INSTITUT IGH d.d.
RC RIJEKA
51 227 Kukuljanovo
Kukuljanovo 182/2
OIB 79766124714
ODJEL ZA GEOTEHNIKU

INVESTITOR:
**GRAD SPLIT**
**OBALA KNEZA BRANIMIRA 17**
**21000 SPLIT**

| | |
|---|---|
| Građevina: | **ODLAGALIŠTE OTPADA KAREPOVAC U SPLITU** |
| Lokacija: | **K.O. KAMEN** |
| Oznaka paketa: | **PAKET A** |
| Faza: | **1** |
| Mapa: | **9A - TEHNOLOŠKO-GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE ODLAGALIŠTA - IZGRADNJA ZAVRŠNO PREKRIVNOG SUSTAVA - TEKST** |
| Vrsta projekta (razina i struka): | **IZVEDBENI GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| Zajednička oznaka projekta: | **62214188-A** |
| Broj projekta: | **73320-15/16** |
| Glavni projektant: | **DAVOR BARAĆ, dipl.ing.građ., PMP** |
| Projektant: | **MAJA VUKOVIĆ BOGOVIĆ, mag.ing.aedif.** |
| Direktor RC Rijeka: | **JOSIP BRAJDIĆ, dipl. ing. građ.** |
| Mjesto i datum: | **Rijeka, listopad 2016.** |

KOPIJA BR. _

REVIZIJA 0

| | |
|---|---|
| Izradio: | **INSTITUT IGH d.d.**<br>**Odjel za geotehniku – RC Rijeka**<br>**51 227 Kukuljanovo, Kukuljanovo 182/2** |
| Građevina: | **ODLAGALIŠTE OTPADA KAREPOVAC U SPLITU** |
| Oznaka paketa: | **PAKET A** |
| Faza: | **1** |
| Mapa: | **9A - TEHNOLOŠKO-GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE ODLAGALIŠTA - IZGRADNJA ZAVRŠNOG PREKRIVNOG SUSTAVA - TEKST** |
| Vrsta projekta (razina i struka): | **IZVEDBENI GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| Zajednička oznaka projekta: | **62214188-A** |
| Broj projekta: | **73320-15/16** |

# I. OPĆI DIO

Mjesto i datum: Rijeka, listopad 2016.

# OPĆI SADRŽAJ

ODLAGALIŠTE OTPADA KAREPOVAC U SPLITU – PAKET A

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: 62214188-A

MAPA 0 - ORGANIZACIJA I VREMENSKI OKVIR IZVOĐENJA RADOVA
Projektant: Maja Vuković Bogović, mag. ing. aedif.
Broj projekta: 73320-13/16

MAPA 1 – TEHNOLOŠKO-GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE ODLAGALIŠTA – IZGRADNJA NOVE PLOHE
Projektant: Maja Vuković Bogović, mag. ing. aedif.
Broj projekta: 73320-14/16

MAPA 1 se sastoji od dvije podmape:

MAPA 1A – TEKST
MAPA 1B – NACRTI

MAPA 2 - GRAĐEVINSKI PROJEKT OBJEKATA ZA PRIHVAT PROCJEDNIH VODA IZ TIJELA ODLAGALIŠTA
Projektant odvodnje: Jasminka Busatto, dipl. ing. građ.
Projektant konstrukcije: Petar Matulić, dipl. ing. građ.
Broj projekta: 73140-015/16

MAPA 3 - GRAĐEVINSKI PROJEKT ODVODNJE PROCJEDNIH VODA DO UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE "STUPE"
Projektant odvodnje: Jasminka Busatto, dipl. ing. građ.
Broj projekta: 73140-016/16

MAPA 4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT CESTE I OBODNOG NASIPA
Projektant prometnica: Goran Maretić, dipl. ing. građ.
Projektant geotehničke konstrukcije: Nataša Molk, dipl. ing. građ.
Broj projekta: 73110-20/16

