriste za ubrzanje konsolidacije stišljivih koherentnih tala zasićenih vodom (gline, prahovi, organska tla) kod kojih prilikom opterećenja nasipom ili temeljem objekta dolazi do dugotrajnih slijeganja temeljnog tla. Ovakvim se sustavom dreniranja omogućava pornoj vodi da teče vodoravno (radijalno) prema najbližem drenu (vodoravni put dreniranja je najkraći put i iznosi do polovice osnog razmaka između pojedinih drenova) te brzu evakuaciju vode iz tla. Dreniranjem se smanjuju porni tlakovi u tlu, a time tlo dolazi u drenirano stanje što pozitivno djeluje na stabilnost.

Na tržištu postoje razni tipovi predgotovljenih (proizvedenih) drenova sličnih karakteristika i funkcije. Opisat će se vertikalni drenovi od polipropilena, tzv. wick-drenovi.

Način ugradnje drenova

Drenovi se ugrađuju u tlo uz pomoć čelične ovojnice za ugradnju. Ova ovojnica (cijev) je malih dimenzija, neznatno većih od samog drena, zbog lakšeg prodiranja u tlo i da bi se što manje poremetilo tlo oko drena.

Postoje dvije vrste strojeva za ugradnju drenova:

- strojevi koji statički uguravaju ovojnici s drenom u tlo;
- strojevi koji uvibriraju cijev s drenom u tlo – ne preporučuje se zbog mogućnosti oštećenja drena prilikom ugradnje.

Drenovi se ugrađuju u trokutnom ili pravokutnom rasporedu na osnovom razmaku danom odgovarajućim projektom. Drenovi se mogu ugrađivati do velikih dubina (i do 65 m) ovisno o sastavu tla i karakteristikama opreme za ugradnju.

Treba izbjegavati naknadni iskop ispod kote s koje se izvode drenovi. Iskustva pokazuju da se ovim postupkom oštećuje i čupa veliki broj drenova (preko 30 %).

Ugradnja drenova statičkim utiskivanjem:

- skidanje humusnog pokrova (prema potrebi), tj. prema uputama iz projekta;
- izvedba drenažnog sloja $d=30-50$ cm od kamenog materijala i ugradnja uz zbijanje do $M_s > 30$ MPa;
- montiranje role na koju je namotan dren i uvlačenje drena u zaštitnu ovojnici;
- strojno utiskivanje zaštitne ovojnice s drenom u tlo. Sila utiskivanja ovisi o mehaničkim karakteristikama tla i dubini ugradnje drenova;
- izvlačenje zaštitne ovojnice;
- rezanje drena i prelazak na ugradnju sljedećeg drena.

Zahtjevi za drenove i kontrola kvalitete proizvoda

U smislu osiguranja kakvoće trebaju se od strane ovlaštenog tijela provoditi sljedeća, ili ekvivalentna, ispitivanja:

- maksimalna vlačna sila drena (kN) prema EN/ISO 10319;

- otpor dinamičkom utiskivanju drena prema EN 918;
- indeks propusnosti filtera drena (v_{h50}) (mm/s) prema EN/ISO 11058;
- djelotvorna veličina otvora drena (O_{90}) (μm) prema EN/ISO 12956);
- ravninski kapacitet protoka (l/ms) prema EN/ISO 1295;
- trajnost (godina) prema EN 13252.

Predgotovljeni vertikalni drenovi svrstavaju se u sustav potvrđivanja kvalitete 2+.
Prilaže se tehnički list s navedenim svojstvima, a osim toga treba dodati i podatke o:

- proizvodu;
- proizvođaču/prodavaču;
- postupku proizvodnje i sirovinama;
- količinu i datum isporuke.

Obračun radova

Rad na ugradnji vertikalnih drenova obračunava se u dužnim metrima (m) stvarno ugrađenih drenova.

c) Predopterećenje tla pomoću vakuuma

Ovim postupkom koristi se atmosferski tlak na pokrivenoj površini tla kao zamjena za predopterećenje npr. dodatnim nasipom. Usisavanjem ispod zabrtvljene prekrivke stvara se potlak u tlu, a time se smanjuje tlak pornog fluida (porni tlak) i povećava efektivno naprezanje, uz ista totalna naprezanja.

Postupak je ograničen realnim postignućem potlaka.

Efektivna se naprezanja u tlu povećavaju pomoću vakuumskih pumpi i nepropusne membrane. Imaju isti učinak kao i predopterećenje teretom. Korištenjem atmosferskog tlaka totalna naprezanja u tlu ostaju nepromijenjena, a efektivna se povećavaju pa dolazi do vertikalnog dreniranja tla, tj. do područja manjeg tlaka. Sve ostalo vrijedi kao i za *a*).

Često se kombinira s vertikalnim drenovima.

Način ugradnje i rada

Nepropusna se membrana postavlja na pješčani ili šljunčani filter debljine 15-50 cm i zabrtvi na rubovima. Zatim se pomoću vakumske pumpe isisava zrak iz filtra i podzemna voda iz tla. Gornja granica tlaka koji se koristi je 60-80 kPa.

Za efikasnije postizanje potlaka u temeljnom tlu često se koriste i vertikalni uski kanali.

Oprema koja se koristi:

- vakumska pumpa,
- nepropusna membrana,
- brtva na rubovima.

Kontrola slijeganja

Jedina moguća kontrola je provjera je li cijela površina pod vakuumom i utječe li na tlo do potrebne dubine.

Kako bi se moglo pratiti slijeganje temeljnog tla u vremenu, potrebno je ugraditi odgovarajuću mjernu opremu (geodetski reperi, deformetri, horizontalno postavljene inklinometri) i sustavno vršiti mjerenja. Plan i program mjerenja definira se u projektu.

d) Isušivanje tla

Isušivanje tla je uklanjanje vode iz tla. Može se postići pumpanjem vode iz zdenaca, a u sitnozrnim tlu i pomoću vakuma i elektroosmoze.

Uklanjanje vode iz pora tla rezultira povećanjem efektivnih naprezanja u tlu dok totalna naprezanja ostaju nepromijenjena. Posljedično dolazi do primarne konsolidacije tla.

12.02.4 OJAČANJE TLA UMETANJEM VLAČNIH ELEMENATA (ARMIRANJE TLA)**Općenito**

"Armiranje" tla (soil reinforcement) čine postupci kojima se u sraslo tlo ili zemljani nasip (nasipni materijal) ulažu dodatni elementi (proizvodi) koji u interakciji s okolnim tлом ili nasipom stvaraju potpurnu ili temeljnu konstrukciju od ojačanog zemljanog materijala.

Najčešće primjenjivane tehnike su:

- "armirano tlo" (ojačani nasip),
- čavvano tlo,
- mikropiloti.

Informacije i geotehnička istraživanja za potrebe ovih metoda ojačanja tla, materijali i proizvodi, područje obuhvata, izvedbeni aspekti i redoslijed radova, zahtjevi za nadzor, praćenje i dokumentiranje izvedbe navedeni su u normama HRN EN 14475 (Ojačani nasip), HRN EN 14490 (Čavvano tlo) i HRN EN 14199 (Mikropiloti)

12-02.4.1 "Armirano tlo" (ojačani nasip)**Općenito**

Armirano tlo je kompozitna konstrukcija od nasipa ugrađenog i zbijenog u slojevima (prema Poglavlju 2 ovih OTU-a) i vlačnih nosivih elemenata - "armature" (metalne trake ili mreže, geomreže, geosintetici, ili sl.) koji se ugrađuju između slojeva nasipa. Nosivost i stabilnost armiranog tla ovisi o interakciji između slojeva tla i nosivih vlačnih elemenata. Pokosi nasipa se mogu izvoditi pod blažim nagibom (1:2 -1:1) i vrlo strmim nagibom (2:1 – vertikalno) uz obložne elemente (gabioni, betonski paneli i sl.).

Poznate konstrukcije od armiranog tla su terra mesh i terre armee sustavi, Tensar zidovi i sl. Koristi se za izradu zidova, nasipa sa strmim pokosima, nasipa na slabom nosivom tlu, kod prometnica bez zastora.

Svi se sustavi ugrađuju prema uputama proizvođača i uputama iz projekta.

Način djelovanja

Interakcijom tla i "armature" posmično naprezanje u tlu trenjem stvara vlačnu silu u "armaturi" koja povratno u tlu izaziva horizontalna naprezanja čime se povećava čvrstoća i krutost tla te smanjuju deformacije u tlu.

Primjena

Armirano tlo je kombinacija odgovarajućeg zemljanog nasipa s nekoliko slojeva vlačnih elemenata koji su položeni na zbijeni nasip. Ova se tehnika primjenjuje za: vertikalne zidove i upornjake, strme pokose i nasipe, nasipe na mekanim tlima, sanaciju klizišta.

Vlačni elementi mogu biti metalne trake, geotekstil, različiti tipovi geomreža. Kod strmih pokosa ili armiranih nasipa koji na prednjoj, zračnoj strani završavaju vertikalnim ili jako strmim nagibom, površinski dio armiranog tla (tzv. facing, lice, "fasada", pročelje) može se obložiti na primjer betonskim panelima, gabionima, hidrosjetrovom.

Vertikalni razmak slojeva s vlačnim elementima je 30-75 cm.

Prednosti armiranog tla su sljedeće:

- potrebne su manje količine zemljanog nasipa;
- strmiji nagibi zauzimaju manje prostora;
- armirano tlo može biti izravno na mekanom tlu;
- vlačni elementi se postavljaju u zemljani nasip u sklopu izvedbe slojeva zbijanjem, tj. ojačanje nije odvojena operacija, nego dio procesa izgradnje zemljanih nasipa.

Kod armiranog tla trebaju se pojaviti deformacije zemljanog nasipa kako bi se aktivirali vlačni elementi. Kod mekih tala potrebno je obratiti pozornost na to da se vlačni elementi ne optereće više od njihove projektne vlačne nosivosti. Projektna nosivost (projektna vlačna sila) računa se preko parcijalnih koeficijenata koji uzimaju u obzir uvjete okoliša i uvjete izvedbe.

Postoje određene sumnje u trajnost armiranog tla zbog utjecaja temperature i vremena na vlačne elemente. Kod trajnih konstrukcija potrebno je obratiti pozornost na eroziju i dreniranje nasipa.

Proračun

Kod zidova od armiranog tla potrebno je provjeriti vanjsku i unutarnju stabilnost. Vanjska stabilnost uključuje provjeru na prevrtanje, klizanje, nosivost i globalnu stabilnost. Unutarnja stabilnost uključuje provjeru naprežanja u vlačnim elementima, odnosno mogućnost čupanja ili prekida vlačnih elemenata.

Praćenje ponašanja

Praćenje pomaka konstrukcije od armiranog tla može biti provedeno geodetskim praćenjem ili ugradnjom geotehničkih instrumenata za monitoring.

Obračun radova

Obračun radova po volumenu ojačanog nasipa (m^3) ili detaljnijim specifikacijama po projektu.

12-02.4.2 Čavvano tlo

Čavvano tlo je geotehnička konstrukcija u kojoj se ojačanje tla u zoni pokosa postiže izvedbom pasivnih sidara manje pojedinačne nosivosti, ali u većem broju, tj. u gušćem rasteru po površini pokosa. Površina strmih pokosa se ujedno oblaže mlaznim betonom, betonom ili betonskim panelima. Blaži pokosi se oblažu geomrežama.

Način djelovanja

Šipke su pasivno ojačanje, kada dolazi do početnih deformacije pokosa, aktiviraju se u šipki vlačne sile i posmični otpor što se suprotstavlja daljnjem deformiranju pokosa.

Primjena

Dvije su osnovne primjene čavlanog tla:

- potporne konstrukcije. Šipke se ugrađuju gotovo horizontalno;
- stabilizacija pokosa. U šipkama se razvijaju posmični naponi i naprezanja pri savijanju.

Opis izvođenja radova

Šipke se ugrađuju zabijanjem, bušenjem i injektiranjem ili pneumatskim nabijanjem.

Kod metalnih šipaka postoji opasnost od korozije pa je potreban određen stupanj zaštite. Osnovna je razlika u odnosu na sidra broj ugrađenih elemenata, naime ugrađuje se mnogo više elemenata koji su manje opterećeni pa sustav nije osjetljiv na otkazivanje pojedinog elementa.

Treba predvidjeti drenažu iza mlaznog betona, odnosno ako je potrebno i dublje drenove. Razlika u odnosu na sidra je i kontinuirana veza šipka-tlo. To smanjuje sile iz šipke na površini pokosa pa je dovoljna relativno tanka obloga preko površine. Ujedno se kritična ploha sloma pomiče dublje u pokos tako da je rijetko kritično stanje s aktivnim klinom.

Prednost čavlanog tla je da se relativno lako mogu ugraditi dodatne šipke ukoliko dođe do nepoželjnih pomaka čavlane konstrukcije.

Obračun radova

Obračun radova po volumenu ojačanog tla (m^3) ili detaljnijim specifikacijama po projektu.

12-02.4.3 Mikro piloti

Mikro piloti su piloti s promjerom manjim od 30 cm, a često manjim od 25 cm. Uporaba uključuje potporu građevinama blizu podzemnih iskopa, stabilizaciju pokosa i formiranje potpornih zidova.

Način djelovanja

Mikro piloti se ugrađuju u tlo pod raznim kutovima radi ojačanja tla. U prvom redu su tlačni elementi i uobičajeno služe za poboljšanje nosivosti, ali mogu podnijeti posmična naprezanja i u ograničenom opsegu savijanje.

Mikro piloti se mogu ugrađivati do dubine od 30 m i više.

Opis radova

Izvedba uključuje bušenje, ugradnju armaturnog koša i injektiranje.

Monitoring uključuje geodetsko opažanje pomaka ili postavljanje inklinometara.

Obračun radova

Obračun radova po volumenu ojačanog tla (m^3) ili detaljnijim specifikacijama po projektu.

12-02.4.4 Piloti za stabilizaciju klizišta

Ovi piloti se ugrađuju u zonu klizanja kao kruto ojačanje za stabilizaciju daljnjih pomaka. Uglavnom se upotrebljavaju za pokose koji puze, dakle dolazi do stalnog polaganog pomaka, ali ne dolazi do sloma ili stanja granične ravnoteže. Puzanje je 0,1 mm/mjesec do 50 mm/mjesec.

Piloti se izvode uobičajenim tehnologijama, opisanim u Potpoglavlju 12-01.

Obračun radova

U skladu s Potpoglavljem 12-01.

12.-02.5 OJAČANJE TEMELJNOG TLA ISPOD NASIPA

Postupci:

- zamjena temeljnog tla boljim materijalom ili utiskivanje kamenog materijala u temeljno tlo loših mehaničkih karakteristika,
- armiranje tla ispod temelja nasipa,
- poboljšanje tla ispod temelja nasipa dubinskim tehnikama.

12-02.5.1 Iskop lošeg tla i ugradnja zamjenskog materijala

Loše tlo se iskapa i odvozi s gradilišta, zatim se ugrađuje zbijeni nasip boljih svojstava. Nasip koji zamjenjuje iskopano tlo se odabire tako da njegova svojstva zadovoljavaju projekt i kontrolirano se ugrađuje. Uobičajeni je cilj dobiti ojačano, manje stišljivo temeljno tlo.

Primjena

Ukoliko je loše tlo do dubine koja je manja od 6 m, ekonomično može biti izvršiti iskop lošeg tla i ugraditi pijesak, šljunak ili kameni drobljeni materijal. Zamjenski materijal se ugrađuje u slojevima i zbija vibro valjcima.

Problem kod ove metode ojačanja mogu biti troškovi deponiranja iskopanog, lošeg materijala. Vrlo meke gline koje se deponiraju, potrebno je koji put tretirati posebnim metodama (npr. vapnenom stabilizacijom).

Prilikom projektiranja treba odmjeriti troškove ovakvog ojačanja u odnosu na metode koje ostavljaju loše tlo na licu mjesta.

12-02.5.2 Utiskivanje kamenog materijala

Meko tlo se istiskuje masom novog kamenog materijala.

Način djelovanja

Kameni materijal se nasipava, penetrira u mekano tlo i istiskuje ga. Stvaraju se blatni valovi ispred i sa strane kamenog nasipa. Radi napredovanja ugradnje potrebno je uklanjati prednji blatni val.

Primjena

Ova tehnika bi trebala biti ekonomična za meko tlo debljine do 5 m. Metoda utiskivanja kamenog materijala primjenjiva je kod izvedbe nasipa preko laguna te morskih ili jezerskih zaljeva.

Problem može biti potrebni veliki volumen materijala za utiskivanje. Oblik i volumen stvarno utisnutog materijala može biti znatno veći od predviđenog volumena utiskivanja.

Daljnji problemi su:

- velike površine mogu biti poremećene uslijed utjecaja izguvanog tla;
- nasip se može slijegati nakon završetka radova zbog zarobljenog mekog tla ispod ili unutar kamenog materijala;
- uslijed proširenja blatnih valova može doći do utjecaja na susjedne objekte.

Uobičajeno je odrediti način ugradnje na probnim poljima. U svakom slučaju može se očekivati određena veličina slijeganja ili diferencijalnog slijeganja ovako izvedenog nasipa.

Kontrolni postupci

Prilikom ugradnje potrebno je kontrolirati kvalitetu kamenog materijala. Također je potrebno kontrolirati brzinu ugradnje da ne dođe do formiranja nepravilnih blatnih valova ili prekomjernog utiskivanja materijala.

12-02.5.3 Smanjenje opterećenja

U ovom slučaju se ugrađuju lagani nasipi umjesto standardnih zemljanih ili kamenih nasipa. Ugrađuju se klinker, blokovi od ekspaniranog polistirena i slični materijali. Lagani nasipi imaju povećanu stabilnost i manje se sliježu. Zapreminske težine laganih materijala su 0,3-10 kN/m³. Uslijed relativno male zapreminske težine ovakvi nasipi uzrokuju mala slijeganja.

Ekspanirani polistiren treba biti zaštićen od djelovanja hidrokarbonata i motornog ulja s ceste jer pod utjecajem takvih tvari dolazi do ubrzane razgradnje i propadanja materijala.

Visina laganih nasipa se određuje standardnim metodama mehanike tla. Treba imati na umu da se ne dopušta uporaba teških valjaka za zbijanje materijala.

12-02.5.4 Pобољшanje (ojačanje) tla dubinskim miješanjem

Tehnike:

- dubinsko miješanje tla cementnim ili vapnenim mortom (soil mixing);
- cementne i vapnene stabilizacije zemljanog tla.

Informacije i geotehnička istraživanja za potrebe ovih metoda ojačanja tla, materijali i proizvodi, izvedbeni aspekti i redoslijed radova, zahtjevi za nadzor, praćenje i dokumentiranje izvedbe navedeni su u normi HRN EN 14679 (Dubinsko miješanje).

12-02.6 POBOLJŠANJE (OJAČANJE) TLA INJEKTIRANJEM

Opis radova

Injektiranje je kontrolirano ubacivanje materijala (obično injekcijske smjese na bazi cementa) pod tlakom u tlo ili stijenu s ciljem poboljšanja mehaničkih i fizikalnih karakteristika.

Koriste se kod:

- smanjenja propusnosti tla i stijene;
- osiguranja vododržive barijere u tlu i stijeni;
- povećanja čvrstoće tla i stijene;
- popunjavanja šupljina (kaverni);
- popunjavanja šupljina između građevine i podloge (npr. kontaktno injektiranje).

Tehnike:

- injektiranje tla i stijena;
- jet grouting;
- mix – in – place.

Informacije i geotehnička istraživanja za potrebe ovih metoda ojačanja tla, materijali i proizvodi, izvedbeni aspekti i redoslijed radova, zahtjevi za nadzor, praćenje i dokumentiranje izvedbe navedeni su u normama HRN EN 12715 (Injektiranje) i HRN EN 12716 (Mlazno injektiranje).

12-02.6.1 Injektiranje tla i stijena

a) Injekcijske zavjese

Injekcijska se zavjesa koristi za osiguranje uspravne vodonepropusne zavjese u kršu. Mora u cjelini smanjiti propusnost materijala u temelju. Injektirana zona mora biti dovoljno široka da bi znatno utjecala na promjenu strujne mreže.

b) Vezno injektiranje

Veznim se injektiranjem ubrizgava injekcijska smjesa u kontaktnu zonu između iskopane površine i betona građevine koja se na nju oslanja. Svrha je uspostavljanje što bolje veze između konstrukcije građevine i stijene kako bi se one što bolje povezale u jednu konstrukcijsku cjelinu. Obuhvaća samo kontakt stijene i betona i zonu stijene do dubine oko 0,5 – 1,0 m.