MAPA 5 - GRAĐEVINSKI PROJEKT OBODNOG KANALA S ODVODNJOM OBORINSKIH VODA DO POTOKA „ROKALOVO“
Projektant odvodnje: Vedrana Kuzmanić Mišica, dipl.ing.građ.
Projektant konstrukcije: Vedrana Šarić, dipl. ing. građ.
Broj projekta: 73140-017/16

MAPA 6 - GRAĐEVINSKI PROJEKT HIDRANTSKE MREŽE S PRPADAJUĆIM GRAĐEVINAMA
Projektant odvodnje: Jasminka Busatto, dipl. ing. građ.
Projektant konstrukcije: Petar Matulić, dipl. ing. građ.
Broj projekta: 73140-018/16

MAPA 7 - ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKI PROJEKT ULAZNO-IZLAZNE ZONE
Projektant arhitektonskog projekta: Filip Draksler, dipl. ing. arh.
Projektant konstrukcije: Petar Matulić, dipl. ing. građ.
Projektant prometnih površina: Goran Maretić, dipl. ing. građ.
Projektant termotehničkih instalacija: Vladimir Kundid, dipl. ing. stroj.
Broj projekta: 72420-538/16

MAPA 7 se sastoji od četiri podmape:

MAPA 7A – ARHITEKTONSKI IZVEDBENI PROJEKT ZGRADE ULAZNO - IZLAZNE ZONE
MAPA 7B – GRAĐEVINSKI IZVEDBENI PROJEKT - PLAN ARMATURE
MAPA 7C – GRAĐEVINSKI IZVEDBENI PROJEKT PROMETNIH POVRŠINA ULAZNO - IZLAZNE ZONE
MAPA 7D – STROJARSKI PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA
Broj projekta: 16-25-IP

MAPA 8 - GRAĐEVINSKI PROJEKT OPSKRBE I ODVODNJE ULAZNO-IZLAZNE ZONE
Projektant: Jasminka Busatto, dipl. ing. građ.
Broj projekta: 73140-019/16

MAPA 9 – TEHNOLOŠKO-GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE ODLAGALIŠTA – IZGRADNJA ZAVRŠNOG PREKRIVNOG SUSTAVA
Projektant: Maja Vuković Bogović, mag. ing. aedif.
Broj projekta: 73320-15/16

MAPA 9 se sastoji od dvije podmape:

MAPA 9A – TEKST
MAPA 9B – NACRTI

MAPA 10 - PROJEKT KRAJOBRAZNOG UREĐENJA
Projektant: Vanda Sabolović, mag. ing. prosp. arch.
Broj projekta: 72110-IZV-00187-2016

MAPA 11 - PROJEKT ELEKTROTEHNIČKIH INSTALACIJA
Projektant: mr. sc. Zdravko Bašić, dipl. ing. el.
Broj projekta: TDE 16079-IP

MAPA 11 se sastoji od tri podmape:

MAPA 1/11 – VODEĆA KNJIGA ELEKTROTEHNIČKIH INSTALACIJA S GLAVNOM NN PLOČOM I OSTALIM INSTALACIJAMA
MAPA 2/11 – NISKONAPONSKI RAZDJELNIK HIDROFORSKE STANICE
MAPA 3/11 – NISKONAPONSKI RAZDJELNIK PRECRPNE STANICE

MAPA 12 - TS10(20)/0,4 kV "KAREPOVAC 2"
Projektant: mr. sc. Zdravko Bašić, dipl. ing. el.
Broj projekta: TDE 16058-IP

MAPA 13 - PLAN IZVOĐENJA RADOVA
Izrađivač: Mladen Gizdavec, struč. spec. ing. aedif.
Broj projekta: 72211-47/16