Za injektiranje se mogu primijeniti guste smjese. Zadovoljavaju smjese omjera od 0,8v:1c do 1c:2 sitni pijesak i 2% bentonita. Razmak bušotina je uobičajeno 1,5 – 3,0 m.

c) Konsolidacijsko injektiranje

Konsolidacijskim se injektiranjem obuhvaća dublja zona temeljne stijene. Injektiranjem se zatvaraju pukotine čvrstom masom i uspostavlja se homogeniji masiv, boljih deformacijskih karakteristika. Dubina zone obuhvaćene konsolidacijskim injektiranjem ovisi o svojstvima stijene, veličini i opterećenju građevine i njezine osjetljivosti na slijeganje. Koriste se injekcijske smjese na bazi cementa, a ako se popunjavaju šire pukotine, može se dodati i dodatak sitnog pijeska, sve uz dodatak bentonita da se suspenzije stabiliziraju. Masa za konsolidacijsko injektiranje treba imati što veću čvrstoću pri relativno malom tlaku zasićenja. Za to su prikladne cementne suspenzije s dodacima za povećanje prodiranja u pukotine uz smanjenje količine vode i stezanja nakon stvrdnjavanja. Injektiranje se uobičajeno započinje najrjeđom smjesom, a postupno se injiciraju sve gušće dok se ne postignu tlak i kriterij zasićenja propisan projektom.

Razmak bušotina je uobičajeno 1,5 – 3,0 m.

Materijal

Sastav injekcijskih smjesa. Injekcijska se smjesa sastoji od vode, cementa i raznih punila i dodataka u različitim omjerima miješanja. Količine sirovima koje su utvrđene recepturom iskazuju se u masenim omjerima i kod pripreme se važu.

U načelu injekcijske smjese trebaju imati sljedeće osobine:

- dobru obradivost;

- dobru sposobnost tečenja;
- malo otpuštanje vode;
- malu sposobnost bujanja;
- nikakvu ili malu razliku čvrstoće uzoraka na miješalici i na izlazu injektora;
- okvirni odnos suha tvar: voda je 1:2 do 1:0,6.

Sastav smjese bitno će ovisiti o materijalima koji se dobavlja tako da na gradilištu treba napraviti pokusnu smjesu kod svake nove isporuke materijala kako bi se potvrdila ispravnost omjera miješanja. Uzorke treba čuvati na gradilištu.

Tipična instalacija za pripremanje injekcijskih smjesa za veće radove sastoji se od silosa za cement i druge praškaste sastojke, spremnika za vodu i ostale tekuće dodatke, automatskih vaga i dozatora te transportnih traka, cijevi i sl. kojima se komponente smjese vode u miješalice.

Tijekom rada treba uzimati kontrolne uzorke na miješalici i na izlazu iz injektora i formirati ih u valjke promjera 100 mm. Treba pratiti postoji li razlika u tlačnoj čvrstoći valjaka na miješalici i na izlazu iz injektora. Značajnije razlike u čvrstoći valjaka ukazuju na gubitak vode u transportu. To znači da injekcijska masa nema dovoljnu sposobnost zadržavanja vode što treba odmah korigirati.

Kontrola materijala provodi se u skladu s odredbama odgovarajućih standarda.

Izveštaj o ispitivanju sastojaka injekcijskih smjesa sastavni je dio završnog izvještaja o izvedbi sidara. Na gradilištu treba kontrolirati:

- odnos suhe tvari prema vodi (uzorci se vade iz miješalice za konačnu smjesu),
- viskozitet prema Marsh-u,
- relativnu gustoću,
- sedimentacijski volumen.

U centralnom laboratoriju treba provesti ispitivanja fizikalno-mehaničkih karakteristika stvrdnutih injekcijskih smjesa uključujući i vrijeme vezivanja.

Ako se koriste aditivi, oni trebaju imati odgovarajući dokument o sukladnosti, a njihovu funkcionalnost treba provjeriti u kontrolnoj smjesi.

Iz svake pošiljke bentonita treba ispitati jedan uzorak, a kontrolira se:

- indeks plastičnosti,
- optimalna aktivizacija,
- protočna i strukturna viskoznost osnovne optimalno aktivne suspenzije,
- relativna gustoća osnovne suspenzije,
- vlažnost.

Utrošci injekcijskih smjesa računaju se u kilogramima suhe tvari. Potrebno je kontrolirati odnos suhe tvari i vode (st/v). Odnos je ispravno odabran ako je konzistencija smjese takva da ju bušotina upravo još prima.

Opis izvođenja radova

Izvoditelj je dužan na gradilištu instalirati injektore kojima će moći udovoljiti kriterijima predviđenih smjesa, radnih i završnih pritisaka te količina predviđenih za ugradnju.

Strojevi za pripremu smjese za injektiranje moraju omogućiti dobivanje odgovarajućih smjesa i kontinuiranu isporuku prema zahtjevima projekta.

Mjerni uređaji za mjerenje pritisaka (manometri) moraju biti ispravni i baždareni te s podjelom na skali od 0,1 bara.

Sva mehanizacija i oprema kao i sve instalacije kojima će izvoditelj obavljati radove moraju odgovarati zahtjevima zaštite na radu.

a) Oprema za bušenje i injektiranje

- bušilice s odgovarajućim priborom za izradu bušotina rotacionom ili udarno-rotacionom tehnikom;
- uređaji za pripremanje injekcijskih smjesa – miješalice i injektori;
- pumpe;
- odgovarajuća brtvila;
- cijevi za smjesu, manometri.

Oprema treba biti odabrana tako da omogući rad i s najgušćim smjesama, kao i za rad s cementnim mortom. S tim u vezi, najveća dužina voda za injektiranje, od injektora do bušotine, ne smije biti veća od oko 200 m. Izvođač je dužan na gradilištu instalirati injektore kojima će biti u stanju bez smetnji udovoljavati završnom kriteriju tlaka injektiranja. Mehanizacija i uređaji za pripremanje i ugradnju smjese trebaju biti međusobno usklađeni i pod uvjetima najvećih intenziteta ubrizgavanja smjese putem jednog ili više injektora.

b) Pritisci injektiranja

Završni pritisci injektiranja definiraju se projektom. Pritisci se mjere na vrhu bušotine. Pritiske treba povećavati postupno. Izvođač je dužan opremiti liniju injektiranja uređajem kojim se može ograničiti pritisak injektiranja na maksimalnu dopuštenu vrijednost koji sprječava svaku mogućnost pogrešnog manevra. Pritiske treba povećavati postupno.

Pritisak injektiranja uvijek treba biti podešen na utvrđeni pritisak završetka injektiranja. On će biti utoliko niži, ukoliko je protok injektiranja veći.

Pritisak završetka injektiranja smije se dosegnuti tek kad protok injektiranja bude vrlo mali.

Prekidi injektiranja

Započeto injektiranje svake pojedine etaže mora se nastaviti do završetka. Prekid započetog injektiranja u etažama dopušta se izuzetno.

Razlozi koji mogu opravdati prekid injektiranja su:

- viša sila u smislu ugovora između izvođača i investitora;
- izbijanje smjese na površinu;
- utrošci veći od propisanih za dotičnu etažu (4.000 kg/m').

Zahtjevi kakvoće

a) Kontrola kvalitete komponentnih materijala

Kontrola kvalitete sastoji se od:

- ispitivanja pogodnosti komponentnih materijala;
- tekuće kontrole;
- kontrolnog ispitivanja;

- provjere kvalitete uskladištenih materijala.

b) Smjese za injektiranje i prethodna ispitivanja

Kod pripreme injekcijskih smjesa treba se pridržavati receptura danih na osnovu provedenih laboratorijskih pokusa, a prije početka injektiranja obvezno je izvršiti kontrolu napravljene smjese.

Treba provjeriti:

- kemijsku analizu vode za pripremanje injekcijske smjese;
- početak i kraj vezivanja cementa;
- stabilnost zapremnine;
- ispitivanje indeksa plastičnosti bentonita;
- stabilnost injekcijske smjese (dekantacijski postotak);
- ispitivanje tlačne čvrstoće smjese za injektiranje i smjese za zapunjavanje bušotina;
- ispitivanje injektibilnosti smjese za određeni omjer (1:3 do 1:0,6) izvršiti probnim injektiranjem;
- tijekom ispitivanja treba vršiti stalnu kontrolu viskoziteta i dekantacijskog postotka smjese u skladu s definiranom recepturom.

c) Ispitivanje vodopropusnosti

Kontrola uspješnosti radova na injektiranju može se provjeriti ispitivanjem vodopropusnosti u kontrolnim bušotinama prema metodi Lugeona. Program ispitivanja vodopropusnosti treba se odrediti u projektu.

Obračun radova

Radovi na bušenju obračunavaju se po dužnim metrima izvedenih bušotina (m').

Radovi na injektiranju obračunavaju se po kilogramima utrošene suhe tvari za pripremu injekcijskih smjesa (kg).

12-02.6.2 Mlazno injektiranje („jet grouting“)

Općenito

Kod mlaznog injektiranja posve se razbija struktura tla injektiranjem pod visokim tlakom, te se čestice tla miješaju (*in-situ*) s vezivnim sredstvom pa nastaje homogenizirana masa poboljšanih svojstava. Struktura tla se prvenstveno razbija kod koherentnih i cementiranih materijala, dok se kod nekoherentnog tla injekcijska smjesa miješa s rastresitim materijalom, ali i utiskuje u pore tla. Tehnologija se primjenjuje kod raznih vrsta tla s raznim injekcijskim smjesama, iako se normalno koriste vodo-cementne, te vodo-cementno-bentonitne smjese. U određenim slučajevima koristi se i vapno (čisto vapno, vapno s cementom i dr.).

Danas su u primjeni tri osnovna postupka izvedbe mlaznog injektiranja:

- jednofluidni sustav (injekcijska smjesa),
- dvofluidni sustav (injekcijska smjesa + zrak, odnosno injekcijska smjesa + voda),
- trofluidni sustav (injekcijska smjesa + voda + zrak).

Ovisno o primijenjenoj tehnologiji i karakteristikama tla mogu se postići promjeri od 40 do 300 cm tlačne čvrstoće od 0,2 do 10 MPa.

Sva tri sustava mlaznog injektiranja (1-fluid, 2-fluida, 3-fluida) sastoje se od dvije osnovne radnje, a to su:

- izvedba bušotine do predviđene dubine bez injektiranja,
- povratna operacija uključuje mlazno injektiranje pod tlakom od 200-600 bara.

Paneli, valjci i ostali geometrijski oblici formiraju se varijacijom rotacije pribora tijekom podizanja pribora. Injektirani valjci tla nastaju kad pribor rotira 360°, a ostali geometrijski oblici mijenjanjem kuta rotacije.

Današnji strojevi imaju kompjutersku kontrolu varijacije kuta rotacije pribora (ali i trajanja rotacije na nekom horizontu, inkrementa podizanja pribora i dr.).

Oprema za mlazno injektiranje

A jednofluidni sustav:

- silos za cement;
- miješalica;
- visokotlačna pumpa;
- bušilica.

B dvofluidni sustav:

- silos za cement;
- miješalica;
- visokotlačna pumpa;
- kompresor za zrak;
- bušilica.

C trofluidni sustav:

- silos za cement;
- miješalica;
- visokotlačna pumpa;
- pumpa za vodu;
- kompresor za zrak;
- bušilica.

Priprema za izvedbu mlaznog injektiranja

U pripremnj fazi za izvedbu mlaznog injektiranja potrebno je uzeti u obzir slijedeće:

a) Uvjeti u tlu

- raspored slojeva tla (u zoni izvedbe mlaznog injektiranja treba provesti bušenje s kontinuiranim jezgrovanjem),
- kemizam vode i tla kako bi se odabrala odgovarajuća injekcijska smjesa,
- razina podzemne vode i brzina toka vode kako bi se odabrala odgovarajuća injekcijska smjesa (ako je brzina toka vode veće od 6 cm/s, treba koristiti gušće smjese, odnosno pogodnim aditivima spriječiti ispiranje cementa iz injektiranog volumena tla).

b) Laboratorijska ispitivanja

- jednoaksijalna čvrstoća tla (osnova za određivanje količine cementa potrebnog za postizanje potrebne, odnosno predviđene čvrstoće injektiranog volumena tla),
- kalibracijski dijagram za određivanje udjela cementa, tla i vode u injektiranom tlu.

c) Probno polje

Probno polje potrebno je, kako bi se optimizirala kombinacija pritiska injektiranja, brzine podizanja pribora, protoke injekcijske smjese i dr., a u cilju postizanja valjaka injektiranog tla odgovarajućeg promjera i čvrstoće.

Zahtjevi kakvoće

Prilikom izvedbe mlaznog injektiranja uobičajeno se provode sljedeći kontrolni postupci:

1) bilježenje podataka izvedbe:

Brzina mlaza i količina cementa injektiranog u tlo u funkciji su pritiska pumpanja, protoka injekcijske smjese, gustoće, brzine podizanja (izvlačenja) i rotacije pribora. Ove je podatke potrebno bilježiti za svaki pojedini injektirani stup kako bi se kasnije po potrebi mogli analizirati uvjeti izvedbe (npr. je li koja mlaznica bila tijekom izvedbe zabrtvljena i dr.).

2) kontrola čvrstoće injektiranog volumena tla:

Kod mlaznog injektiranja najčešće se koristi portland-cement. Treba voditi računa da kemizam tla i podzemne vode budu odgovarajući takvoj vrsti cementa kako ne bi bilo negativnih utjecaja na konačnu čvrstoću. Iz svakog valjka trebalo bi uzimati uzorak svježeg injektiranog tla. Čvrstoće treba kontrolirati uzimanjem probnih valjaka (iz središnje i obodne zone injektiranog tijela tla).

3) procjena promjera valjaka injektiranih valjaka tla:

Ne postoje racionalne metode za kontrolu promjera svakog valjka injektiranog tla. Posredne kontrole dimenzija bazirane su na analizi utrošene injekcijske smjese, a u usporedbi s podacima izvedbe probnog polja, ranijih iskustava i sl.

Za ovu svrhu najčešće se u sklopu izvedbe probnog polja iskopava ostvareni valjak i mjeri njegov promjer.

4) osiguranje kontinuiteta zavjese (membrane) izvedene mlaznim injektiranjem:

Kontinuitet podzemne zavjese (membrane) izvedene mlaznim injektiranjem važan je element kakvoće. Četiri parametra bitna su kod sprječavanja pojave „otvora“ (propusnog mjesta) u zavjesi, i to:

- a) promjer valjka,
- b) osna udaljenost valjaka,

- c) odklon pribora,
- d) broj redova injektiranih valjaka u zavjesi.

Kod koherentnog tla se bolji rezultati postižu ako se horizontalnom ili kosom mlaznicom (zrakom ili vodom) dobro usitni tlo prije injektiranja.

Obračun radova

Obračun radova se vrši prema dužnim metrima izvedenih mlazno-injektiranih stupnjaka odgovarajućeg profila (m).

12.03 RADOVI NA IZRADI POTPORNIH KONSTRUKCIJA**12-03.0 OPĆENITO**

Tehnička svojstva potpornih konstrukcija, zahtjevi za projektiranje, izvođenje radova, uporabljivost, održavanje i drugi zahtjevi za potporne konstrukcije, te tehnička svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode namijenjene korištenju u potpornim konstrukcijama propisani su u nizu normi HRN EN 1997, uključivo pripadni Nacionalni dodatak te drugim normama na koje norme navedenog niza upućuju.

Primjereno korištenom izvedbenom materijalu, za tehnička svojstva i druge zahtjeve primjenjuju se odgovarajući Tehnički propisi za konstrukcije (betonske, čelične, zidane, drvene, spregnute) te norme na koje oni upućuju.

Radovi, materijali, proizvodi i oprema navode se i propisuju u geotehničkom dijelu građevinskih projekata ("geotehnički projekt"), te ovim OTU-ima.

Potporne konstrukcije uključuju sve vrste zidova i potpornih sustava u kojima konstrukcijski elementi imaju sile prouzročene poduprtim materijalom (tlo, stijena, zasip, voda). Treba razlikovati sljedeće tri glavne vrste tih konstrukcija:

a) gravitacijski zidovi

- zidovi od kamena, nearmiranog ili armiranog betona koji na osnovici imaju petu, prednju istaku ili kontrafor ili ih nemaju. Težina samoga zida, ponekad uključujući stabilizirajuće mase tla, stijene ili zasipa, ima znatnu ulogu u pridržavanju materijala. Primjeri takvih zidova uključuju betonske gravitacijske zidove stalne ili promjenjive debljine, plitko temeljene armiranobetonske zidove i zidove s kontraforima.

b) ukopane (uložene, zagatne) stijene

- razmjerno tanki zidovi od čelika, armiranog betona ili drva, pridržani sidrima, razuporama i/ili pasivnim tlakom tla. Nosivost ovih zidova na savijanje ima znatnu ulogu u pridržanju materijala dok je uloga njihove težine beznačajna. Primjeri takvih zidova uključuju konzolne zidove od čeličnog žmurja, sidrene ili razuprte zidove od čeličnog ili betonskog žmurja i dijafragme.

Ove konstrukcije često se koriste kao privremene konstrukcije zaštite građevinskih jama (Potpoglavlje 12-04), ali i kao trajne podzemne konstrukcije (npr. obalne građevine, kod crpnih stanica i sl.).

c) složene potporne konstrukcije

- zidovi sačinjeni od elemenata gornjih dviju vrsta zidova. Postoji velika raznolikost takvih zidova, a primjeri uključuju zagate s dvostrukim žmurjem, zemljane konstrukcije ojačane zategama, geotekstilima ili injektiranjem i konstrukcije s višestrukim redovima geotehničkih sidara ili čavlanim tlom.

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma, obvezna je primjena odgovarajućih EN (europska norma). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi izvan snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

12-03.0.1 Tehnička svojstva potpornih konstrukcija

Tehnička svojstva potpornih konstrukcija moraju biti takva da tijekom trajanja građevine uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje konstrukcije, ona podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša, tako da tijekom građenja i uporabe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče: rušenje građevine ili njezinog dijela, nedopuštene deformacije, oštećenja građevnog sklopa ili opreme zbog deformacije konstrukcije u međudjelovanju s tlom, nerazmjerno velika oštećenja građevine ili njezinog dijela u odnosu na uzrok zbog kojih su nastala.

U slučaju požara tehnička svojstva moraju biti takva da se očuva nosivost konstrukcije ili njezinog dijela tijekom određenog vremena propisanog posebnim propisom. Kada je, sukladno posebnim propisima, potrebna dodatna zaštita potporne konstrukcije radi ispunjavanja zahtjeva otpornosti na požar, ta zaštita smatrat će se sastavnim dijelom tehničkog rješenja.

Tehnička svojstva potpornih konstrukcija moraju biti takva, da, osim ispunjavanja zahtjeva iz normi niza HRN EN 1997, budu ispunjeni i zahtjevi posebnih propisa kojima se uređuje ispunjavanje drugih bitnih zahtjeva za građevinu.

12-03.0.2 Tehnička svojstva sastavnih materijala, elemenata i proizvoda

Za izvedbu potpornih zidova primjenjuju se sljedeći materijali: cement i zidarski cement, građevno vapno, agregat, dodaci mortu, mort za injektiranje natega i betonu (prednapeto zide), voda, beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, armatura, pomoćni dijelovi, predgotovljeni elementi, drugi građevinski proizvodi koji se ugrađuju zajedno s drugim navedenim proizvodima.

Tehnička svojstva materijala potpornih zidova specificiraju se u projektu potporne konstrukcije i ovim OTU-ima.

Za potporne zidove izvedene od betona i armiranog betona mjerodavne su odredbe Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK), te njegovim priložima i normama na koje upućuje.

Za potporne zidove izvedene od lomljenog kamena mjerodavne su odredbe ovog OTU-a i norme na koje upućuje.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te dokazivanje uporabljivosti, odnosno potvrđivanje sukladnosti predgotovljenih (montažnih) elemenata određuje se, odnosno provodi prema odredbama projekta, ovim OTU-ima, te u skladu s odredbama posebnog propisa za predgotovljene elemente.

Građevinski proizvod proizveden u proizvodnom pogonu izvan gradilišta smije se ugraditi u potpornu konstrukciju ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa.

Mort, beton, armatura, zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeni elementi izrađeni na gradilištu za potrebe toga gradilišta, smiju se ugraditi u potpurnu konstrukciju ako je za njih dokazana uporabljivost u skladu s projektom konstrukcije.

U slučaju nesukladnosti građevnog proizvoda s tehničkim specifikacijama za taj proizvod i/ili projektom potpurne konstrukcije, proizvođač građevnog proizvoda, odnosno izvođač potpurne konstrukcije mora odmah prekinuti proizvodnju, odnosno izradu tog proizvoda i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovale.

12-03.0.3 Projektiranje potpornih konstrukcija

Projektiranjem potpornih konstrukcija moraju se za projektirani uporabni vijek građevine i građenje predvidjeti svi utjecaji na potpurnu konstrukciju koji proizlaze iz načina i redosljeda građenja. Treba predvidjeti uvjete uobičajene uporabe građevine i utjecaj okoliša na građevinu.