Glavni projektant:
Davor Barać, dipl. ing. građ., PMP

# SADRŽAJ MAPE 9A

Naslovna stranica stranica

I. OPĆI DIO ..... 2
OPĆI SADRŽAJ ..... 3
SADRŽAJ MAPE 9A ..... 6
POPIS SUDIONIKA NA IZRADI PROJEKTA ..... 10
REGISTRACIJA PODUZEĆA ..... 11
RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA ..... 15
IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI IZVEDBENOG PROJEKTA SA PROSTORNO PLANSKOM DOKUMENTACIJOM I LOKACIJSKOM DOZVOLOM ..... 16
POPIS PRIMIJENJENIH ZAKONA, PRAVILNIKA, PROPISA I NORMI ..... 17
POPIS KORIŠTENIH PODLOGA ..... 18
II. TEHNIČKI DIO ..... 2
1. UVOD ..... 3
2. TEHNIČKI OPIS ..... 4
2.1. ZAVRŠNI PREKRIVNI SUSTAV ..... 4
2.1.1. Sustav za otplinjavanje ..... 6
2.1.2. Rekultivacija ..... 6
2.2. ZAVRŠNI PREKRIVNI SUSTAV I SUSTAV ZA UPRAVLJANJE POVRŠINSKIM VODAMA ..... 7
2.2.1. Uvod ..... 7
2.2.2. Završni prekrivni sustav ..... 8
2.2.3. Sustav prikupljanja i odvodnje oborisnkih voda ..... 10
2.3. DEPONIJSKI PLIN ..... 13
2.3.1. Mjere zaštite pri izvedbi sustava otplinjavanja ..... 19
2.3.2. Vijek uporabe i održavanje sustava otplinjavanja ..... 22
2.3.3. Projektirani vijek uporabe građevine ..... 22
2.3.4. Uvjeti održavanja ..... 23
3. GEOTEHNIČKE ANALIZE STABILNOSTI ZAVRŠNOG PREKRIVNOG SUSTAVA ..... 25
3.1. PLITKA STABILNOST ZAVRŠNOG PREKRIVNOG SUSTAVA ..... 25
3.2. DUGOTRAJNA STABILNOST ZAVRŠNOG BRTVENOG SUSTAVA ..... 27
3.3. DUGOTRAJNA STABILNOST UZ POTRESNO OPTEREĆENJE ..... 28
3.4. KRATKOTRAJNA STABILNOST PREKRIVNOG BRTVENOG SUSTAVA ..... 30
3.5. PRORAČUN SIDRENOG JARKA ..... 31
3.6. PRORAČUN KOLIČINA ODLAGALIŠNOG PLINA ..... 32
3.7. PRORAČUN KOLIČINA ODLAGALIŠNOG PLINA ZA STARI OTPAD (1960. - 1985.) ..... 33
3.8. PRORAČUN KOLIČINA ODLAGALIŠNOG PLINA NA NOVI OTPAD (1986. - 2018.) ..... 34