Projektom potpurne konstrukcije mora se dokazati da će građevina tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornost na požar te druge bitne zahtjeve u skladu s posebnim propisima.

Ako nije riječ o privremenoj građevini, tada je uporabni vijek potpurne konstrukcije najmanje 50 godina. Kada je potrebna dodatna zaštita npr. zidane konstrukcije, ta zaštita će se smatrati sastavnim dijelom tehničkog rješenja.

Mehanička otpornost i stabilnost te otpornost građevine na požarna djelovanja dokazuju se u glavnom projektu proračunima graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti konstrukcije za predvidiva djelovanja i utjecaje na građevinu.

Za osnove proračuna i djelovanja na konstrukciju primjenjuju se hrvatske norme niza HRN EN 1990, 1991 i 1997 uključivo i pripadni NAD te norme na koje norme ovog niza upućuju.

Za projektiranje glede otpornosti na potres primjenjuju se hrvatske norme niza HRN EN 1998 (posebice 1998-5) uključivo i pripadni NAD te norme na koje norme ovog niza upućuju.

Za geotehničko projektiranje primjenjuju se hrvatske norme niza HRN EN 1997 uključivo i pripadni NAD uzimajući u obzir mjerodavne norme za druge materijale ili konstrukcije te norme na koje norme ovog niza upućuju.

Uz osnovna djelovanja (težina, zemljani pritisci, pritisci vode) projektom se treba razmotriti slijedeće:

- promjene svojstava tla, razina vode i tlakova porne vode u prostoru;
- očekivane promjene svojstava tla, razina vode i tlakova porne vode u vremenu;
- promjene djelovanja i načina na koji su ona kombinirana;
- iskop, podlokavanje ili eroziju ispred potpurne konstrukcije;
- učinke zbivanja zasipa iza potpurne konstrukcije;
- učinke očekivanih budućih konstrukcija i dodatnog opterećenja ili rasterećenja poduprtog materijala ili u njegovoj blizini;
- očekivane pomake temeljnoga tla prouzročene, primjerice, njegovim uleknućem ili djelovanjem leda,
- učinke građenja zida, uključujući:
 - osiguravanje privremene potpore stranama iskopa;

- promjene naprezanja *in situ* i odgovarajuće pomake temeljnoga tla prouzročene iskopom zida i njegovim građenjem;
- poremećaj temeljnoga tla prouzročen zabijanjem ili bušenjem;
- osiguravanje pristupa za građenje.
- zahtijevani stupanj vodo nepropusnosti izvedenoga zida;
- izvedivost građenja zida do sloja male propusnosti koji bi presjekao dotok vode. Mora se ocijeniti problem ravnoteže tečenja podzemne vode koji iz toga proizlazi;
- izvedivost ugradnje geotehničkih sidara u susjednom temeljnom tlu,
- izvedivost iskopa između poduprtih mjesta potpornog zida;
- sposobnost zida da nosi vertikalno opterećenje;
- duktilnost konstrukcijskih elemenata;
- pristup za održavanje zida i svih pridruženih mjera drenaže;
- izgled i trajnost zida i svih sidara,
- za žmurje, potrebu za dovoljno krutim presjekom za zabijanje do proračunske dubine bez gubitka međusobne veze;
- stabilnost bušotina i rovova ispunjenih isplakom dok su otvoreni,
- za zasip, prirodu dostupnih materijala i način kako će se oni zbijati uz zid.

12-03.0.4 Održavanje potpornih konstrukcija

Održavanje potporne konstrukcije mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine te drugi bitni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisom.

Održavanje potporne konstrukcije podrazumijeva:

- redovite preglede potporne konstrukcije, u razmacima i na način određen projektom građevine i/ili posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o prostornom uređenju i gradnji,
- izvanredne preglede potporne konstrukcije nakon kakvog izvanrednog događaja ili po inspekcijskom nadzoru,
- izvođenje radova kojima se potporna konstrukcija zadržava ili se vraća u stanje određeno projektom građevine, odnosno propisom u skladu s kojim je potporna konstrukcija izvedena. U slučaju oštećenja ili rušenja dijela potporne konstrukcije potrebno je utvrditi uzroke. Utvrđivanje uzroka treba obuhvatiti materijal ili izvedbu konstrukcije, temeljno tlo i zasip iz zida, drenažne sustave, utjecaje okoliša u smislu utjecaja podzemnih, otvorenih ili oborinskih voda, kao i stabilnosti padina. Sanaciju oštećene ili djelomično srušene potporne konstrukcije treba provesti prema odgovarajućem projektu koji treba sadržavati dokaze osiguranja mehaničke otpornosti i stabilnosti te dokaze o ispunjenju drugih mjerodavnih bitnih zahtjeva za građevinu.

Ispunjavanje propisanih uvjeta održavanja potporne konstrukcije dokumentira se u skladu s projektom građevine te izvješćima o pregledima i ispitivanjima potporne potporne konstrukcije, zapisima o radovima održavanja, na drugi prikladan način ako drugim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji nije što drugo određeno.

Za održavanje potporne konstrukcije dopušteno je rabiti samo one građevne proizvode za koje su ispunjeni propisani uvjeti i za koje je izdana isprava o sukladnosti prema posebnom propisu ili za koje je uporabljivost dokazana u skladu s projektom građevine.

Učestalost redovitih pregleda u svrhu održavanja potporne konstrukcije provodi se sukladno zahtjevima projekta potporne konstrukcije, ali ne rjeđe od:

- a) 10 godina za zgrade javne i stambene namjene,

- b) 5 godina za industrijske, infrastrukturne i druge građevine koje nisu navedene pod a).

Način obavljanja pregleda određuje se projektom potporne konstrukcija, a uključuje najmanje:

- a) vizualni pregled u koji je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine.
- b) utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature za betonske dijelove potporne konstrukcije u umjerenom ili jako agresivnom okolišu:
- c) utvrđivanje veličine pomaka glavnih nosivih elemenata potporne konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda opisanog u podtočki a) sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Dokumentaciju o održavanju potporne konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

12-03.1 IZRADA ZIDOVA OD BETONA**Opis radova**

Radovi se izvode prema projektu, važećim propisima i odredbama ovih OTU-a. Rad na zidovima obuhvaća: pregled terena prije početka rada, iskolčenje, iskope za temelje, ugrađivanje betona i armature, izradu betonskih tajača, polaganje drenažnih cijevi, izradu revizijskih okana i poprečnih ispusta drenaže, izradu procjedinica (barbakana), izradu kamene zaloge i filtra, izradu glinenih čepova iznad drenaža, kao i uređenje okoliša po završetku radova.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU-ima. Dodatni i naknadni radovi mogu se izvoditi samo po prethodnom odobrenju nadzornog inženjera.

Materijali*Beton*

Beton zidova u temeljima i izvan temelja mora u svemu odgovarati zahtjevima danim u projektu kao i odgovarajućim odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK) i odredbama iz ovih OTU-a.

Armatura

Ako su potporni i obložni zidovi armiranobetonski, armatura mora odgovarati zahtjevima danim u projektu kao odgovarajućim odredbama TPBK-a i odredbama iz ovih OTU-a.

Lomljeni kamen

Kamen za zidanje mora biti čist, jedar, postojan na smrzavanje i u vodi bez dijelova koji se raspadaju i bez vidljivih i skrivenih pukotina. Tlačna čvrstoća kamena za zidove mora biti najmanje $70,0 \text{ MN/m}^2$, a za svodove najmanje $100,0 \text{ MN/m}^2$.

Upijanje vode smije iznositi najviše 1% m/m. Ako je upijanje vode veće, mora biti dokazana postojanost kamena na smrzavanje u 50 ciklusa smrzavanja i odmrzavanja te na djelovanje vode, određivanjem koeficijenta razmekšavanja, tj. odnosa čvrstoće kamena u suhom stanju i vodu zasićenom stanju. Ostala svojstva kamena moraju zadovoljavati uvjete kakvoće iz ovih OTU-a.

Mort

Za izradu zidova i druge radove na cestama upotrebljava se cementni mort. Za kakvoću cementa, pijeska i vode vrijede odgovarajuće odredbe iz ovih OTU-a.

Pijesak za mort treba imati krupnoću zrna od 0,2 do 5 mm.

Cementni mort za zidanje, odnosno za žbukanje, pripravlja se prema kriterijima koji vrijede za beton (glavni parametri: vodocementni faktor, konzistencija, gustoća). Mort za zidanje treba biti dovoljno plastičan, ali ne smije biti tekući. Mort se smije izraditi samo u količini koja se može ugraditi prije nego otpočne njegovo vezivanje. Minimalna tlačna čvrstoća morta treba biti $25,0 \text{ MN/m}^2$.

Oplate

Pri izradi temelja potpornih zidova treba po mogućnosti izbjegavati oplate. Oplate za potporne zidove moraju biti izrađene tako da su vidne površine potpuno ravne i glatke, a moraju odgovarati odgovarajućim odredbama TPBK-a i odredbama iz ovih OTU-a.

Opis izvođenja radova

Prije početka izrade zida izvođač i nadzorni inženjer moraju detaljno pregledati teren i ustanoviti odgovara li teren i tlo odrednicama danim u projektu i POG-u. Ako to nije slučaj, potrebno je projekt i tehnologiju rada prilagoditi stvarnim uvjetima na terenu.

a) Iskop temelja

Iskop za temelje obavlja se u tlu kategorije "A", "B" ili "C" prema dimenzijama iz projekta. U iskop se priznaje samo prostor prema mjerama iz projekta ili naknadno odobrenim izmjenama od nadzornog inženjera, tj. ne obračunava se višak iskopa.

Izvođač je dužan o svom trošku višak iskopa, ako je nastao njegovom pogreškom, popuniti betonom, kamenim materijalom ili nabijenom zemljom, ovisno o terenskim okolnostima, a prema odluci nadzornog inženjera.

Ako to zahtijevaju terenski uvjeti (veća dubina iskopa, nestabilnost terena), iskop treba razuprijeti i osigurati odgovarajućom konstrukcijom i oplatom.

Ako se zidovi temelje u prašinstim ili glinovitim materijalima, posljednjih 20-30 cm tla potrebno je iskopati neposredno prije betoniranja kako bi se izbjeglo moguće razmekšavanje tla u dnu temelja zbog kiše.

Da se prilikom iskopa ne bi ugrozila ravnoteža padine, zidove treba raditi u kampadama s preskokom svake druge kampade. Duljinu kampada treba prilagoditi terenskim uvjetima.

Dno temelja treba detaljno pregledati i utvrditi odgovara li za temeljenje zida, a ako ne odgovara, iskop treba produbiti.

b) Betoniranje temelja zida

Betoniranje temelja može se početi tek nakon što su se projektant i nadzorni inženjer uvjerali u ispravnost izvedbe temeljne jame.

Kakvoća betona mora biti prema projektu i tehničkoj dokumentaciji. Beton mora zadovoljavati odgovarajuće odredbe Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK) i odredbe iz ovih OTU-a.

Ako se iskopi za temelje zida razupiru, nije dopušteno ostavljanje dijelova oplate ili razupora u temelju. Betonu u temeljima može se dodati određena količina zdravog i jedrog lomljenog kamena koji mora biti čist, navlažen vodom i pravilno raspoređen po temelju.

Dodatak kamena smije biti najviše 30% od volumena temelja, a maksimalna veličina kamena može biti kao polovica širine temelja, ali ne više od 30 cm. Svaki kamen mora biti potpuno zaliven betonom.

Beton se ugrađuje vibracijskim sredstvima.

c) *Betoniranje zida izvan temelja*

Zid izvan temelja treba betonirati u propisno izrađenoj i pripremljenoj oplati, koja osigurava mjere i položaj zida prema projektu.

Kakvoća betona određena je projektom, a mora odgovarati odgovarajućim odredbama TPBK-a i odredbama iz ovih OTU-a. Beton i armatura potpornog zida ugrađuju se prema zahtjevima projekta te prema prije navedenim odredbama.

Beton se miješa strojno, a ugrađuje vibriranjem tako da ne dođe do segregacije i da površine betona nakon skidanja oplata budu ravne i glatke. Ne dopuštaju se horizontalni prekid u betonu. Ako ipak nastanu, u prekid zida treba ugraditi sidra od armature u količini 0,3% od betonskog presjeka, a površinu spojeva obraditi kao pri nastavku betoniranja.

Betonski zidovi s kamenom oblogom betoniraju se prema napredovanju postavljanja kamene obloge.

d) *Zidanje kamenom*

Zidanje obrađenim lomljenim kamenom u cementnom mortu

Obradeni lomljeni kamen je onaj koji se obradi dljetom (špicom) i čekićem ili na neki drugi način u komade razne veličine prikladne za zidanje s najmanje dvije približno ravne ležišne površine. Dimenzije kamena trebaju biti pogodne za veze u zidu. U takve kamene ubraja se i prirodni pločasti kamen s dvije približno ravne površine. Kamen se prije zidanja mora dobro oprati i očistiti od zemlje, gline i drugih nečistoća.

Kamen treba imati volumen od približno 0,02 m³, s tim da mu je najmanja mjera 20 cm. Ne zahtijeva se izravnavanje kamena u slojevima. Pojedino kamenje treba dobro povezati u uzdužnom i poprečnom smjeru zida tako da ima što manje šupljina.

Vidljiva površina zida mora se izraditi od odabranih krupnijih komada kamena proizvoljnog oblika. Širina spojnica (fuga) ne smije biti veća od 3 cm. Ne dopušta se ugrađivanje sitnih komada kamena na licu zida. Gornja, završna površina zida mora imati pravilne i oštre rubove.

Vidljive površine zida moraju se fugirati cementnim mortom s obilježenim žlijebom. Spojnica (fuga) mora biti uvučena u zid oko 1 cm.

Svaki kamen u zidu mora biti sa svih strana obložen mortom i to odmah pri postavljanju na njegovo mjesto, a ne naknadnim zalijevanjem spojnica. Ne dopušta se neposredno slaganje kamena na kamen, niti ostavljanje praznih šupljina. Svaki se kamen prije ugrađivanja u zid mora dobro navlažiti vodom.

Vanjske površine zida prilikom građenja, u vrijeme visokih temperatura, treba polijevati, a za vrijeme prekida rada površine izložene suncu treba štiti i vlažiti vodom. Ako se zidanje prekine na duže vrijeme, prije nastavljanja treba očistiti ispucani i trošni mort kao i oštećene dijelove zida.

Zidanje obrađenim lomljenim kamenom u suho

Oblik kamena i obrada isti su kao u točki a) samo što kamen mora biti krupniji i ujednačenijih dimenzija od kojih je najmanja 30 cm. Izrada zidova u suho, tj. bez morta, uglavnom je ista kao i u mortu, samo što zahtijeva znatno više pažnje. Treba težiti za što

boljim izravnim međusobnim nalijeganjem kamena sa što manje klinova. Zabranjeno je stavljanje zemlje ili otpadaka unutar zidova.

Zidanje poluklesanim kamenom

Poluklesani je kamen onaj koji se obradi u pravilan geometrijski oblik čekićem i dlijetom (špicom) ili na bilo koji drugi način, s ravnim naležućim i sudarnim površinama. Dimenzije su pojedinih komada različite. Točnost obrade mora biti takva da kamenje složeno u zidu ne smije imati spojnice unutar zida deblje od 3cm, a na licu zida i u dubinu do 15 cm ne smiju biti deblje od 1 do 1,5 cm.

Zidovi od poluklesanog kamena rade se u cementnom mortu. Zaklinjavanje ili umetanje sitnih komada nije dopušteno. Svaki komad kamena mora biti sa svih dodirnih strana potpuno obložen mortom, ne smiju ostati nikakve prazne šupljine, a kamenje se ne smije međusobno dodirivati. Vertikalne spojnice u susjednim slojevima moraju biti na razmaku od najmanje 20 cm.

Za dimenzije, nalijeganje i sve ostalo vrijedi opis za zidanje u mortu u točki a).

Zidanje obrađenim kamenom

Obrađeni je kamen potpuno pravilan kamen obrađen po nacrtu s dimenzijama naznačenim u svim pravcima. Spojnice između pojedinih komada u zidu ne smiju biti šire od 1 cm, moraju biti potpuno ispunjene mortom, a kamenje se međusobno ne smije dodirivati.

Za sve ostalo vrijedi opis u točki a).

Način zidanja lica kamenih zidova i obloga

Obrada lica kamenih zidova i obloga sastoji se u pažljivoj obradi i načinu slaganja pojedinih komada kamena. Za obradu lica bira se kamen i način slaganja u ovisnosti o obliku kamena dobivenog iz kamenoloma i o estetskom učinku koji se želi postići.

U obradu lica ulazi fugiranje spojnica između kamenja koje se radi naknadno, nakon zidanja. Prilikom zidanja, vanjske se spojnice (fuge) moraju ostaviti prazne do dubine od 5 cm ili se naknadno očiste do te dubine. Spojnice se fugiraju cementnim mortom u omjeru 1:3. Spojnica (fuga) mora biti uvučena u zid 1 cm.

Prema obliku veza kamena na licu zida razlikujemo ove vrste vezova:

- proizvoljan oblik veza;
- oblik veza pravilnih horizontalnih redova;
- oblik “ciklopski vez”;
- oblik “češki vez”.

Kod proizvoljnog oblika veza fugiranje spojnica i dotjerivanje površinskih bunja obavlja se dlijetom (špicom).

Kod veza pravilnih horizontalnih redova mogu biti redovi različitih visina, ali kamenje u jednom redu mora biti iste visine.

Kod “**ciklopskog veza**” kamenje je u obliku proizvoljnih višekutnika složeno tako da ne mora biti ni horizontalnih ni vertikalnih spojnica. Tri spojnice mogu se sučeljavati u jednoj točki, ali se pravilnost veza mora održati.

Kod “**češkog veza**” kamenje je u obliku pravokutnika proizvoljnih veličina i odnosa strana. Duža strana kamena ugrađenog u zid može biti horizontalna ili vertikalna. Pojedini krupniji komadi zauzimaju dva reda ili više takvih redova.

Spojnice su horizontalne i vertikalne.

Oblik “**češki vez**” podrazumijeva izbjegavanje dužih horizontalnih i vertikalnih spojnica.

Obrade vidnih površina kamena opisane su u točki f).

Obrada vidnih površina kamena

Vidne površine kamena obrađuju se na više načina.

Bunjasta obrada jest obrada površine kamena čekićem i dlijetom (špicom). Bunje ne smiju izlaziti izvan lica zida više od 5 cm.

Špicanje je obrada površine kamena špicom. Obrađena površina mora biti ravna.

Štokanje (ozrnjavanje) je obrada površine kamena zupčastim čekićem. Površina kamena može biti ozrnjena krupno, sitno ili vrlo sitno.

Obrublivanje su obrubi, dlijetom obrađene rubne površine kamena. Na jednom licu zida širina obruba kamenja mora biti ista. Širina mora biti naznačena u projektu jer o njoj ovisi jedinična cijena obrade kamena.

Kamenje mora biti obrubljeno prema opisu u ovoj točki.

e) Ostali radovi

Izrada betonskih tajača

Iza potpornih zidova radi se betonska tajača i postavlja perforirana drenažna cijev za prihvat podzemne vode u svemu prema projektu za izradu potpornog zida. Kakvoća betona dana je u projektu. Visinski položaj tajače provjerava nadzorni inženjer. Drenažne cijevi mogu biti betonske, azbestcementne ili plastične, a promjer im je određen projektom.

Cijevi moraju biti položene u neprekidnom padu, na što treba obratiti osobitu pažnju kod malih projektiranih padova.

Izrada poprečnih ispusta

Na pojedinim mjestima, kako je dano u projektu, treba izraditi poprečne ispuste drenažnog sustava iza potpornog zida. Poprečni se ispusti sastoje od cijevi projektom predviđenog promjera, položenih na odgovarajuću podlogu. Izljeve poprečnih ispusta treba obraditi i taracati kamenom u cementnom mortu omjera 1:3 ili izvesti od betonskih kanalica.

Izrada revizijskih okana

Na mjestima poprečnih ispusta drenažnih sustava, kao i na mjestima lomova nagiba drenažnih cijevi, treba raditi revizijska okna od betona dimenzija 0,80 x 0,80 m ili montažna revizijska okna od azbestcementnih cijevi. U revizijska okna treba ugraditi

stupaljke i zatvoriti ih poklopcem od armiranog betona. Za izradu revizijskih okana vrijede odgovarajuće odredbe iz ovih OTU-a.

Izrada procjednica

Na mjestima predviđenim u projektu, ili koja odredi nadzorni inženjer, rade se procjednice (barbakane) kroz potporni zid. Procjednice mogu biti izrađene pomoću betonskih ili plastičnih cijevi \varnothing 10 cm. Postavljaju se na svaka 2 metra dužine zida. Za vrijeme ugradnje betona, cijevi trebaju biti dobro osigurane protiv pomicanja i mogućeg oštećenja. Cijevi koje su predviđene za ugradnju moraju imati dokaze o traženoj kakvoći, a njihovu primjenu odobrava nadzorni inženjer.

Izrada kamene zaloge

Kamena zaloga iza potpornog zida radi se prema projektu. Zalogu treba izraditi od zdravog, probranog lomljenog kamena minimalne dimenzije 20 cm. Zaloga se slaže kao suhozid u slojevima, tako da nosi sama sebe jer ona ima i statičko djelovanje pri preuzimanju potiska.

Izrada filtarskog sloja

Filtarski sloj radi se iza zida, između glinenog materijala iskopa i kamene zaloge. Izbor materijala i debljina filtra trebaju biti određeni na osnovi prethodnih laboratorijskih ispitivanja i moraju biti u skladu s HRN U.S4.062 i odgovarajućim poglavljem ovih OTU-a. Ako je potrebno, filter se može raditi iz više vertikalnih slojeva različitih materijala (na primjer: 10 cm krupnozrnatog pijeska i 15 cm granuliranog šljunka). Filtarski materijal nabija se laganim nabijačem. Ne smije se dopustiti miješanje zemljanog materijala iz padine s materijalom filtra. Filtarski se sloj može izvesti i uz primjenu geosintetika (geotekstila, geodrenova, geokompozita) ako je to predviđeno projektom.

Izrada glinenog čepa

Iznad kamene zaloge i filtra iza potpornog zida radi se glineni čep. Glineni čep mora biti debljine 0,5 m kako bi se spriječilo miješanje površinske i podzemne vode u drenažnom sustavu. Glina se ugrađuje u slojevima debljine 15 cm, vlažnost joj mora biti blizu optimalne, a nabija se ručnim nabijačima.

Čišćenje gradilišta

Nakon završetka radova, gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvotno stanje.

Kontrola kakvoće radova za gradnju potpornih i obložnih zidova

Kakvoću betona treba kontrolirati prema odgovarajućim odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK), normama na koje on upućuje i odredbama iz ovih OTU-a.

Kakvoću rada i sastav filtra treba kontrolirati prema zahtjevima iz projekta i ovih OTU-a. Prije nego otpočne rad izvođač je dužan predočiti nadzornom inženjeru dokaze o upotrebljivosti materijala koji namjerava ugraditi u filter.

Kakvoća ugradnje i nabijanja glinenog čepa kontrolira se prema uvjetima za nabijanje temeljnog tla i ostalih odgovarajućih odredbi ovih OTU-a.

Kontrola kakvoće materijala temeljnog tla provodi se na ovaj način: po završetku iskopa temeljne jame na projektiranu dubinu, potrebno je ustanoviti odgovara li materijal u kojem će se temeljiti potporni zid projektom predviđenom materijalu.

Ako se ustanovi da materijal temelja ne odgovara materijalu predviđenom u projektu, ili mu je nosivost manja od potrebne, u suradnji s projektantom treba poduzeti mjere da se osigura stabilnost potpornog zida i padine koju će zid pridržavati. U tom slučaju treba poduzeti neku od ovih mjera: produbiti temeljnu jamu do tla dovoljne nosivosti, zamijeniti materijal u temeljnoj jami, promijeniti oblik i dimenzije temelja potpornog zida ili promijeniti način temeljenja.

Izvođač je dužan izvoditi radove prema projektu, odredbama ovih OTU-a, uputi nadzornog inženjera te ovih normi:

HRN B.B0.001/84	Uzimanje uzoraka agregata kamena i zgre za potrebe građevina, putova i željeznica i za spravljanje betona
HRN B.B8.001/82	Ispitivanje postojanosti prirodnog kamena na mrazu
HRN B.B8.010/80	Određivanje upijanja vode
HRN B.B8.012/87	Prirodni kamen, ispitivanje čvrstoće na pritisak
HRN B.B8.013/60	Ispitivanje postojanosti pod uticajem atmosferilija
HRN U.M2.010/68	Mort za zidanje

Uvjerenje o kakvoći kamena iz jednog izvorišta vrijedi jednu godinu.

Obračun radova

Iskop se mjeri u kubičnim metrima prema projektu ili naknadno odobrenim izmjenama. Kod objekata u usjeku ili zasjeku iskop temelja računa se samo ispod kote planuma posteljice, a ostali iskop obračunava se kao široki iskop.

Beton temelja mjeri se u kubičnim metrima ugrađenog betona s mogućim dodatkom kamena u temelj.

Beton zida mjeri se u kubičnim metrima ugrađenog betona.

Zid od kamena mjeri se u kubičnim metrima izvedenog zida.

Betonska tajača i drenažna cijev mjere se u dužnim metrima izrađene tajače i postavljene drenažne cijevi.

Poprečni ispusti drenaže mjere se u dužnim metrima položenih cijevi.

Revizijska okna mjere se u kubičnim metrima ugrađenog betona, a ako su montažna, onda u metrima cijevi.

Procjednice se mjere u dužnim metrima ugrađenih cijevi.

Kamena zaloga mjeri se u kubičnim metrima izrađene zaloge.

Filtarski sloj iza potpornog zida mjeri se u kubičnim metrima izrađenog filtra.

Glineni čep mjeri se u kubičnim metrima ugrađene i zbijene gline.

Količine nasipa iza potpornih zidova ne mjere se posebno i obračunavaju se u stavci izrade nasipa ceste.

Svi radovi iz Poglavlja 12-03. ovih OTU-a plaćaju se po ugovorenim jediničnim cijenama za jedinicu mjere određenog rada. Jedinična cijena obuhvaća sve radove, nabavu materijala, prijevoze i sve drugo što je potrebno za dovršenje pojedinih radova.

Osim toga, u jediničnoj cijeni za pojedine vrste radova obuhvaćeno je i ovo:

- a) u jediničnu cijenu iskopa uključeni su i troškovi razupiranja temeljne jame, crpljenje vode iz jame te moguća izrada zagata, kao i uređenje stijene jame ako je ona načinjena u kamenom materijalu. U cijenu ulazi i prebacivanje iskopanog materijala u nasip na udaljenosti do 20 m, kao i zatrpavanje i nabijanje tla oko temelja.
- b) u jediničnu cijenu betona temelja ulaze svi troškovi materijala i izrade, uključujući prijevoze, sredstva za rad i zaštitu betona nakon betoniranja te moguća oplata, armatura, sidra i sl.
- c) u jediničnu cijenu betona zida ulaze svi troškovi materijala i izrade uključujući prijevoze, sredstva za rad i zaštitu betona. Izrada armature i nastavaka armature uključena je u jediničnu cijenu i ne naplaćuje se posebno. U jediničnu cijenu betona ulazi sva oplata, potrebne skele, kao i moguća potrebna razupiranja.
- d) u jediničnu cijenu betonske tajače i drenažne cijevi ulazi sav materijal i rad, prijevoz i uređenje podloge, moguće potrebno razupiranje kao i zaštita drenažne cijevi šljunkom ili tucanikom krupnoće 1-6 cm po gornjem obodu cijevi.
- e) u jediničnu cijenu poprečnih ispusta ulazi sav materijal i rad, iskop za poprečne ispuste i izrada podloge i polaganje cijevi, zatrpavanje rovova poprečnih ispusta kao i uređenje izljeva poprečnih ispusta.
- f) u jediničnu cijenu kubičnog metra betona revizijskog okna ulazi sav materijal i rad potreban za izradu okna. Pod tim se podrazumijeva dobava i ugradnja betona, cijevi, oplata, poklopaca, stupaljki i slično. Kod montažnih okana u cijenu dužnog metra cijevi ulazi dobava, prijevoz i montaža cijevi, montažnih elemenata i ostalo potrebno za potpuno dovršenje okna.
- g) u jediničnu cijenu za izradu procjednica uračunata je dobava i ugradnja cijevi i sve što je potrebno za njihovu izradu.
- h) u jediničnu cijenu za izradu kamene zaloge, odnosno zida obuhvaćena je dobava, probiranje i slaganje zaloge, odnosno zidanje zida kao i moguće podupiranje iskopa.
- i) u jediničnu cijenu filtra ulazi sav materijal i rad potreban za izradu filtarskog sloja,
- j) u jediničnu cijenu za izradu glinenog čepa ulazi dobava, prijevoz i ugradnja glinovitog materijala.
- k) radovi na čišćenju i uređenju terena obračunati su kroz prethodno navedene stavke radova.

12-03.2 MONTAŽNI POTPORNi ZIDovi**Opis radova**

Rad obuhvaća izradu montažnih potpornih zidova raznih tipova s iskopom za temelje, izradom drenaža i poprečnih ispusta drenaža, izradom, nabavom i montiranjem predgotovljenih izrađenih armiranobetonskih elemenata te uređenjem okoliša po završetku radova.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK-om), projektom organizacije građenja (POG-om), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU-ima. Dodatni i naknadni radovi mogu se izvoditi samo po prethodnom odobrenju nadzornog inženjera.

Materijali*Beton*

Beton u temeljima i izvan temelja mora u svemu odgovarati zahtjevima danim u projektu, odgovarajućim odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK), normama na koje on upućuje i odredbama iz ovih OTU-a. Ako se primjenjuje tip potpornog zida kod kojeg je potrebno injektiranje i sidrenje elemenata zida, radovi i materijali moraju u svemu odgovarati uvjetima danim u projektu.

Oplate

Oplate moraju biti izrađene tako da su vidne površine potpuno glatke, odnosno kako je definirano projektom. Oplata mora odgovarati zahtjevima iz projekta, odgovarajućim odredbama TPBK-a i odredbama iz ovih OTU-a.

Montažni elementi

Svi montažni elementi moraju odgovarati zahtjevima iz projekta, ovih OTU-a te moraju imati dokaze u originalu o potrebnoj kakvoći prema HRN U.E3.050. Njihovu primjenu na osnovu projekta odobrava nadzorni inženjer.

Sidra

Ako se radi zid koji treba sidriti, sidra moraju odgovarati zahtjevima kakvoće norme HRN C.K6.020, zahtjevima iz projekta i ovih OTU-a.

Filtar za drenaže

Materijal za filtre u drenažama treba odrediti uzevši u obzir svojstva glinovitog materijala uz koji se nalazi filtarski sloj, a prema HRN U.S4.062 i odgovarajućim odredbama ovih OTU-a.

Moguća je odgovarajuća primjena geosintetika.

Opis izvođenja radova

Prije početka izrade zida potrebno je provjeriti stvarne hidrološke, geološke i geomehaničke prilike na terenu i prema potrebi u suglasnosti s nadzornim inženjerom prilagoditi projekt zida stvarnim terenskim uvjetima.

a) *Iskop temelja*

Iskop za temelje montažnih potpornih zidova treba raditi prema dimenzijama i zahtjevima iz projekta i ovih OTU-a.

b) *Betoniranje temelja*

Beton temelja mora odgovarati u svemu zahtjevima iz projekta i uvjetima iz Potpoglavlja 12-03.1.2 ovih OTU-a.

c) *Izrada montažnih elemenata*

Predgotovljeni montažni elementi moraju biti izrađeni prema uvjetima iz projekta, odgovarajućim propisima za predgotovljene elemente i odredbama ovih OTU-a.

d) *Prijevoz, montiranje i gradnja*

Prijevoz, montiranje i gradnja montažnih potpornih i obložnih zidova mora u svemu biti prema zahtjevima iz projekta za određeni tip montažnog zida, prema POG-u ili prema posebnim tehničkim uvjetima za izradu zidova koji su sastavni dio projekta.

Prije ugradnje izvođač mora osigurati visinske kote krune i temelja zida. Ugrađivati se mogu samo neoštećeni montažni elementi.

e) *Izrada drenaže uz zid*

Ako je u projektu predviđena drenaža uz potporni zid, potrebno ju je raditi prema zahtjevima projekta i odgovarajućim odredbama iz ovih OTU-a.

f) *Izrada filtra iza zida*

Predviđene filtarske slojeve potrebno je raditi prema zahtjevima danim u projektu i odgovarajućim odredbama iz ovih OTU-a.

g) *Čišćenje gradilišta*

Gradilište je po završetku radova potrebno očistiti od otpadaka i suvišnog materijala, a okolni dio terena dovesti u prvotno stanje.

Kontrola kakvoće

Prije početka radova i tijekom izvođenja radova potrebno je kontrolirati kakvoću upotrijebljenih materijala, proizvoda i radova, a prema zahtjevima za materijale i radove danim u projektu te u ostalim poglavljima ovih OTU-a.

Kakvoću montažnih elemenata za izradu zidova izvođač mora dokazati prije početka radova odgovarajućom tehničkom dokumentacijom, certifikatom sukladnosti te dokazom o kakvoći od proizvođača elemenata koju izdaje ovlašteno tijelo i u originalu predati na suglasnost nadzornom inženjeru.

Obračun radova

Iskop temelja mjeri se u kubičnim metrima u okviru projekta ili prema naknadnim izmjenama koje je odobrio nadzorni inženjer. Kad je objekt u usjeku ili zasjeku, iskop temelja računa se samo ispod kote planuma posteljice, a ostali se iskop obračunava kao široki iskop.

Ako je projektom predviđeno posebno betoniranje temelja, beton temelja mjeri se u kubičnim metrima ugrađenog betona.

Montažni zid ili zid od armiranog tla mjeri se u kubičnim metrima izrađenog zida.

Sidra za sidrenje elemenata zida mjere se u stvarnoj dužini ugrađenih sidara u dužnim metrima.

Betonske tajače i drenažne cijevi mjere se u dužnim metrima izrađene tajače i postavljene drenažne cijevi.

Filtarski slojevi mjere se u kubičnim metrima izrađenog filtra.

Radovi potrebni za izradu montažnih zidova plaćaju se po ugovorenim jediničnim cijenama za jedinicu mjere. Jedinična cijena obuhvaća sve radove, nabavu materijala, prijevoze i sve drugo što je potrebno za dovršenje pojedinih radova. Osim toga, u jediničnim cijenama za pojedine vrste radova obuhvaćeno je i ovo:

- a) u jediničnoj cijeni iskopa uključeni su i troškovi razupiranja temeljne jame, crpljenje vode iz jame, rad u mokrom, prebacivanje iskopanog materijala u nasip na udaljenost do 10 m, zatrpavanje i nabijanje tla oko temelja i sve drugo potrebno za rad na iskopu;
- b) u jediničnu cijenu betona temelja ulaze svi troškovi materijala i izrade, uključujući prijevoze, sredstva za rad i zaštitu betona nakon betoniranja te moguća oplata, armatura, sidra i sl.;
- c) u jediničnoj cijeni izrade montažnog zida obuhvaćeni su svi troškovi izrade montažnih elementa, ispuna, potrebna betoniranja, rad i materijal kod spajanja elemenata, skele, sav rad, prijevoz, potrebna oprema i sve ostalo za potpuno dovršenje posla;
- d) u jediničnu cijenu izrade sidara ulaze dobava, ugrađivanje i prednaprezanje sidara, troškovi zalijevanja sidara injekcijskom suspenzijom odnosno cementnim mortom kod perfosidara, troškovi zaštite glave sidra i utora stupova cementnim mortom i svi ostali prijevozni i drugi troškovi koji su potrebni za izvršenje rada;
- e) u jediničnu cijenu betonske tajače i drenažne cijevi ulazi sav materijal i rad, prijevozi, uređenje podloge i moguće potrebno razupiranje;
- f) u jediničnu cijenu izrade filtra ulazi sav materijal i rad potreban za izradu filtarskog sloja.

Radovi na čišćenju i uređenju terena (okoliša) obračunavaju se kroz prethodno navedene stavke radova.

12-03.3 POTPORNNA KONSTRUKCIJA OD ŽIČANIH KOŠARA**12-03.3.1 Žičane košare (gabioni)****Opis radova**

Ovaj rad obuhvaća izradu nasipa i zaštitu pokosa pomoću žičanih košara (gabiona) koji se slažu i ugrađuju u jedinstvenu konstrukciju zida, na površinama određenim projektom ili prema zahtjevu nadzornog inženjera uz suglasnost projektanta.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK-om), projektom organizacije građenja (POG-om), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU-ima. Dodatni i naknadni radovi mogu se izvoditi samo po prethodnom odobrenju nadzornog inženjera.

Gabioni su pravokutne košare (kvadri) od žičane ili polimerne mreže, ispunjene kamenim materijalom, koje se mogu slagati kao opeke da oblikuju samostojeću konstrukciju. Koriste se za izradu potpornih zidova, armiranje tla, oblogu vodotoka, regulacije voda i zaštitu od erozije.

Materijali

Za ovu vrstu konstrukcije primjenjuju se elementi koji su izrađeni od omotača (mreža) i ispune (građevinski materijal) iz ostalih poglavlja ovih OTU-a. Omotač je izrađen od žičanih ili polimernih mreža.

Žičane mreže izrađene su od čeličnih žica karakteristika određenih projektom ili prema ovim TU-ma sa šesterokutnim očicama i dvostrukim navojem na spoju. Oblik mreže je pravokutna prizma (kvadar). Čelična mreža je pocinčana radi trajnosti i veće otpornosti sprječavanja korozije. Veličina očica i promjer žice ovisni su o materijalu ispune koji može biti krupni šljunak, drobljeni kameni materijal ili najčešće lomljeni kamen prema ostalim poglavljima ovih OTU-a. Gabionske žičane mreže mogu biti izrađene od žice galvanizirane galfanom (galfan: 95% cink i 5% aluminij). Pocinčanje legurom galfan produljuje trajnost konstrukcije u odnosu na materijale s običnim pocinčanjem. Mogu biti i s PVC oblogom kao dodatnom zaštitom.

Dimenzije košara su različite ovisno o proizvodnom programu proizvođača. U pravilu, košare se izrađuju u dimenzijama 1,0 x 1,0 x 1,0 m; 1,0 x 1,0 x 2,0 m ili 1,0 x 1,0 x 3,0 m itd, odnosno prema projektu.

Polimerne mreže izrađene su od polietilena visoke gustoće, polivinilklorida, polietilena ili polipropilena. Mreže normalno imaju četverokutne očice. Način sastavljanja, povezivanja i izrade elemenata košara istovjetan je onim kod žičanih mreža.

Kao materijal za ispune mogu se upotrebljavati lokalni kameni materijali koji imaju potrebnu i odgovarajuću kvalitetu za ovu vrstu radova. Veličina zrna kamenog materijala za ispunu je između 100 i 200 mm, od čvrstog, izdržljivog, postojanog lomljenog ili prirodnog kamena.

Tehničke karakteristike i specifikacije elemenata gabionskih košara i kamenih materijala ispune definirane su projektom, važećim normama i propisima.

Priprema temeljnih platoa za ugradnju donjeg (prvog) reda gabiona provodi se poravnavanjem i zbijanjem podloge kao za posteljicu ceste, nasipa, itd.

Opis izvođenja radova

Ova vrsta konstrukcija izrađuje se od elemenata koji se sastavljaju i ispunjavaju na mjestu izrade zida (zaštite). Prema projektu ili zahtjevu nadzornog inženjera izvede se najprije iskop (kampadni iskop) za temelj. U izvedenom iskopu (kampadnom iskopu) za temelj prema projektu postavljaju se sastavljene gabionske košare koje se ispunjavaju građevinskim kamenim materijalom na licu mjesta. Pri tome, najsitniji dijelovi kamene ispune moraju biti veći od veličine otvora mreže. Materijal se raspoređuje rukom ili priručnim alatom tako da su šupljine što bolje ispunjene. Poslije izrađene ispune košare se zatvaraju poklopcima, povezuju međusobno okomitim i kutnim vezovima (spojnicama); košare se poslije toga sukcesivno postavljaju u istom sloju ili u sljedećim slojevima, ovisno o zahtjevima projekta i uvjetima na terenu (na licu mjesta).

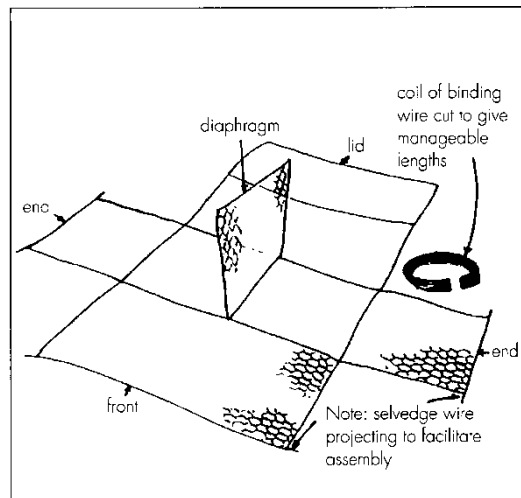
Sve susjedne košare u istom sloju i u sljedećim slojevima povezuju se međusobno spojnom čeličnom žicom (spojnicama) radi zajedničkog međusobnog djelovanja elemenata i veće čvrstoće i krutosti konstrukcije od gabionskih košara. Između košara i prirodnog tla ugrađuje se odgovarajući filtarski materijal (drenažna konstrukcija prema projektu) koji služi da spriječi infiltraciju sitnih čestica tla u ispunu gabiona. Isto je tako važno da se iz najdublje dijela temelja zida omogući odvod vode pomoću drenažnih jaraka te da je za cijelo vrijeme izrade zida od gabionskih elemenata osigurana kontrolirana odvodnja površinskih i procjednih voda izvan zone izrade zida.