4. TEHNIČKI UVJETI GRAĐENJA I KONTROLA KVALITETE UGRADNJE ..... 35
4.1. PRIPREMNI RADOVI ..... 35
4.1.1. Općenito ..... 35
4.1.2. Definicije ..... 35
4.1.3. Priprema gradnje ..... 35
4.1.4. Čišćenje i priprema terena ..... 36
4.2. GEODEZIJA ..... 37
4.2.1. Opis rada ..... 37
4.2.2. Opće odredbe za izvedbu geodetskih radova ..... 37
4.2.3. Postavljanje profila nasipa (kanala) ..... 38
4.2.4. Kontrola iskolčenja u vrijeme građenja ..... 39
4.2.5. Predaja geodetskih točaka po završetku radova ..... 39
4.2.6. Obračun radova ..... 39
4.3. IZRAVNAVAJUĆI SLOJ IZNAD OTPADA ..... 40
4.3.1. Općenito ..... 40
4.3.2. Materijal ..... 41
4.3.3. Ugradnja ..... 41
4.3.4. Kontrola kvalitete ..... 41
4.3.5. Obračun radova i plaćanje ..... 42
4.4. GEOKOMPOZITNI DREN ZA PLIN ..... 44
4.4.1. Općenito ..... 44
4.4.2. Materijali ..... 45
4.4.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje ..... 47
4.4.4. Izvedba ..... 47
4.4.5. Kontrola kvalitete ..... 48
4.5. LAMINIRANI KOMPOZITNI BRTVENI SLOJ ..... 50
4.5.1. Općenito ..... 50
4.5.2. Proizvodi ..... 52
4.5.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje ..... 54
4.5.4. Izvedba ..... 55
4.5.5. Kontrola kvalitete ..... 57
4.6. GEOSINTETSKA GLINENA BARIJERA (GCL) ..... 59
4.6.1. Tekuća kontrola kvalitete ..... 61
4.6.2. Ugradnja materijala ..... 63
4.7. GEOKOMPOZITNI DREN ZA VODU ..... 68
4.7.1. Općenito ..... 68
4.7.2. Materijali ..... 69
4.7.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje ..... 71
4.7.4. Izvedba ..... 71

4.7.5. Kontrola kvalitete ..... 72
4.8. ARMIRANO GEOPLETIVO ..... 75
4.8.1. Opseg radova ..... 75
4.8.2. Materijal ..... 75
4.8.3. Tekuća kontrola kvalitete ..... 76
4.8.4. Ugradnja materijala ..... 77
4.9. REKULTIVIRAJUĆI SLOJ ..... 80
4.9.1. Općenito ..... 80
4.9.2. Definicije ..... 80
4.9.3. Norme ..... 80
4.9.4. Materijali ..... 81
4.9.5. Izvedba ..... 82
4.9.6. Kontrola kvalitete ..... 82
4.9.7. Humusni sloj, zatravnjivanje i zaštita od erozije (geopletivo) ..... 83
4.10. SUSTAV OTPLINJAVANJA – PLINSKE INSTALACIJE ..... 87
4.10.1. Općenito ..... 87
4.10.2. Materijal za cijevi ..... 88
4.10.3. Materijal za ventile ..... 92
4.10.4. Izvedba ..... 92
4.10.5. Kontrola kvalitete ..... 93
4.10.6. Tlačna proba ..... 94
4.10.7. Obračun radova i plaćanje ..... 96
4.11. ISPUNA ZA PLINSKE ZDENCE 32-64 MM ..... 97
4.12. CIJEVI ZA OBORINSKE VODE ..... 98
4.12.1. Općenito ..... 98
4.12.2. Materijal ..... 98
4.12.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje ..... 98
4.12.4. Izvedba ..... 99
4.12.5. Kontrola kvalitete ..... 100
4.12.6. Obračun radova i plaćanje ..... 101
4.13. ZAŠTITNI GEOTEKSTIL 1200 g/m$^2$ ..... 102
4.13.1. Opseg radova ..... 102
4.13.2. Norme ..... 102
4.13.3. Obveze proizvođača ..... 103
4.13.4. Materijal ..... 103
4.13.5. Isporuka, skladištenje i rukovanje ..... 104
4.13.6. Izvedba ..... 105
4.13.7. Kontrola kvalitete ..... 106
4.13.8. Obračun radova i plaćanje ..... 107