Izvedba i ugradnja zida od gabionskih koševa obavlja se prema uvjetima projekta ili prema uvjetima navedenim u ovim TU-ma.

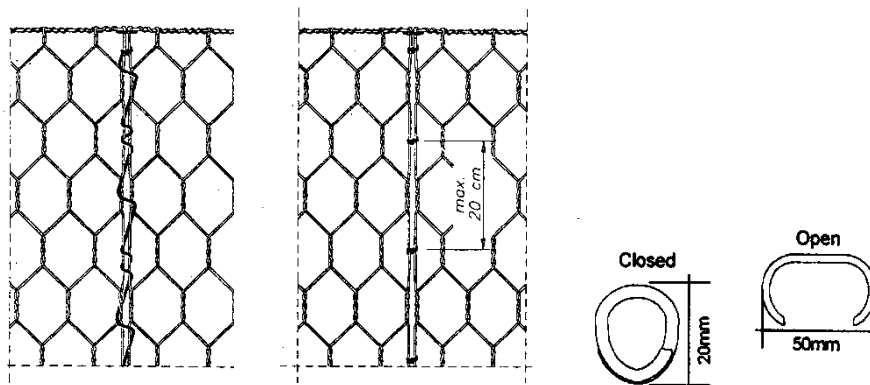
Kako bi se spriječila privremena erozija uzrokovana oborinskom vodom po pokosu građevne jame zida, potrebno je prije početka (kampadnog) iskopa za zid iznad pokosa urediti površinsku odvodnju kojom se sprječava koncentrirani tok vode.

Procedura slaganja, izrade, punjenja i ugradnje gabionskih košara (prema slikama 12-03.3-1 do 12-03.3-4):

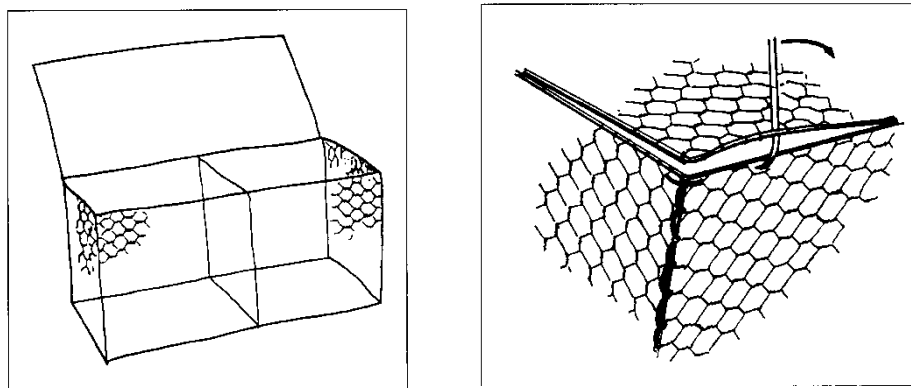
- gabioni se otvaraju i slažu na čvrstoj podlozi;
- prednja, stražnja i bočne stranice te dijafragma se podižu u uspravan položaj kako bi se formirao koš;
- gornji krajevi su osigurani debelom porubnom žicom. Rubovi se međusobno spajaju prstenovima (ili žicom) počevši od vrha prema dolje. Prstenovi se stavljaju na svakih max 20 cm dužine ručnom ili pneumatskom spajalicom;
- gabioni se postavljaju u nizu na prethodno pripremljenu ravnu podlogu (temelj) prema projektu i međusobno spajaju prstenovima (ili žicom) prije punjenja po principu da je bar jedan gabion prazan ispred gabiona koji se pune;
- prvo se ručno slaže lice gabiona lomljenim kamenom, a zatim se ispunjava ostatak gabiona strojno;
- gabioni se pune odgovarajućim kamenom 50 - 75 mm iznad nivoa vrha mreže kako bi se omogućilo slijeganje uslijed vlastite težine;
- gabioni se pune obvezno u trećinama visine gabionske košare gdje se na svakoj trećini visine izvodi poprečna i uzdužna ukruta žicom između stranica gabiona i dijafragme u sredini gabionske košare te se ukrute žicom zatežu po principu zatega uvrtnjem žičane ukrute;
- nakon punjenja, poklopac se zatvara i spaja s prednjom, stražnjom i bočnim stranama te dijafragmom prstenovima (ili žicom);
- neophodno je potrebno da se svaka gabionska košara veže za susjedne gabione sa svih kontaktnih strana radi međusobnog djelovanja i veće krutosti i čvrstoće;
- procedura slaganja, izrade, punjenja i ugradnje gabionskih košara definirana je projektom ili ovim OTU-ima.

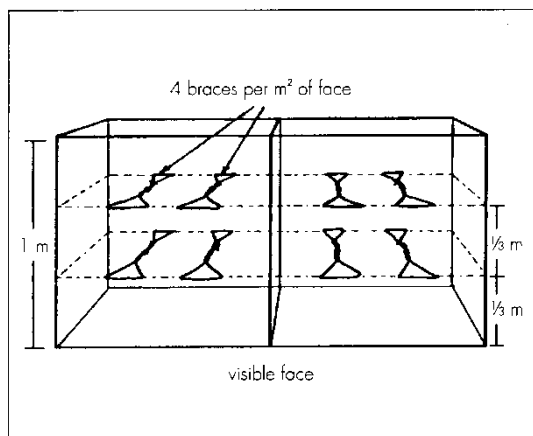


Slika 12-03.3-1 Priprema gabiona

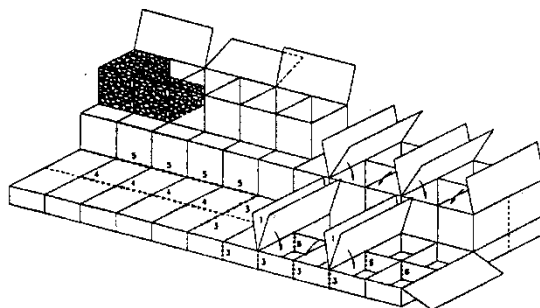


Slika 12-03.3-2 Povezivanje gabiona žicom i prstenovima





Slika 12-03.3-3 Poprečna ukruta i povezivanje poklopca gabiona



Slika 12-03.3-4 Pozicioniranje i ispuna gabiona

Zahtjevi kakvoće

Pletivo i spojni materijal za gabionske košare moraju odgovarati zahtjevima kvalitete prema projektu i ovim OTU-ima. Kvaliteta materijala za izradu ispune (krupni šljunak, drobljeni kameni materijal ili lomljeni kamen) treba zadovoljiti odredbe iz projekta i ovih OTU-a predviđene za te materijale.

Prije početka radova izvođač je za sve materijale dužan od ovlaštenog tijela pribaviti dokaze o uporabljivosti te originalnu dokumentaciju o kvaliteti materijala predložiti nadzornom inženjeru na uvid i suglasnost; podatke za gabionske košare: dimenzionalnu točnost, vlačnu čvrstoću, kvalitetu pocinčane žice, tolerancije, čvrstoće žice, mreže i ispunjenih gabiona, kvalitetu materijala, kvalitetu plastifikacije, dokaz ugradnje i trajnosti; podatke za kamen: podrijetlo, postojanost, izdržljivost, ugradljivost itd. sve kao za građevinski materijal.

Proizvodi se trebaju uskladištiti na mjestu udaljenom od gradilišnog prometa kako bi se izbjegao rizik slučajnog oštećenja i trebaju ostati pakirani u buntovima do trenutka ugradnje.

Kontrola kvalitete će se provodi prema projektu, odnosno prema PKOK-u i ovim OTU-ima.

Pozicije ugradnje definiraju se geodetskim iskolčenjem. Zahtijeva se postizanje točnosti iskolčenja ± 1 cm. Geodetske kontrole ugradnje provode se kontinuirano tijekom izvedbe, a snimanje izvedenog stanja nakon ugradnje svakog reda gabiona, sve uz istu točnost.

Kontrola kvalitete obuhvaća prethodna ispitivanja te tekuća i kontrolna ispitivanja gabionskih košara.

Prethodna ispitivanja gabionskih košara:

- kod ispitivanja gabionskih košara moraju biti zadovoljeni od proizvođača deklarirani kriteriji, a broj ispitivanja definiran je većom od sljedećih vrijednosti: jedno ispitivanje za svaku isporučenu skupinu ili minimalno 3 ispitivanja.

Tekuća i kontrolna ispitivanja gabionskih košara:

- kod ispitivanja gabionskih košara moraju biti zadovoljeni od proizvođača deklarirani kriteriji, a broj ispitivanja definiran je većom od sljedećih vrijednosti: jedno ispitivanje za svaku isporučenu skupinu ili minimalno 6 ispitivanja.

Proizvođač treba uz dokaze o ispunjavanju traženih tehničkih uvjeta priložiti i reference za slične konstrukcije kod kojih je njihov proizvod upotrijebljen.

Kamen koji se ugrađuje na lice gabiona mora biti veličine zrna 20-25 cm i slaže se isključivo ručno. Ispuna gabiona mora imati minimalnu veličinu zrna dimenzija 15 cm, kako bi se osiguralo da ne prolazi kroz mrežu gabionske košare. Maksimalna dopuštena dimenzija je 25 cm.

Obračun radova

Izrada nasipa primjenom košara (gabiona) obračunava se po kubičnom metru (m^3) prema stvarno izvedenim radovima, a plaća se po ugovorenim jediničnim cijenama.

U jediničnoj cijeni sadržani su dobava, prijevoz i postava te sav rad i materijal opisan u ovom potpoglavlju. Iskop za temelj i filtarski materijal (drenažna konstrukcija) obračunava se po kubičnom metru (m^3), a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama prema stvarno izvršenim radovima u posebnoj stavci.

12-03.3.2 Žičane košare sa zategama

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća izradu nasipa i zaštitu pokosa pomoću žičanih košara sa zategama (gabioni sa zategama – npr. Terramesh sustav) koji se slažu i ugrađuju u jedinstvenu konstrukciju zida na površinama određenim projektom ili prema zahtjevu nadzornog inženjera uz suglasnost projektanta.

Gabioni sa zategama su pravokutne košare od žičane mreže s mrežama za sidrenje (zatege), ispunjene kamenim materijalom koje se mogu slagati kao opeke da oblikuju samostojeću konstrukciju.

Koriste se za izradu nasipa i potpornih zidova, zaštite pokosa, armiranje tla te zaštitu od erozije i za uporabu u svrhu armiranja nasipa s kutom pokosa do 70°.

Svi uvjeti za materijale, izradu i kontrolu kvalitete koji ovdje nisu navedeni vrijede kao i u ostalim potpoglavljima za žičane košare (gabioni) ovih OTU-a.

Materijali

Gabioni sa zategama sastoje se od elemenata izrađenih od tkane heksagonalne (šesterokutne) dvostruko uvijene mreže tip 8x10, izrađene od teško pocinčane plastificirane žice promjera \varnothing 2,7 mm s PVC oblogom radi trajnosti i veće otpornosti sprječavanja korozije.

Žičane mreže izrađene su od čeličnih žica karakteristika prema projektu ili prema ovim OTU-ima. Materijal ispune gabionskih koševa može biti krupni šljunak, drobljeni kameni materijal ili najčešće lomljeni kamen iz ostalih poglavlja ovih OTU-a. Gabionske žičane mreže i zatege mogu biti izrađene od žice galvanizirane galfanom (galfan: 95% cink i 5% aluminij). Pocinčanje legurom galfan produljuje trajnost konstrukcije u odnosu na materijale s običnim pocinčanjem. Mogu biti i s PVC oblogom kao dodatnom zaštitom.

Dimenzije košara i zatega su različite ovisno o proizvodnom programu proizvođača. U pravilu, gabionske košare sa zategama izrađuju se u dimenzijama 0,5 x 2,0 x 3,0 m; 0,5 x 2,0 x 4,0 m ili 0,5 x 2,0 x 5,0 m i 1,0 x 2,0 x 3,0 m; 1,0 x 2,0 x 4,0 m ili 1,0 x 2,0 x 5,0 m, odnosno prema projektu. Nestandardne veličine dostupne su prema posebnim projektnim zahtjevima.

Žica za proizvodnju mreže mora imati vlačnu čvrstoću između 350 i 550 N/mm² minimalnim istezanjem pri lomu od 10% te biti pocinčana ili obrađena galfanom prije presvlačenja s PVC-om.

Svaki panel mreže mora biti pojačan po rubovima i spojen s pocinčanom žicom obloženom PVC-om. Prednji panel (lice gabiona) s unutrašnje strane mora imati pojačanje, minimalno od žice koja se koristi za krajeve i porube kako bi imao zadovoljavajuću krutost pri montaži.

Prednja i gornja strana gabionskog koša presavijaju se tijekom proizvodnje. Stražnja i bočne strane koša su formirane od posebnih komada mreže koje se fiksiraju za panel tijekom proizvodnje. Dodatni, posebni panel mreže koji služi kao dijafragma pričvršćuje se za prednju i stražnju stranu koša na gradilištu na svakih 1 m dužine.

Dimenzije panela moraju odgovarati projektnima uz tolerancije dužina do $\pm 1\%$.

Kao materijal za ispune mogu se upotrebljavati lokalni kameni materijali koji imaju potrebnu i odgovarajuću kvalitetu i postojanost za ovu vrstu radova kako za vrijeme izvedbe tako i u eksploataciji konstrukcije. Veličina zrna kamenog materijala za ispunu je između 100 i 200 mm od čvrstog, izdržljivog, postojanog, lomljenog ili prirodnog kamena.

Tehničke karakteristike i specifikacije elemenata gabionskih košara sa zategama i kamenih materijala ispune definirane su projektom i ovim TU-ima. Priprema temeljnih platoa za ugradnju donjeg (prvog) reda gabiona sa zategama provodi se poravnavanjem i zbijanjem podloge kao za posteljicu ceste.

Opis izvođenja radova

Ova vrsta konstrukcija izrađuje se od elemenata koji se sastavljaju i ispunjavaju na mjestu izrade zida (nasipa ili zaštite). Prema projektu ili zahtjevu nadzornog inženjera izvede se podloga nasipa i postavljaju se gabionske košare sa zategama koje se ispunjavaju građevinskim kamenim materijalom i zasipavaju zatege na licu mjesta.

Poslije izrađene ispune, gabionske košare se zatvaraju poklopcima, povezuju međusobno okomitim i kutnim vezovima (spojnicama). Košare i zatege se sukcesivno postavljaju u istom sloju ili u sljedećim slojevima ovisno o zahtjevima projekta i uvjetima na terenu (na licu mjesta).

Sve susjedne gabionske košare i zatege u istom sloju i gabionske košare u sljedećim slojevima povezuju se međusobno spojom čeličnom žicom (spojnicama) radi zajedničkog međusobnog djelovanja elemenata i veće čvrstoće i krutosti kompletne konstrukcije od gabionskih koševa sa zategama. Važno je da je za cijelo vrijeme izrade nasipa ili zida od gabionskih žičanih košara sa zategama osigurana kontrolirana odvodnja površinskih i procjednih voda izvan zone zahvata.

Izvedba i ugradnja zida ili nasipa od gabionskih košara sa zategama obavlja se prema uvjetima projekta ili prema uvjetima navedenim u ovim OTU-ima.

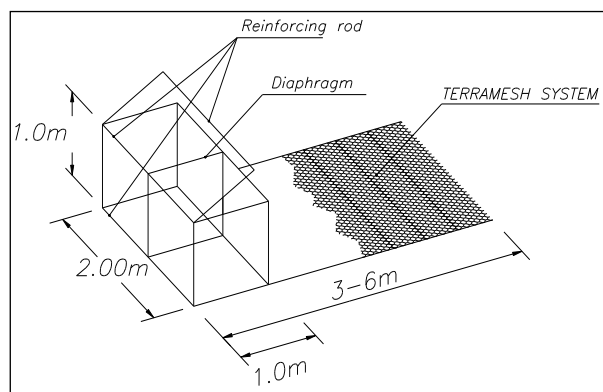
Kako bi se spriječila privremena erozija uzrokovana oborinskom vodom po pokosu građevne jame zida, potrebno je prije početka (kampadnog) iskopa za zid iznad pokosa urediti površinsku odvodnju kojom se sprječava koncentrirani tok vode.

Procedura slaganja, izrade, punjenja i ugradnje gabionskih košara sa zategama (slike 12-03.3-5 i 12-03.3-6):

- gabioni sa zategama se slažu na čvrstoj podlozi;
- gabionski elementi otvaraju se i vanjsko se lice oblikuje u gabionsku košaru, povezivanjem s prstenima, a mreža se raširi u odgovarajućem smjeru u skladu s projektom;
- gabionske košare i horizontalne mreže susjednih elemenata u redovima se međusobno vežu pocinčanim prstenima (razmak prstena je najviše 20 cm), a gabioni se vežu i s gabionima u prethodnom redu;
- postavlja se dijafragma gabiona (posebni panel mreže koji dijeli element na dva dijela duljine 1 m) kako bi se formirala košara;
- gornji krajevi su osigurani debelom porubnom žicom. Rubovi se međusobno spajaju prstenovima (ili žicom) počevši od vrha prema dolje. Prstenovi se stavljaju na svakih najviše 20 cm dužine, s ručnom ili pneumatskom spajalicom;
- prvo se ručno slaže lice gabiona lomljenim kamenom, zatim ostatak gabiona ručno i strojno i na kraju se izvodi nasip iznad armirajuće mreže (zatege);
- na 1/3 i na 2/3 visine gabiona postavljaju se zatege. Gabioni se pune obvezno u trećinama visine gabionske košare gdje se na svakoj trećini visine izvodi poprečna i uzdužna ukruta žicom između stranica gabiona i dijafragme u sredini gabionske košare, te se ukrute žicom zatežu po principu zatega uvrtnjem žičane ukrute;
- gabioni se pune odgovarajućim kamenom 50 do 75 mm iznad nivoa vrha mreže kako bi se omogućilo slijeganje uslijed vlastite težine;
- nakon punjenja, poklopac se zatvara i spaja s prednjom, stražnjom i bočnim stranama te dijafragmom prstenovima (ili žicom);
- iza gabiona ugrađuje se geotekstil težine najčešće 300 g/m², prema projektu. Geotekstil se polaže na donju mrežu u širini 1,0 m, uz stražnju stranu gabiona

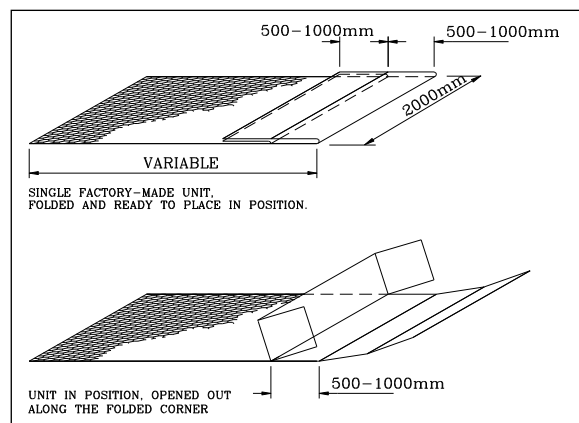
vertikalno te horizontalno ispod gornje mreže u širini 1,0 m. Geotekstil se nastavlja preklapanjem. Širina preklopa je min 20 cm;

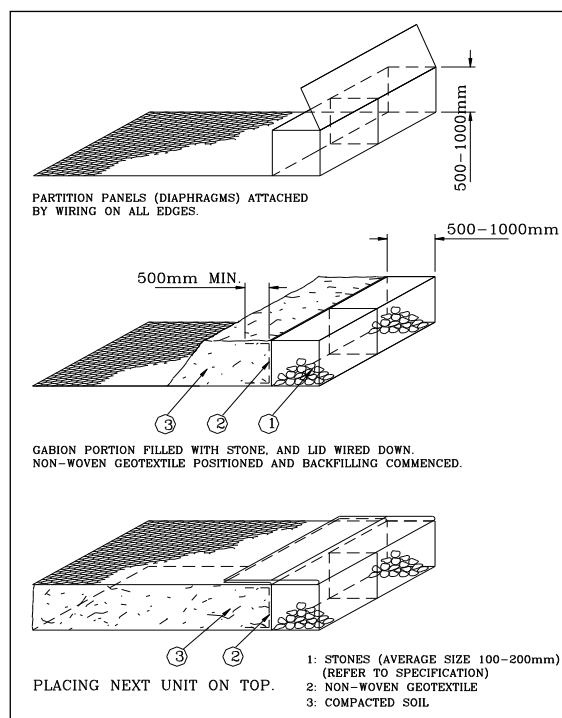
- ispunu na mreže za sidrenje nanosi se u minimalnoj debljini od 150 mm. Potrebno je posebno voditi računa o tome da su mreže adekvatno prekrivene ispunom prije zbijanja ili eventualnog prelaska vozila. Vozila se ne smiju kretati izravno po mreži za sidrenje;
- maksimalna debljina slojeva za zbijanje ovisi o vrsti materijala za ispunu kao i dostupnoj mehanizaciji na gradilištu, ali ne smije prelaziti 500 mm;
- prilikom slaganja gabiona razlika visine ispunne između susjednih elemenata ne smije biti veća od 1/3 visine gabiona, odnosno najviše 33 cm;
- armirano tlo i nasip iza izvode se istovremeno, a paralelno s izvedbom gabiona;
- nije dopušten nagib lica gabiona prema naprijed, a može se tolerirati nagib prema natrag do 5% veći od projektiranog;
- spoj s izvedenim nasipom izvodi se tako da elementi novog nasipa naliježu na stepenice na završetku izvedenog nasipa i vežu se za njih čeličnim prstenima, kao i na svim drugim kontaktima;
- neophodno je potrebno da se svaka gabionska košara veže za susjedne gabione sa svih kontaktnih strana radi međusobnog djelovanja i veće krutosti i čvrstoće;
- procedura slaganja, izrade, punjenja i ugradnje gabionskih košara sa zategama definirana je projektom i ovim OTU-ima.



Slika 12-03.3-5

Element Terramesh Systema





Slika 12-03.3-6 Konstrukcija elemenata Terramesh Systema

Zahtjevi kakvoće

Pletivo (mreže) i spojni materijal za gabionske košare sa zategama moraju odgovarati zahtjevima kvalitete prema projektu i ovim OTU-ima. Kvaliteta materijala za izradu ispune (krupni šljunak, drobljeni kameni materijal ili lomljeni kamen) treba zadovoljiti odredbe iz projekta i ovih OTU-a predviđene za te materijale.

Proizvođačke specifikacije usvojenog sustava gabiona sa zategama moraju biti potvrđene odgovarajućim izjavama o sukladnosti i izvještajem o ispitivanjima kojima se dokazuju tražena svojstva te kontrolnim ispitivanjima provedenim u Republici Hrvatskoj od strane ovlaštene institucije. Zahtjeva se da proizvod bude sukladan ovdje danim tehničkim uvjetima.

Gabionske mreže sa zategama moraju biti isporučene izravno od proizvođača ili od odobrenog dobavljača s traženim certifikatima i certifikatom usklađenosti s proizvođačkom specifikacijom.

Žica je upletena u heksagonalni uzorak s dvostrukim zavrtajem dok su rubovi ojačani žicom većeg promjera. Mreža se reže na traženu duljinu, a deblja žica, koja služi kao ojačanje, nakon rezanja savija se prema panelu i upliće sa žicom.

Sporedni paneli su pričvršćeni na glavni panel, dok se dijafragma ne povezuje na glavni panel u proizvodnji, već se doprema odvojena, ali zajedno s glavnim panelom i pričvršćuje se na gradilištu.

Tvornička kontrola kvalitete uključuje vizualnu i dimenzijsku provjeru žice na kalemu, provjeru količine pocinčanja, debljinu plastificiranja i dimenzijsku provjeru pletene mreže.

Prije početka radova izvođač je za sve materijale dužan od ovlaštenog tijela pribaviti dokaze o uporabljivosti te originalnu dokumentaciju o kvaliteti svih materijala predložiti nadzornom inženjeru na uvid i suglasnost; podatke za gabionske košare sa zategama: dimenzionalnu točnost, vlačnu čvrstoću, kvalitetu pocinčane žice, tolerancije, čvrstoće žice, mreže, zatega i ispunjenih gabiona sa zategama, kvalitetu materijala, kvalitetu plastifikacije, dokaz ugradnje i trajnosti; podatke za ispunu - kamen: podrijetlo, postojanost, izdržljivost, ugradljivost itd., sve kao za građevinski materijal.

Proizvodi se trebaju uskladištiti na mjestu udaljenom od gradilišnog prometa kako bi se izbjegao rizik slučajnog oštećenja i trebaju ostati pakirani u buntovima do trenutka ugradnje.

Kontrola kvalitete provodi se prema projektu odnosno prema PKOK-u i ovim OTU-ima.

Prije i tijekom instalacije i ugradnje, potrebno je posebno voditi računa o slijedećem:

- priprema podloge i izvedba nasipa moraju biti u skladu s tehničkim uvjetima projekta,
- svojstva materijala za ispunu moraju zadovoljavati uvjete iz projekta ili ovih TU,
- proizvod mora biti zaštićen od oštećenja uzrokovanih prometom na gradilištu te opremom za instalaciju,
- međusobno spajanje elemenata potrebno je obaviti nekorodirajućim čeličnim prstenima promjera 3 mm, na razmaku najviše 20 cm,
- potrebno je osigurati da se elementi polažu longitudinalno, paralelno sa smjerom glavnih naprezanja.

Pozicije ugradnje definiraju se geodetskim iskolčenjem. Zahtijeva se postizanje točnosti iskolčenja ± 1 cm. Geodetske kontrole ugradnje provode se kontinuirano tijekom izvedbe, a snimanje izvedenog stanja nakon ugradnje svakog reda gabiona sa zategama, sve uz istu točnost.

Kontrola kvalitete obuhvaća prethodna ispitivanja te tekuća i kontrolna ispitivanja gabionskih košara sa zategama:

Prethodna ispitivanja gabionskih košara sa zategama:

- kod ispitivanja gabiona sa zategama moraju biti zadovoljeni od proizvođača deklarirani kriteriji, a broj ispitivanja definiran je većom od sljedećih vrijednosti: jedno ispitivanje za svaku isporučenu skupinu ili minimalno 3 ispitivanja.

Tekuća i kontrolna ispitivanja gabionskih košara sa zategama:

- kod ispitivanja gabiona sa zategama moraju biti zadovoljeni od proizvođača deklarirani kriteriji, a broj ispitivanja definiran je većom od sljedećih vrijednosti: jedno ispitivanje za svaku isporučenu skupinu ili minimalno 6 ispitivanja.

Proizvođač treba uz dokaze o ispunjavanju traženih tehničkih uvjeta priložiti i reference za slične konstrukcije kod kojih je njihov proizvod upotrijebljen.

Kamen koji se ugrađuje na lice gabiona mora biti veličine zrna 20-25 cm i slaže se isključivo ručno. Ispuna gabiona mora imati minimalnu veličinu zrna dimenzije 15 cm, kako bi se osiguralo da ne prolazi kroz mrežu gabionske košare. Maksimalna dopuštena dimenzija je 25 cm.

Kvaliteta tehničko-građevinskog kamena mora biti dokazana s obzirom na: postojanost na mraz (25 ciklusa), postojanost na djelovanje otopine natrijevog sulfata (5 ciklusa), čvrstoće na tlak- suho stanje i vodom zasićeno stanje, upijanje vode, prostorna masa, gustoća i poroznost.

Geotekstil se postavlja između nasipa i gabiona prema projektu. Zahtijeva se primjena netkanog geotekstila tip 300 g/m². Kontrolira se redovitost i pravilnost postavljanja vizualnim pregledom.

Za ugradnju u nasip do nivoa prvog reda gabiona, na mrežama i iza mreža, kameni materijal mora u potpunosti zadovoljavati OTU-e za izradu nasipa od kamenog materijala iz ovih OTU-a.

Ugradnja se izvodi prema ovim OTU-ima, uz uvjet da debljina slojeva pri ugradnji na mreže ne smije biti veća od 50 cm.

Izvođač je radova dužan obavljati (osigurati) tekuća ispitivanja tijekom izvedbe radova, a kontrolna ispitivanja odobrava nadzorni inženjer.

Kontrolna i tekuća ispitivanja obuhvaćaju:

- kontrole dimenzija i pokosa nasipa,
- određivanje Modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom ili stupnja zbijenosti Sz u odnosu na Standardni Proctorov postupak,
- ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala.

Obračun radova

Izrada nasipa i zaštita pokosa primjenom žičanih košara (gabiona) sa zategama obračunava se po kubičnom metru (m³) gabionskog koša, prema stvarno izvedenim radovima, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama. Zatege se obračunavaju po kvadratnim metrima (m²) prema stvarno izvedenim radovima, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama.

U jediničnoj cijeni sadržani su dobava, prijevoz i postava te sav rad i materijal opisan u ovom potpoglavlju. Iskop za temelj i nasipni materijal obračunava se po kubičnom metru (m³), a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama prema stvarno izvršenim radovima u posebnoj stavci.

12-04 RADOVI NA ZAŠTITI GRAĐEVINSKIH JAMA**12-04.0 OPĆENITO**

Građevinske jame su iskopi u sraslom tlu jamastog oblika koji služe za izradu temelja građevina.

Izvide se :

- kao široki iskop sa ili bez sniženja razina podzemne vode. Zaštita obuhvaća iskope u stabilnim nagibima, osiguranje eroziona stabilnosti pokosa i, eventualno, privremeno crpljenje podzemne vode bunarima ili iglofiltrima radi osiguranja rada u suhom (obuhvaćeno u Poglavlju 2 ovih OTU-a),
- iskope s vertikalnim stjenkama za rad u ograničenom prostoru ili za iskope ispod razine podzemne vode u okolnom tlu. Pri tom se stabilnost stjenki i njihova vododrživost osigurava tankim potpornim stijinama (ukopane, uložene, zagatne stijene) koje se ugrađuju u tlo s površine terena prije iskopa građevne jame.

Ukopane stijene su potporne konstrukcije privremenog karaktera (npr. za zaštitu građevinskih jama) ili trajne potporne konstrukcije.

Ovi tanki zidovi ukopani ili ugrađeni u tlo koriste se i kao barijere-nepropusne zavjese za kontrolu procjeđivanja podzemnih voda i ostvarivanje uspora.

Najčešće se izvode kao:

- armiranobetonske i glinobetonske dijafragme,
- zidovi od zabijenog čeličnog žmurja (talpe, platice),
- pilotne stijene.

12-04.1 ARMIRANOBETONSKE I GLINOBETONSKE DIJAFRAGME**Opis radova**

Dijafragme se izvode kao armirani ili nearmirani betonski ili glinobetonski vertikalni zidovi u tlu. Prema potrebi koriste se kao nosive konstrukcije i/ili kao vododržive konstrukcije. Ako se koriste kao nosive konstrukcije, mogu djelovati konzolno ili biti pridržane geotehničkim prednapetim sidrima ili štapnim sidrima (izvan oboda građevinske jame) ili razuporama (čelične ili betonske razupore unutar građevinske jame).

Radovi na izvedbi dijafragme obavljaju se prema normi HRN EN 1538:2008 – Izvedba posebnih geotehničkih radova – dijafragme.

Opis izvođenja radova

Radovi na izvedbi dijafragme sastoje se od:

- pripremnih radova,
- izrade uvodnog kanala,
- pripreme radne površine,
- iskopa za dijafragmu,
- izrade i ugradnje armature,
- pripreme i ugradnje betona,
- završnih radova (odbijanja nekvalitetnog betona na vrhu dijafragme i izrade naglavne grede),

- kontrole kvalitete upotrijebljenih materijala.

Prije početka radova na iskopu pojedinačni elementi dijafragme trebaju se iskolčiti i označiti položajno prema rasporedu elemenata iskopa dijafragme prema izvedbenom projektu. Tijekom iskopa za dijafragmu potrebno je iskolčenje kontrolirati.

Iskop za dijafragmu izvodi se u segmentima pomoću specijalnog stroja. Iskop u tlu se obavlja grabilicom uz stalnu zaštitu iskopa bentonitnom isplakom. Iskop u stijeni vrši se specijalnim alatom - frezom. Standardne širine dijafragme su 50, 60, 80 i 100 cm. Važno je napomenuti da zbog tehnologije izvedbe pojedini elementi dijafragme nemaju međusobnu vezu.

Za eliminiranje opasnosti od urušavanja stijenki iskopa, ali i oštećenja okolnih objekata nužno je da se svi radovi odvijaju po planu. Ova opasnost povećava se u slučaju kada dovršeni iskop previše dugo stoji nezapunjen. To posebno obvezuje izvođača radova da dobrom organizacijom iskopa i isporuke materijala na gradilište, vrijeme od završetka iskopa do ugradnje armature i betona smanji na minimum.

Svrha i zadatak bentonitne isplake kod iskopa dijafragme su sljedeći:

- osiguranje stabilnosti stijenki iskopa;
- sprječavanje taloženja materijala iskopa u području iskopa;
- olakšavanje iznošenja materijala iskopa;
- sprečavanje dotoka vode u područje iskopa.

Da bi se ostvarilo navedeno, isplaka mora za čitavo vrijeme rada zadovoljavati tražene karakteristike u pogledu stabilnosti, viskoziteta, tiksotropije i specifične gustoće.

Zbog toga je potrebno provesti prethodna ispitivanja za određivanje isplake, te kontinuirano provoditi kontrolu pripremljene isplake.

Prethodna ispitivanja kojima se određuje radni uzorak isplake, obuhvaćaju određivanje viskoziteta, specifične gustoće i pH faktora. Naknadne modifikacije radnog uzorka potrebne su za slučaj uporabe prethodno korištene isplake nakon završenog mehaničkog odstranjenja čestica tla. Dnevno je potrebno kontrolirati gustoću i viskozitet svježe pripremljene bentonitne isplake.

Gustoća svježe pripremljene isplake mora se kretati u rasponu 1,1 - 1,15 g/cm³.

Kod iskopa pojedine kampade potrebno je provjeriti:

- odgovara li iskop projektnoj dubini,
- odgovaraju li sastav i karakteristike slojeva tla po dubini geotehničkom izvještaju.

Ako je vremenski razmak od završetka iskopa do početka ugradnje betona veći od 2 sata, dolazi do stvaranja taloga na dnu iskopa bez obzira na sastav isplake. U tom je slučaju nužno recirkulacijom isplake očistiti dno iskopa.

Prije ugradnje treba kontrolirati gustoću isplake na dnu iskopa. Ukoliko dođe do taloženja, odnosno zagađenja isplake, može doći do otežanog tečenja betona iz kontraktor cijevi. Gustoća isplake s dna iskopa ne smije biti veća od 1,20 g/cm³. Ako se navedena granica prekorači, potrebno je modificirati sastav smjese, što ovisi o karakteru zagađenja. U početnoj fazi rada vrši se kontinuirana kontrola gustoće i viskoziteta isplake na dnu iskopa. Ako kontrola gustoće zadovoljava, može se smanjiti učestalost uzimanja uzoraka i kontrole.

Temperatura vode koja se koristi za pripremu isplake, kao i temperatura same isplake, ne smije biti manja od +5°C.

Za vrijeme rada treba onemogućiti razlijevanje isplake po terenu, a iskorištenu isplaku treba odvesti s gradilišta na prethodno dogovoreno odlagalište. Tijekom iskopa potrebno je vršiti kontinuirani odvoz iskopanog materijala uz redovito pranje kotača vozila prije izlaska na javnu prometnu površinu.

Armaturni koševi složeni su iz tri grupe armaturnih šipaka koje se razlikuju po funkciji kojoj su namijenjene:

- šipke konstrukcije ukrućenja koševa;
- šipke za preuzimanje unutrašnjih sila – određuju se statičkim proračunom;
- razdjelna armatura.

Konstrukcija ukrućenja koša u stvari je prostorni rešetkasti nosač sastavljen od dijagonala, vertikala i horizontala.

Prije početka predmetnih radova potrebno je izvršiti sva nužna ispitivanja materijala koji će se upotrijebiti uzimajući u obzir predviđenu tehnologiju izvođenja betonskih radova.

Konzistencija betona treba odgovarati tehnologiji betoniranja dijafragme (kontraktor postupak). Kod određivanja konzistencije svježeg betona, treba voditi računa o načinu transporta i ugrađivanja. Količina vode (vodocementni faktor) ovisi o agregatu, njegovom granulometrijskom sastavu, vrsti cementa te eventualnim aditivima i treba se kretati u granicama od 0,51 do 0,55.

Ako se koriste aditivi, proizvođač treba dokazati da neće doći do smanjenja čvrstoće betona.

Imajući u vidu zahtjev da se betoniranje jednog elementa (kampade) dijafragme obavlja u kontinuitetu te nemogućnost uspješne intervencije u slučaju prekida betoniranja, preporučuje se korištenje betonare u blizini lokacije koja osigurava pravovremenu isporuku kvalitetnog betona u dovoljnoj količini.

Betoniranje dijafragme najdelikatnija je faza izvedbe. Da bi taj posao bio uspješno izveden, potrebno je maksimalno uskladiti rad svih sudionika pri izvedbi, što znači:

- na vrijeme pripremiti i ugraditi armaturne koševe,
- redovito opskrbljivati gradilište pravilno spravljenim i svježim betonom,
- ugradnju betona provoditi ujednačeno bez prekida i bez vađenja cijevi kontraktora iz betona za vrijeme betoniranja.

Konzistencija betona mjerena pomoću ispitivanja slijeganja (slump test – slijeganje betona) neposredno prije ugradnje treba biti $s \approx 16-21$.

Naglavna greda ima značajnu ulogu kod statičkog djelovanja dijafragme. Zbog načina izvedbe dijafragme, pojedini dijelovi dijafragme nisu povezani. Naglavna greda ih međusobno povezuje i time tvori određeni stupanj cjelovitosti dijafragme kao zaštitne konstrukcije. Da bi tu ulogu naglavna greda mogla stvarno preuzeti, treba je izvesti prije iskopa unutar građevne jame.

Sve radove treba izvesti u skladu s projektom te uputama nadzornog inženjera i projektanta.

Iskop građevinske jame

Opisano u Potpoglavlju 2-04 ovih TU-a.

Sidra

Ukoliko se horizontalno pridržanje dijafragme vrši pomoću prednapetih geotehničkih sidara ili štapnih sidara (sidra od armaturnih šipki, samobušiva sidra tipa IBO, IBI i sl), ova sidra se izvode prema zahtjevima iz projekta i prema normi HRN EN 1537:2008 – Izvedba posebnih geotehničkih radova – sidra u tlu i stijeni.

Kontrola kakvoće radova

Kakvoću betona i armature treba kontrolirati prema odgovarajućim odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (TPBK-e), normama na koje on upućuje, odredbama iz ovih OTU-a i zahtjevima iz projekta.

Ispitivanje nosivosti probnih sidara i primopredajna ispitivanja sidara obavljaju se prema uputama iz norme HRN EN 1537:2008.

Obračun radova

Rad na iskopu dijafragme obračunava se u kvadratnim metrima (m^2) stvarno iskopanog materijala u sraslom stanju. Iskop se računa od vrha uvodnog kanala za iskop dijafragme. Rad na iskopu građevinske jame obračunava se u kubičnim metrima (m^3) stvarno iskopanog materijala u sraslom stanju. Plaća se po ugovorenoj jediničnoj cijeni u koju je uključen iskop, utovar, prijevoz u odlagalište s razastiranjem i planiranjem deponije. Armiranobetonski radovi obračunavaju se u kubičnim metrima (m^3) ugrađenog betona i kilogramima ugrađene armature (kg). Radovi na ugradnji sidara obračunavaju se u dužnim metrima ugrađenih sidara (m').

12.04.2 ZABIJENI ČELIČNI PROFILI I ČELIČNO ŽMURJE**Opis radova**

Zagatna stijena od žmurja vitka je, uspravna, potporna konstrukcija zabijena u tlo (predgotovljeni elementi – čelične, drvene ili armiranobetonske platice (žmurje) se ugrađuju zabijanjem u tlo) ili u njemu ugrađena. Danas se najčešće koristi čelično žmurje ili kombinacije čeličnih talpi i profila.

Zabijeni čelični profili i žmurje koriste se za puno slučajeva privremene ili stalne zaštite iskopa građevinskih jama. Elemente treba projektirati da pružaju maksimalnu čvrstoću i trajnost uz najmanju moguću težinu u skladu s dobrim uvjetima ugradnje u tlo.

Izvedba žmurja treba biti u skladu s normom HRN EN 12063:1999, Izvedba posebnih geotehničkih radova - zagatne stijene od žmurja, kao i pripadajućih normi.

Prijevoz, montiranje i gradnja montažnih potpornih zidova mora u svemu biti prema zahtjevima iz projekta za određeni tip montažnog zida, prema POG-u ili prema posebnim tehničkim uvjetima za izradu zidova koji su sastavni dio projekta.

Prije ugradnje izvođač mora osigurati visinske kote krune i temelja zida. Ugrađivati se mogu samo neoštećeni montažni (predgotovljeni) elementi.