4.14. GLATKA GEOMEMBRANA ..... 108
4.14.1. Općenito ..... 108
4.14.2. Proizvodi ..... 110
4.14.3. Izvedba ..... 111
4.14.4. Ispitivanja kontrole kvalitete građenja (CQC) ..... 113
4.15. TKANI GEOTEKSTIL (100 g/m$^2$) ..... 115
4.15.1. Općenito ..... 115
4.15.2. Materijal ..... 116
4.15.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje ..... 117
4.15.4. Izvedba ..... 118
4.15.5. Kontrola kvalitete ..... 118
4.15.6. Obračun radova i plaćanje ..... 119
4.16. GABIONI ..... 120
4.16.1. Općenito ..... 120
4.16.2. Žica za izradu mreža ..... 120
4.16.3. Mreže ..... 120
4.16.4. Proizvodnja i kontrola kvalitete ..... 120
4.16.5. Doprema, skladištenje i manipulacija ..... 120
4.16.6. Ugradnja ..... 120
4.16.7. Postupak ugradnje ..... 121
4.16.8. Ispitivanje materijala gabiona ..... 122
4.16.9. Tehnički uvjeti za kamenu ispunu gabiona ..... 122
4.16.10. Obračun rada ..... 123
4.17. RIP-RAP ..... 124
4.17.1. Općenito ..... 124
4.17.2. Materijal ..... 124
4.17.3. Izvedba ..... 124
4.17.4. Kontrola kvalitete ..... 125
4.18. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI ..... 126

# POPIS SUDIONIKA NA IZRADI PROJEKTA

Izvedbeni građevinski projekt sanacije odlagališta otpada Karepovac u Splitu, broj projekta 73320-15/16, Mapa 9A Tehnološko – građevinski projekt sanacije odlagališta Karepovac – izgradnja završnog prekrivnog sustava - Tekst, izradio je INSTITUT IGH d.d., Odjel za geotehniku, RC Rijeka, za Investitora: Grad Split.

Projektant:

Maja VUKOVIĆ BOGOVIĆ, mag.ing.aedif.
Institut IGH d.d.
Odjel za geotehniku

Suradnici:

Marija ANTUNOVIĆ, dipl.ing.građ.
Institut IGH d.d.
Odjel za temeljenje

Višnja BRUKETA, struc.spec.ing.aedif.
Institut IGH d.d.
Odjel za temeljenje

Davor BARAĆ, dipl. ing. građ.
PanGeo Projekt d.o.o.

Ivan MALIŠA, mag.ing.aedif.
PanGeo Projekt d.o.o.

Marin HERENDA, dipl.ing.prom.
H-Projekt d.o.o.

Voditeljica Odjela za geotehniku:
Maja Vuković Bogović, mag.ing.aedif.

RN: 62214188

# REGISTRACIJA PODUZEĆA

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
080080959

OIB:
79766124714

TVRTKA:
29 INSTITUT IGH, dioničko društvo za istraživanje i razvoj u graditeljstvu

29 English INSTITUT IGH, joint-stock company for research and development in civil engineering

24 INSTITUT IGH. d.d.

SJEDIŠTE/ADRESA:
1 Zagreb (Grad Zagreb)
Janka Rakuše 1

PRAVNI OBLIK:
1 dioničko društvo

PREDMET POSLOVANJA:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 22.1 | - Izdavačka djelatnost |
| 1 | 45 | * Graditeljstvu |
| 1 | 72.20 | - Savjet. i priprav. programske opr.(software-a) |
| 1 | 72.30 | - Obrada podataka |
| 1 | 73.10.2 | - Istraž. i razvoj u tehn. i tehnol. znan. |
| 1 | 74.14 | - Savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravlj. |
| 1 | 74.15 | - Upravljanje holding-društvima |
| 1 | 74.20 | - Arhitektonske i inženj. djel. i tehn. savjet. |
| 1 | 74.30 | - Tehničko ispitivanje i analiza |
| 1 | * | - znanstvena istraživanja,razvojna istraživanja,objavljivanje rezultata znanstvenih i razvojnih istraživanja,znanstveno usmjeravanje, |
| 1 | * | - te održavanje i razvoj znanstveno istraživačke strukture |
| 1 | * | - Unapređivanje opće, tehničke i autonomne regulative područja građevinarstva i drugim područjima u kojima je potrebno poznavanje građevinske struke, |
| 1 | * | - obrada i koordinacija primjene međunarodne regulative u građevinarstvu. |
| 1 | * | - Unapređenje razvojnih programa i tehnologija građenja |
| 1 | * | - Izrada studija utjecaja objekata na okoliš sa stajališta zaštite, očuvanja i unapređenja prostora |
| 1 | * | - Organizacija i provođenje aktivnosti u užem znanstvenom i stručnom usavršavanju |