Prije početka radova i tijekom izvođenja radova potrebno je kontrolirati kakvoću upotrijebljenih materijala, proizvoda i radova, a prema zahtjevima za materijale i radove danim u ostalim poglavljima OTU-a.

Materijal

Svi montažni (predgotovljeni) elementi moraju odgovarati zahtjevima iz projekta, OTU-ima te moraju imati dokaze u originalu o potrebnoj kakvoći prema normama za čelik i predgotovljene elemente. Kakvoću montažnih elemenata za izradu potpornih stijena izvođač mora dokazati prije početka radova odgovarajućom tehničkom dokumentacijom, certifikatom sukladnosti te dokazom o kakvoći od proizvođača elemenata koju izdaje ovlašteno tijelo i u originalu predati na suglasnost nadzornom inženjeru.

Ako se radi zid koji treba sidriti, sidra moraju odgovarati zahtjevima kakvoće norme HRN C.K6.020, zahtjevima iz projekta i OTU-ima.

Opis izvođenja radova

Prije početka izrade zida potrebno je provjeriti stvarne hidrološke, geološke i geomehaničke prilike na terenu, kao i razine podzemne vode, te prema potrebi u suglasnosti s nadzornim inženjerom prilagoditi projekt zida stvarnim terenskim uvjetima.

Elementi se ugrađuju u tlo pomoću odgovarajućeg vibro uređaja ili zabijanjem makarama (maljevima).

Žmurje se zabija kontinuirano, jedan panel do drugog tako da ostanu kontinuirano međusobno završeni. Prilikom zabijanja potrebno je paziti na položaj i na vertikalnost svakog čeličnog panela, odnosno elementa. Zabijanje se izvodi najprije do polovice dubine, a zatim u drugoj fazi do konačne dubine predviđene projektom.

Obračun radova

Radovi potrebni za izradu ovih zagatnih stijena plaćaju se po ugovorenim jediničnim cijenama za jedinicu mjere. Jedinična cijena obuhvaća sve radove, nabavu materijala, prijevoze i sve drugo što je potrebno za dovršenje pojedinih radova.

Osim toga, za druge radove obuhvaćene projektom zaštite iskopa, jedinične cijene za pojedine vrste radova obuhvaćaju troškove kako je navedeno u poglavlju o montažnim zidovima.

12.04.3 PILOTNE STIJENE

Opis radova

Pilotske stijene izvode se kao armirani ili nearmirani betonski ili glinobetonski vertikalni stupovi u tlu. Prema potrebi koriste se kao nosive ili vododržive konstrukcije. Mogu djelovati konzolno ili biti pridržane geotehničkim prednapetim sidrima ili štapnim sidrima ili razuporama.

Pilotska stijena može biti sekantna, tj. izvedena na način da se piloti preklapaju, tj. zasijecaju jedan u drugog. Svaki drugi pilot se armira armaturom.

Radovi na izvedbi pilotskih stijena obavljaju se prema normi HRN EN 1536 (Bušeni piloti). Izvedba bušenih pilota navedena je u Potpoglavlju 12-01.

Opis izvođenja radova

Radovi na izvedbi pilotne stijene sastoje se od:

- pripremnih radova;
- izrade uvodnog kanala;
- pripreme radne površine;
- iskopa za pilote;
- izrade i ugradnje armature;
- pripreme i ugradnje betona;
- završnih radova (odbijanja nekvalitetnog betona na vrhu pilota i izrade naglavne grede);
- kontrole kvalitete upotrijebljenih materijala.

Da bi se upoznali uvjeti na terenu, izvođač radova treba obići i pregledati lokaciju objekta. Uređenju gradilišta, kao i kretanju po samom gradilištu treba posvetiti naročitu pažnju.

Plan rada

Kako bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, izvođač radova treba izraditi plan rada. Predmetni plan rada treba sadržavati organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja radova te popis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme.

Plan rada daje se na uvid nadzornom inženjeru koji može tražiti njegovu izmjenu uz odgovarajuće obrazloženje. Izvođač je dužan prije početka radova odrediti odgovornu osobu za njihovo izvođenje.

a) Radni plato

Za potrebe iskopa pilota i izvedbu bušotina za konsolidacijsko injektiranje potrebno je pripremiti radni plato prema dimenzijama strojeva i opreme koji će se koristiti pri izvedbi. Radni plato kao i komunikacijske koridore treba, prema potrebi, nasuti graduiranim drobljenim kamenim materijalom $d = 0-63$ mm podobnim za ugradnju i zbijanje u okvirnoj debljini 30 cm. Zbijenost podloge mora biti takva da omogućava nesmetano kretanje predviđene mehanizacije neovisno o vremenskim prilikama ($M_s \geq 40$ MPa). Radni plato se treba planirati i izvesti tako da je za cijelo vrijeme radova osigurano funkcioniranje odvodnje.

Obračun radova

Rad se mjeri paušalno. Stavka obuhvaća sav potreban rad na iskopu, poravnanju terena, nabavu, dopremu, nasipavanje i zbijanje drobljenim kamenim materijalom, sve radove potrebne za osiguranje funkcije odvodnje za cijelo vrijeme izvođenja radova.

b) Izrada uvodnog kanala

Nakon što se na pripremljenom radnom platou izvede iskop za uvodnicu, dno jarka treba dobro nabiti vibrožabom kako bi se dobila kvalitetna podloga za izradu betonskih stranica uvodnog kanala. Stranice uvodnice izvode se u dvostranoj oplati. Za izradu betonskih stranica uvodnog kanala predviđen je beton razreda čvrstoće i mrežaste armature prema projektu. Preciznost izvedbe uvodnog kanala je bitna, pogotovo u visinskom smislu jer se na uvodni kanal vješaju armaturni koševi pilota s ugrađenim uvodnim kućistima za sidra. Točnost izvedbe gornjeg ruba uvodnice je $\pm 0,5$ cm, a ostalih dimenzija ± 1 cm.

Stjenke uvodnog kanala potrebno je razuprijeti dok se provodi nabijanje materijala u zaleđu stjenke unutarnje strane uvodnice. Ugrađene razupore (drvene gređice na uzdužnom razmaku 1,5 m) ostaju do izvedbe konkretnog segmenta pilotne stijene.

Iskopu za pilote može se pristupiti najranije 7 dana nakon ugradnje betona u stranice uvodnog kanala. Ovaj uvjet treba strogo poštivati jer je dosadašnja praksa pokazala da u protivnom dolazi do pucanja stranica uvodnog kanala već i kod najmanjih udaraca zaštitnom kolonom.

Obračun rada

Rad se mjeri po m' uvodnog kanala.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban iskop, dobava, montaža i demontaža oplata, nabava, doprema i ugradnja armature i betona te zasipavanje bokova uz zidove uvodnice materijalom iz iskopa.

c) Iskop pilota

Prije početka radova na iskopu, uzdužna pozicija osi pojedinih pilota se treba iskolčiti i označiti na uvodnom kanalu prema izvedbenom projektu uz tolerantno odstupanje ± 1 cm.

Kod iskopa za pilote potrebno je provjeriti:

- odgovara li iskop projektnoj dubini,
- odgovaraju li sastav i karakteristike slojeva tla/stijene po dubini geotehničkom elaboratu,
- kontrolirati iskolčenje vezano na izvedeni dio pilotne stijene,
- osigurati vertikalnost bušotine.

Izvođač pilota treba na gradilištu imati primjerak geotehničkog elaborata, glavnog i izvedbenog projekta.

Ukoliko je pilotska stijena sekantna, posebno se označuju nearmirani piloti (koji se izvode prvi) i armirani piloti (interpoliraju se naknadno).

Bušenje za izvedbu pilota može se izvoditi pomoću zaštitne kolone određenog vanjskog promjera ili bez nje.

Ukoliko se izvodi bez zaštitne kolone, postoji opasnost od urušavanja iskopa. Ova opasnost povećava se u slučaju kada dovršeni iskop previše dugo stoji nezapunjen.

Izvođač se obavezuje da dobrom organizacijom iskopa i isporuke materijala na gradilište, vrijeme od završetka iskopa do ugradnje armature i betona smanji na minimum.

Obračun rada

Rad za bušenje pilota mjeri se po m' izvedenog pilota . U jediničnu cijenu uključen je utovar, odvoz, deponiranje materijala iz iskopa pilota.

d) Izrada i ugradnja armaturnih koševa

Za izradu koševa koristi se armatura prema projektu. Kvalitetu upotrijebljenih materijala isporučitelj treba dokazati odgovarajućim dokumentima o sukladnosti.

Armaturni koševi složeni su iz tri grupe armaturnih šipaka koje se razlikuju po funkciji kojoj su namijenjene:

- šipke konstrukcije ukrućenja koševa (obruč);
- uzdužne šipke za preuzimanje momenata savijanja;
- spiralna armatura za preuzimanje poprečnih sila.

Armatura za preuzimanje unutrašnjih sila određena je statičkim proračunom.

Glavna armatura se na svim spojevima s obručima zavaruje. Glavna i spiralna armatura međusobno se vežu djelomičnim točkastim zavarivanjem, a djelomično čeličnom paljenom žicom. Generalno armaturni koševi moraju imati potrebnu krutost tako da prilikom manipulacije i ugradnje ne dođe do njihovih oštećenja.

Armaturni koševi se dopremaju na gradilište u jednom dijelu.

Armaturni koševi ugrađuju se u bušotine i vješaju na stjenke ulaznog kanala pri čemu je maksimalno dopušteno vertikalno odstupanje ± 1 cm. Sve kontrole visina treba provoditi u odnosu na razinu vješalica koševa kako ne bi došlo do kumuliranja grešaka.

Izrada vodilica i postavljanje na pojedini koš obavlja se kako je predviđeno na nacrtima armature koševa. Uloga vodilica neobično je važna jer one omogućuju da se koš ravnomjerno spušta i, što je najvažnije, da koš po ugradnji bude simetrično smješten u iskopu.

Ukoliko se kroz pilot ugrađuje sidro, potrebno je izbjeći bušenje kroz beton i armaturu pilota te na mjestima prodora sidara ugraditi ulazna kućišta od PVC-a cijevi odgovarajućeg promjera. Kućišta će se provizorno pričvrstiti za armaturni koš. Nadzorni inženjer kontrolira jesu li vodilice ugrađene na armaturni koš jer njihovo izostavljanje dovodi do problema kod ugradnje, a i sam položaj armature u presjeku biva redovito nepodesan.

Obračun rada

Cijena rada za armaturne koševe mjeri se u kilogramima ugrađene armature. Jediničnom cijenom obuhvaćena je nabava materijala, rezanje i savijanje armature, slaganje koševa uz potrebno zavarivanje spojeva, postavljanje i zavarivanje cijevi kućišta za sidra i čeličnih pločica (ukoliko se poslije buše sidra kroz pilotsku stijenu) te transport do gradilišta.

Cijena rada za ugradnju gotovih armaturnih koševa mjeri se u kilogramima ugrađene armature.

e) Betoniranje pilota

Betoni koji se koriste za izvedbu pilota prema važećim normama moraju ispunjavati kriterije navedene u Poglavlju 12-01.4.

Najmanja debljina zaštitnog sloja betona mora biti ≥ 40 mm (zbog tehnologije izvedbe i nemogućnosti izravne kontrole).

Kod zasječenih nearmiranih pilota potreban je dodatak usporivača vezanja.

Piloti se smatraju privremenom konstrukcijom pa nema bitnih zahtjeva na trajnost betona.

Za izvođenje pilota može se upotrijebiti samo beton za koji se prethodnim ispitivanjem utvrdilo da ispunjava predviđene uvjete kvalitete.

Prije početka predmetnih radova potrebno je izvršiti sva nužna ispitivanja materijala koji će se upotrijebiti uzimajući u obzir predviđenu tehnologiju izvođenja betonskih radova. Predviđena konzistencija betona odgovara tehnologiji betoniranja pilota (kontraktor postupak). Kod određivanja konzistencije svježeg betona, treba voditi računa o načinu transporta i ugrađivanja.

Priprema betona

Prije početka betoniranja proizvođač betona treba osigurati dovoljnu količinu agregata po frakcijama, cementa (iste vrste i klase) i vode.

Imajući u vidu zahtjev da se betoniranje pilota obavlja u kontinuitetu, te nemogućnost uspješne intervencije u slučaju prekida betoniranja, preporučuje se korištenje betonare u blizini lokacije koja osigurava pravovremenu isporuku kvalitetnog betona u dovoljnoj količini.

Maksimalna veličina zrna radi kvalitetnije ugradnje betona iznosi $d=16$ mm.

Granulometrijski sastav mješavine agregata utvrđuje se eksperimentalno, obzirom na način i uvjete ugrađivanja i transporta betona kao i ostale faktore koji mogu utjecati na kvalitetu betona.

Proizvođač betona obavezan je tijekom izvođenja radova redovito kontrolirati na gradilištu sadržaj vrlo finih čestica i granulometrijski sastav agregata. Potrebna je i povremena kontrola eventualne nazočnosti organskih materijala u agregatu.

Transport i ugradnja betona

Izbor načina transporta mora garantirati homogenost svježeg betona i konstantnost njegova sastava. Beton se transportira specijalnim vozilima (automiješalicama). Dozvoljava se transport i suhe mješavine agregata i cementa ako na mjestu dodavanja vode postoji uređaj za doziranje. Zabranjuje se naknadno dodavanje vode betonskoj mješavini.

Betonska mješavina mora imati prije samog ugrađivanja konzistenciju u propisanim granicama (razred S-4). Beton se ugrađuje kontraktor postupkom. Maksimalni predviđeni promjer cijevi kontraktora je 200 mm što je uvjetovano slobodnim prostorom između armature (obruč) i uvodnih kućišta za sidra. Za vrijeme betoniranja kontraktor mora biti uvijek min 1,0 m u smjesi betona. Na mjestu istovara betona visina istovara betona ne smije biti veća od 1 m.

Betoniranje kod temperature ispod $+5^{\circ}\text{C}$ i iznad $+30^{\circ}\text{C}$ moguće je samo uz pridržavanje posebnih mjera.

Beton se u pravilu ugrađuje odmah nakon izrade, odnosno u vremenu koje osigurava njegovu konzistenciju propisanu projektom te betoniranje jednog elementa mora završiti prije početka vezivanja betona.

Ako betoniranje jednog pilota ne može biti završeno u okviru vremena koje omogućuje da beton u koji je uronjen kontraktor ostane u početnom konzistentnom stanju, potrebno je koristiti usporivače vezivanja. U tom slučaju moraju se izvršiti sva predviđena ispitivanja. Usporivači se obvezno koriste kod betona zasječenih nearmiranih pilota (svaki drugi pilot) kako bi se omogućilo lakše bušenje interpoliranih nosivih (armiranih) pilota.

Potrebno je i na ovom mjestu naglasiti da će i idealno spravljani beton biti bezvrijedan ukoliko ne pristigne uvijek na vrijeme na mjesto ugradnje.

Betoniranje pilota najdelikatnija je faza izvedbe. Da bi taj posao bio uspješno izveden, potrebno je maksimalno uskladiti rad svih sudionika pri izvedbi, što znači:

- na vrijeme pripremiti i ugraditi armaturne koševe;
- redovito opskrbljivati gradilište pravilno spravljenim i svježim betonom;
- ugradnju betona provoditi ujednačeno, bez prekida i bez vađenja cijevi kontraktora iz betona za vrijeme betoniranja.

Konzistencija betona mjerena pomoću ispitivanja slijeganja (Slump test – slijeganje betona) neposredno prije ugradnje treba biti s $\approx 16-21$. Dane mjere slijeganja odnose se kod uporabe agregata aluvijalnog podrijetla maksimalne veličine zrna 16 mm i za Portland cement (CEM II 42,5 N). U svim drugim slučajevima (sulfatno otporni cement, tucanički agregat itd.) potrebno je posebnu pažnju posvetiti probnom određivanju pogodne smjese betona.

Sekantni piloti

Ukoliko je potrebno osigurati vododrživost, to se može postići izvedbom sekantnih pilota.

Svaki drugi pilot izvodi se bez ugradnje armaturnog koša i služi kao ispuna. Ovi piloti nemaju nosivu funkciju. Kako bi se omogućilo lakše bušenje interpoliranih (nosivih armiranih) pilota, u betonsku mješavinu potrebno je dodati usporivače vezanja. Predviđeno vrijeme vezanja je 40-50 sati nakon ugradnje betona.

Veza između pojedinih pilota se, u cilju postizanja vodonepropusnosti, ostvaruje zasijecanjem armiranih pilota u prethodno izvedene nearmirane pilote. Radi postizanja vododrživosti spojeva pilota neophodno je iskop za pilote izvesti vertikalno, tj. koristiti strojeve s mogućnošću kontrole vertikalnosti. Tolerantno odstupanje od vertikale prema normi HRN EN 1536:2008. iznosi 1%. Tolerantno položajno odstupanje je ± 2 cm.

Obračun rada

Cijena rada za betonske pilote mjeri se u m^3 betona gotovog betona. Jediničnom cijenom obuhvaćena je nabava potrebnih komponenti, priprema i transport betona do mjesta ugradnje.

Cijena rada za ugradnju betona u pilote mjeri se u m^3 gotovog pilota.

f) Uređenje vrha pilotske stijene

Nakon uklanjanja unutarnje stranice uvodnog kanala potrebno je odstraniti nekvalitetan beton na vrhu pilota koji je posljedica tehnologije betoniranja kontraktor postupkom. U ovoj fazi vrši se poravnanje do projektirane kote odbijanja betona, odnosno do donjeg ruba naglavne grede. Izvodi se odmah po djelomičnom vezanju betona.

Obračun rada

Rad se mjeri u m^3 odstranjenog betona. Jediničnom cijenom obuhvaćen je odvoz uklonjenog lošeg betona na odgovarajuću deponiju.

g) Izrada naglavne grede pilotske stijene

Glavna predradnja za izradu naglavne grede je odbijanje nekvalitetnog betona, odnosno uređenje gornjeg ruba pilotne stijene na projektiranu kotu.

Naglavna greda ima značajnu ulogu kod statičkog djelovanja. Zbog načina izvedbe pojedini piloti nisu povezani. Naglavna greda ih međusobno povezuje i time tvori određeni stupanj cjelovitosti zaštitne konstrukcije. Preko naglavne grede vrši se stalna preraspodjela sila i deformacija. Zbog toga naglavna greda predstavlja element kontinuiteta pilotne stijene. Da bi tu ulogu naglavna greda mogla stvarno preuzeti, treba je izvesti prije iskopa. Izvodi se betoniranjem u dvostranoj oplati.

Materijal za izvedbu naglavne grede je:

- beton razreda čvrstoće C25/30, $d_{max} = 32$ mm;
- armatura B500B.

Kvaliteta čelika, betona i njegovih komponenti treba odgovarati TPBK-u. Izvođač predmetnih radova mora imati odgovarajuće dokumente o sukladnosti upotrijebljenog betona i čelika.

Način pripreme betona, ugradnja betona i armature kao i kvaliteta ugrađenog materijala trebaju biti u skladu s odgovarajućim propisima.

Kontrola kvalitete betona naglavne grede provodit će se ispitivanjem čvrstoće probnih kocki. Predviđa se da se na svakih započelih 30 m³ ugrađenog betona ispita po jedna kocka nakon 28 dana.

Obračun radova

Rad se mjeri u m² izvedene naglavne grede. U cijenu je uračunata nabava, doprema, postavljanje, podupiranje, razupiranje i skidanje drvene oplata.

h) Oblaganje pilotske stijene oblogom od mlaznog betona

Kako bi se poravnala neravna površina pilotne stijene, prekrile sidrene grede i glave sidara i omogućilo postavljanje hidroizolacije na ravnu površinu predviđena je ugradnja obloge od mlaznog betona.

Nakon širokog iskopa ručnim poravnanjem površine pilotne stijene na vertikalne površine postavlja se armaturna mreža Q131 uz pričvršćenje na pilote pomoću vijaka za beton.

Prije početka nanošenja mlaznog betona potrebno je sanirati sva mjesta koncentriranih procjeđivanja na preklopima pilota. Mlazni beton ugrađuje se suhim ili mokrim postupkom u debljini od 15 cm. Tehnički uvjeti izvedbe su opisani u OTU-ima.

Traženi razred čvrstoće mlaznog betona je C20/25, a posebnih zahtjeva na trajnost nema. Materijali za izradu betonske mješavine trebaju zadovoljiti iste norme kao i za beton pilota i naglavnice.

Obračun rada

Rad se mjeri u m².

i) Projektanski nadzor

Tijekom izvođenja radova potrebno je provoditi projektantski nadzor. Kod ovakvih vrsta geotehničkih zahvata često u fazi izgradnje nastupaju razne okolnosti koje pri

projektiranju nisu bile poznate ili predvidive. U takvim slučajevima odluke je potrebno donositi na licu mjesta i u kratkom vremenskom periodu kroz upise u građevinski dnevnik u dogovoru s nadzornim inženjerom.

12-05 NORME I TEHNIČKI PROPISI

Ovdje je naveden samo dio normi i propisa koji se odnose na radove, građevinske proizvode i opremu u ovom poglavlju. Izvođači i projektanti dužni su uzeti u obzir i sve ostale važeće zakone, norme i propise koji nisu ovdje navedeni, a odnose se posredno ili neposredno na radove, građevinske proizvode i opremu iz ovog poglavlja.

NORME

HRN EN 998-2:2003,	Specifikacije morta za zide – 2. dio: Mort za zide (EN 998-2:2003)
HRN EN 10223-3:2002	Proizvodi za metalne konstrukcije - Od nelegiranih konstrukcijskih čelika i sitnozrnatih čelika
HRN EN 10244-2:2001	Čelična žica i žičani proizvodi. Neželjezne metalne prevlake na čeličnim žicama. Prevlake od cinka i cinčanih legura.
HRN EN 10223-4:2002	Čelična žica i proizvodi od žice za ograde -- 4. dio: Zavarene čelične mreže za ograđivanje (EN 10223-4:1998)
HRN EN 10218-2:2003	Čelična žica i žičani proizvodi -- Općenito -- 2. dio: Žica, mjere i dopuštena odstupanja (EN 10218-2:1996)
HRN EN 1179:2008	Cink i cinkove legure -- Primarni cink (EN 1179:2003)
HRN ENV 13670-1:2006,	Izvedba betonskih konstrukcija, ispitivanje građevina i održavanje građevina
HRN EN 1997-1:2004	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje – 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004)
HRN EN 1997-2:2007	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje – 2. dio: Geotehnička istraživanja i ispitivanja (EN 1997-2:2007)

NORME ZA GEOTEHNIČKA ISTRAŽIVANJA

HRN EN ISO 22475-1:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Metode uzorkovanja i mjerenja podzemne vode -- 1. dio: Tehnička načela izvedbe (ISO 22475-1:2006; EN ISO 22475-1:2006)
rpHRS CEN ISO /TS 22475-2	Geotechnical investigation and testing -- Sampling methods and groundwater measurements -- Part 2: Qualification criteria for enterprises and personnel (ISO/TS 22475-2:2006; CEN ISO/TS 22475-2:2006)
rpHRS CEN ISO /TS 22475-3	Geotechnical investigation and testing -- Sampling methods and groundwater measurements -- Part 3: Conformity assessment of enterprises and personnel by third party (ISO/TS 22475-3:2007; CEN ISO/TS 22475-3:2007)
HRN EN ISO 22476-2:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Terensko ispitivanje -- 2. dio: Dinamička penetracija (ISO 22476-2:2005; EN ISO 22476-2:2005), Geotechnical investigation and testing -- Field testing -- Part 2: Dynamic probing (ISO 22476-2:2005; EN ISO 22476-2:2005)
HRN EN ISO 22476-3:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Terensko ispitivanje -- 3. dio: Standardno penetracijsko ispitivanje (ISO 22476-3:2005; EN ISO 22476-3:2005), Geotechnical investigation and testing -- Field testing --

	Part 3: Standard penetration test (ISO 22476-3:2005; EN ISO 22476-3:2005)
rpHRS CEN ISO/TS 22476-10	Geotechnical investigation and testing -- Field testing -- Part 10: Weight sounding test (ISO/TS 22476-10:2005; CEN ISO/TS 22476-10:2005)
rpHRS CEN ISO/TS 22476-11	Geotechnical investigation and testing -- Field testing -- Part 11: Flat dilatometer test (ISO 22476-11:2005; CEN ISO/TS 22476-11:2005)
rpHRN EN ISO 22476-12	Geotehničko istraživanje i ispitivanje – Terensko ispitivanje – 12. dio: Ispitivanje statičkim, mehaničkim penetrometrom (CPT) (ISO 22476-12:2009), Geotechnical investigation and testing -- Field testing -- Part 12: Mechanical cone penetration test (CPTM) (ISO 22476-12:2009; EN ISO 22476-12:2009)
HRN EN ISO 14688-1:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija tla -- 1. dio: Identifikacija i opis (ISO 14688-1:2002; EN ISO 14688-1:2002), Geotechnical investigation and testing -- Identification and classification of soil -- Part 1: Identification and description (ISO 14688-1:2002; EN ISO 14688-1:2002)
HRN EN ISO 14688-2:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija tla -- 2. dio: Načela klasifikacije (ISO 14688-2:2004; EN ISO 14688-2:2004), Geotechnical investigation and testing -- Identification and classification of soil -- Part 2: Principles for a classification (ISO 14688-2:2004; EN ISO 14688-2:2004)
HRN EN ISO 14689-1:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija stijene -- 1. dio: Identifikacija i opis (ISO 14689-1:2003; EN ISO 14689-1:2003), Geotechnical investigation and testing -- Identification and classification of rock -- Part 1: Identification and description (ISO 14689-1:2003; EN ISO 14689-1:2003)
HRS CEN ISO/TS 17892-1:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 1. dio: Određivanje vlažnosti (ISO/TS 17892-1:2004; CEN ISO/TS 17892-1:2004), Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 1: Determination of water content (ISO/TS 17892-1:2004; CEN ISO/TS 17892-1:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-2:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 2. dio: Određivanje gustoće sitnozrnoga tla (ISO/TS 17892-2:2004; CEN ISO/TS 17892-2:2004), Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 2: Determination of density of fine grained soil (ISO/TS 17892-2:2004; CEN ISO/TS 17892-2:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-3:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 3. dio: Određivanje gustoće čvrstih čestica -- Metoda piknometra (ISO/TS 17892-3:2004; CEN ISO/TS 17892-3:2004), Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 3: Determination of particle density -- Pycnometer method (ISO/TS 17892-3:2004; CEN ISO/TS 17892-3:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko

4:2008	ispitivanje tla -- 4. dio: Određivanje granulometrijskog sastava (ISO/TS 17892-4:2004; CEN ISO/TS 17892-4:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution (ISO/TS 17892-4:2004; CEN ISO/TS 17892-4:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-5:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 5. dio: Edometarsko ispitivanje s inkrementalnim opterećenjem (ISO/TS 17892-5:2004; CEN ISO/TS 17892-5:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 5: Incremental loading oedometer test (ISO/TS 17892-5:2004; CEN ISO/TS 17892-5:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-6:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 6. dio: Pokus s padajućim šiljkom (ISO/TS 17892-6:2004; CEN ISO/TS 17892-6:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 6: Fall cone test (ISO/TS 17892-6:2004; CEN ISO/TS 17892-6:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-7:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 7. dio: Ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće sitnozrnoga tla (ISO/TS 17892-7:2004; CEN ISO/TS 17892-7:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 7: Unconfined compression test on fine grained soils (ISO/TS 17892-7:2004; CEN ISO/TS 17892-7:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-8:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 8. dio: Nekonsolidirano nedrenirano troosno ispitivanje (ISO/TS 17892-8:2004; CEN ISO/TS 17892-8:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 8: Unconsolidated undrained triaxial test (ISO/TS 17892-8:2004; CEN ISO/TS 17892-8:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-9:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 9. dio: Konsolidirana troosna tlačna ispitivanja tla zasićenog vodom (ISO/TS 17892-9:2004; CEN ISO/TS 17892-9:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 9: Consolidated triaxial compression tests on water saturated soil (ISO/TS 17892-9:2004; CEN ISO/TS 17892-9:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-10:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 10. dio: Izravni posmik (ISO/TS 17892-10:2004; CEN ISO/TS 17892-10:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 10: Direct shear tests (ISO/TS 17892-10:2004; CEN ISO/TS 17892-10:2004)
HRS CEN ISO/TS 17892-11:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 11. dio: Određivanje propusnosti metodom stalnog i promjenjivog potencijala (ISO/TS 17892-11:2004; CEN ISO/TS 17892-11:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 11: Determination of permeability by constant and falling head (ISO/TS 17892-11:2004; CEN ISO/TS 17892-11:2004)

HRS CEN ISO/TS 17892-12:2008	Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 12. dio: Određivanje Atterbergovih granica (ISO/TS 17892-12:2004; CEN ISO/TS 17892-12:2004); Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 12: Determination of Atterberg limits (ISO/TS 17892-12:2004; CEN ISO/TS 17892-12:2004)
------------------------------	--

NORME ZA IZVOĐENJE POSEBNIH GEOTEHNIČKIH RADOVA

HRN EN 1536:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Bušeni piloti (EN 1536:1999); Execution of special geotechnical work -- Bored piles (EN 1536:1999)
HRN EN 12699:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Piloti s razmicanjem tla (EN 12699:2000); Execution of special geotechnical work -- Displacement piles (EN 12699:2000)
HRN EN 14199:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Mikropiloti (EN 14199:2005); Execution of special geotechnical works -- Micropiles (EN 14199:2005)
HRN EN 1538:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Dijafragme (EN 1538:2000); Execution of special geotechnical works -- Diaphragm walls (EN 1538:2000)
HRN EN 12063:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Zagatne stijene od žmurja (EN 12063:1999), Execution of special geotechnical work -- Sheet-pile walls (EN 12063:1999)
HRN EN 1537:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Sidra u tlu i stijeni (EN 1537:1999); Execution of special geotechnical work -- Ground anchors (EN 1537:1999)
HRN EN 14731:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Poboljšanje tla dubinskim vibriranjem (EN 14731:2005); Execution of special geotechnical works -- Ground treatment by deep vibration (EN 14731:2005)
HRN EN 15237:2008	Izvođenje posebnih geotehničkih radova -- Uspravne drenaže (EN 15237:2007); Execution of special geotechnical works -- Vertical drainage (EN 15237:2007)
HRN EN 12715:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Injektiranje (EN 12715:2000); Execution of special geotechnical work -- Grouting (EN 12715:2000)
HRN EN 12716:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Mlazno injektiranje (EN 12716:2001); Execution of special geotechnical works -- Jet grouting (EN 12716:2001)
HRN EN 14679:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Dubinsko miješanje (EN 14679:2005+AC:2006), Execution of special geotechnical works -- Deep mixing (EN 14679:2005+AC:2006)
HRN EN 14475:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Ojačani nasip (EN 14475:2006+AC:2006); Execution of special geotechnical works -- Reinforced fill (EN 14475:2006+AC:2006)
nHRN EN 14490	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Čavlane tlo (FprEN 14490), Execution of special geotechnical works -- Soil nailing (FprEN 14490)

NORME ZA KAMEN

HRN EN 12371:2010	Metode ispitivanja prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na smrzavanje (EN 12371:2010)
HRN EN 12370:1999	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje otpornosti na kristalizaciju soli (EN 12370:1999)
HRN EN 1926:2008	Metode ispitivanja prirodnog kamena -- Određivanje jednoosne tlačne čvrstoće (EN 1926:2006)
HRN EN 1936:2008	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje gustoće i prostorne mase, ukupne i otvorene poroznosti (EN 1936:2006)
HRN EN 12372:2008	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje čvrstoće pri savijanju pod koncentriranim opterećenjem (EN 12372:2006)
HRN EN 12059:2008	Proizvodi od prirodnog kamena -- Dimenzionirani obrađeni kamen -- Zahtjevi (EN 12059:2008)
HRN EN 12407:2008	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Petrografsko ispitivanje (EN 12407:2007)
HRN EN 12440:2008	Prirodni kamen -- Kriteriji za utvrđivanje nazivlja (EN 12440:2008)
HRN EN 13373:2003	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje geometrijskog oblika kamenih elemenata (EN 13373:2003)
HRN EN 13755:2008	Ispitne metode prirodnoga kamena -- Određivanje upijanja vode pri atmosferskom tlaku (EN 13755:2008)
HRN EN 13919:2003	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na SO ₂ u vlažnim uvjetima (EN 13919:2002)
HRN EN 14066:2003	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na starenje od toplinskih promjena (EN 14066:2003)
HRN EN 14147:2004	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na starenje pri djelovanju raspršene solne otopine (EN 14147:2003)
HRN EN 14157:2008	Ispitne metode prirodnoga kamena -- Određivanje otpornosti na abraziju (EN 14157:2004)
HRN EN 14581:2008	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje koeficijenta linearnog termičkog širenja (EN 14581:2004)
HRN EN 13383-1:2003	Kamenozaštite - 1. dio: Specifikacije (EN 13383-1:2002)
HRN EN 13383-1:2003 /AC:2006	Kamenozaštite -- 1. dio: Specifikacije (EN 13383-1:2002/AC:2004)

NORME ZA GEOSINTETIKE

HRN EN ISO 9862:2005	Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka (ISO 9862:2005; EN ISO 9862:2005), Geosynthetics – Sampling and preparation of test specimens (ISO 9862:2005; EN ISO 9862:2005).
HRN EN ISO 9863-1:2005	Geosintetici – Određivanje debljine pri određenim tlakovima – 1. dio: Jednoslojni (ISO 9863-1:2005; EN ISO 9863-1:2005), Geosynthetics – Determination of thickness at specified

	pressures – Part 1: Single layers (ISO 9863-1:2005; EN ISO 9863-1:2005)
HRN EN ISO 9864:2005	Geosintetici – Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom (ISO 9864:2005; EN ISO 9864:2005), Geosynthetics – Test method for the determination of mass per unit area of geotextiles and geotextile-related products (ISO 9864:2005; EN ISO 9864:2005)
HRN EN ISO 10318:2008	Geosintetici – Nazivi i definicije (ISO 10318:2005; EN ISO 10318:2005), Geosynthetics – Terms and definitions (ISO 10318:2005; EN ISO 10318:2005)
HRN EN ISO 10319:2008	Geosintetici – Vlačno ispitivanje na širokim trakama (ISO 10319:2008; EN ISO 10319:2008), Geosynthetics – Wide-width tensile test (ISO 10319:2008; EN ISO 10319:2008)
HRN EN ISO 10320:2001	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Identifikacija na gradilištu (ISO 10320:1999; EN ISO 10320:1999), Geotextiles and geotextile-related products – Identification on site (ISO 10320:1999; EN ISO 10320:1999)
HRN EN ISO 10321:2008	Geosintetici – Vlačno ispitivanje spojeva/šavova na širokim trakama (ISO 10321:2008; EN ISO 10321:2008), Geosynthetics – Tensile test for joints/seams by wide-width strip method (ISO 10321:2008; EN ISO 10321:2008)
HRN EN ISO 11058:2010	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu, bez opterećenja (ISO 11058:2010; EN ISO 11058:2010), Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load (ISO 11058:2010; EN ISO 11058:2010)
HRN EN 12224:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Određivanje otpornosti na starenje (EN 12224:2000), Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the resistance to weathering (EN 12224:2000)
HRN EN 12225:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Metoda za određivanje mikrobiološke otpornosti postupkom zakapanja u tlo (EN 12225:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Method for determining the microbiological resistance by a soil burial test (EN 12225:2000)
HRN EN 12226:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Opći postupci za vrednovanje nakon ispitivanja postojanosti (EN 12226:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- General tests for evaluation following durability testing (EN 12226:2000)
HRN EN ISO 12236:2008	Geosintetici -- Ispitivanje statičkim probijanjem (CBR ispitivanje) (ISO 12236:2006; EN ISO 12236:2006)

	Geosynthetics -- Static puncture test (CBR test) (ISO 12236:2006; EN ISO 12236:2006)
HRN EN ISO 12956:2010	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Određivanje karakteristične veličine otvora (ISO 12956:2010; EN ISO 12956:2010), Geotextiles and geotextile-related products -- Determination of the characteristic opening size (ISO 12956:2010; EN ISO 12956:2010)
HRN EN ISO 12957-1:2005	Geosintetici -- Određivanje značajka trenja -- 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom (ISO 12957-1:2005; EN ISO 12957-1:2005), Geosynthetics -- Determination of friction characteristics -- Part 1: Direct shear test (ISO 12957-1:2005; EN ISO 12957-1:2005)
HRN EN ISO 12957-2:2005	Geosintetici -- Određivanje značajka trenja -- 2. dio: Ispitivanje na nagnutoj ravnini (ISO 12957-2:2005; EN ISO 12957-2:2005), Geosynthetics -- Determination of friction characteristics -- Part 2: Inclined plane test (ISO 12957-2:2005; EN ISO 12957-2:2005)
HRN EN ISO 12958:2010	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Određivanje kapaciteta otjecanja vode u ravnini (ISO 12958:2010; EN ISO 12958:2010), Geotextiles and geotextile-related products -- Determination of water flow capacity in their plane (ISO 12958:2010; EN ISO 12958:2010)
HRN EN 13251/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija (EN 13251:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Required characteristics for use in earthworks, foundations and retaining structures (EN 13251:2000/A1:2005)
HRN EN 13251:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija (EN 13251:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in earthworks, foundations and retaining structures (EN 13251:2000)
HRN EN 13252/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u drenažnim sustavima (EN 13252:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Required characteristics for use in drainage systems (EN 13252:2000/A1:2005)
HRN EN 13252:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u drenažnim sustavima (EN 13252:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in drainage systems (EN 13252:2000)
HRN EN 13253/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u sustavima kontrole

	vanjske erozije (EN 13253:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Required characteristics for use in external erosion control systems (EN 13253:2000/A1:2005)
HRN EN 13253:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u zaštiti od erozije (zaštita obale, obaloutvrde) (EN 13253:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in erosion control works (coastal protection, bank revetments) (EN 13253:2000)
HRN EN 13254/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana (EN 13254:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams (EN 13254:2000/A1:2005)
HRN EN 13254/AC:2004	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana (EN 13254:2000/AC:2003), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams (EN 13254:2000/AC:2003)
HRN EN 13254:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana (EN 13254:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams (EN 13254:2000)
HRN EN 13255/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala (EN 13255:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of canals (EN 13255:2000/A1:2005)
HRN EN 13255/AC:2004	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala (EN 13255:2000/AC:2003), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of canals (EN 13255:2000/AC:2003)
HRN EN 13255:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala (EN 13255:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of canals (EN 13255:2000)
HRN EN ISO 13428:2005	Geosintetici -- Određivanje učinkovitosti zaštite geosintetikom od oštećenja udarcem (ISO 13428:2005; EN ISO 13428:2005), Geosynthetics -- Determination of the protection efficiency of a geosynthetic against impact damage (ISO 13428:2005; EN ISO 13428:2005)
HRN EN ISO 13431:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom --

	Određivanje puzanja pri vlaku i ponašanje pri slomu uslijed puzanja (ISO 13431:1999; EN ISO 13431:1999), Geotextiles and geotextile-related products -- Determination of tensile creep and creep rupture behaviour (ISO 13431:1999; EN ISO 13431:1999)
HRN EN ISO 13433:2008	Geosintetici -- Ispitivanje dinamičkim probijanjem (ispitivanje padajućim stošcem) (ISO 13433:2006; EN ISO 13433:2006), Geosynthetics -- Dynamic perforation test (cone drop test) (ISO 13433:2006; EN ISO 13433:2006)
HRN EN ISO 13437:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Metoda za ugradnju uzoraka u tlo, vađenje uzoraka iz tla i ispitivanje uzoraka u laboratoriju (ISO 13437:1998; EN ISO 13437:1998), Geotextiles and geotextile-related products -- Method for installing and extracting samples in soil, and testing specimens in laboratory (ISO 13437:1998; EN ISO 13437:1998)
HRN EN ISO 13438:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Selektivna ispitna metoda za određivanje otpornosti na oksidaciju (ISO 13438:2004; EN ISO 13438:2004), Geotextiles and geotextile-related products -- Screening test method for determining the resistance to oxidation (ISO 13438:2004; EN ISO 13438:2004)
HRN EN 14030:2004	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Selektivna metoda ispitivanja za određivanje otpornosti prema kiselim i lužnatim tekućinama (ISO/TR 12960:1998, preinačena; EN 14030:2001+A1:2003), Geotextiles and geotextile-related products -- Screening test method for determining the resistance to acid and alkaline liquids (ISO/TR 12960:1998, modified; EN 14030:2001+A1:2003)
HRN CEN/TR 15019:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Kontrola kvalitete na gradilištu (CEN/TR 15019:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- On-site quality control (CEN/TR 15019:2005)

TEHNIČKI PROPISI

1.	Tehnički propis za betonske konstrukcije	NN 139/09,14/10,15/10
2.	Tehnički propis za zidane konstrukcije	NN 01/07,125/10
3.	Tehnički propis za čelične konstrukcije	NN 112/08,125/10
4.	Tehnički propis za drvene konstrukcije	NN 121/07, 58/09
5.	Tehnički propis za spregnute konstrukcije od čelika i betona	NN 119/09,125/10
6.	Tehnički propis o građevinskim proizvodima	NN 33/10
7.	Tehnički propis o izmjeni i dopuni tehničkog propisa o građevinskim proizvodima	NN 87/10