[004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 1 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | * | - Kontrola tehničke dokumentacije u pogledu stabilnosti, sigurnosti, funkcionalnosti, fizikalnih svojstava i ekonomičnosti |
| 1 | * | - Provjera i ocjena pouzdanosti organizacija koje izvode aktivnosti od utjecaja na sigurnost, kvalitetu i funkcionalnost građevinskih objekata |
| 1 | * | - Vještačenja iz oblasti građevinarstva, tehnika, tehnologija i procjene ekonomike građenja |
| 1 | * | - Stvaranje i vođenje registra objekata i infrastrukture, te praćenje građevinskog stanja, stanja eksploatacije i stanja održavanja. |
| 4 | * | - stručni poslovi zaštite okoliša |
| 4 | * | - stručni poslovi prostornog uređenja u vezi sa izradom dokumenata prostornog uređenja i stručnih podloga za izdavanje lokacijskih dozvola |
| 4 | * | - KLASIFIKACIJA PROJEKATA ZA: |
| 4 | * | - - arhitektonsko područje projektiranja (za arhitektonske projekte građevina, projekte vrsnoćenja uređenja građevina i projekte krajobraznog uređenja); |
| 4 | * | - - strojarsko područje projektiranja (za projekte energetskih građevina, projekte skladištenja i prijenosa plinovitih i tekućih tvari); |
| 9 | * | - programiranje i izvođenje geotehničkih istražnih radova; |
| 9 | * | - izrada geotehničkih mišljenja, studija, elaborata i projekata |
| 9 | * | - izrada građevinskih projekata geotehničkih konstrukcija; |
| 9 | * | - laboratorijska ispitivanja tla i stijena; |
| 9 | * | - terenska ispitivanja tla i stijena u istražnim bušotinama; |
| 9 | * | - opažanja geotehničkih konstrukcija; |
| 9 | * | - laboratorijska i terenska ispitivanja geotekstila; |
| 9 | * | - geološko istraživanje energetskih, metalnih i nemetalnih sirovina; |
| 9 | * | - hidrogeološka istraživanja (geološka, strukturnogeološka i hidrogeološka istraživanja, ispitivanje hidrauličkih parametara podzemnih voda, projektiranje zahvata podzemnih voda uključujući i radove za potrebu vodoopskrbe, te za izradu podloga |
| 9 | * | - za građevinske objekte); |
| 9 | * | - inženjerskogeološka istraživanja (geološka, strukturnogeološka i inženjerskogeološka istraživanja za izradu podloga za projektiranje građevinskih objekata); |

[004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 2 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

| | | |
|---|---|---|
| 9 | * | - organizacija, nadzor pri izvođenju i projektiranje inženjerskogeoloških i hidrogeoloških radova; |
| 9 | * | - istraživanje podzemnih voda i inženjerskogeoloških obilježja terena za potrebe studija i projektiranje zaštite okoliša; |
| 9 | * | - geofizička istraživanja za potrebe zaštite okoliša, te za izradu podloga za arheološka istraživanja; |
| 9 | * | - obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara i to: istraživanje i dokumentiranje nosive konstrukcije kulturnog dobra i izrada idejnog rješenja, te idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za sanaciju nosive konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, |
| 9 | * | - odnosno arhitektonsko dokumentiranje kulturnog dobra i izrada idejnog rješenja, te idejnog glavnog i izvedbenog projekta za radove na nepokretnom kulturnom dobru te nanesija materijala na nepokretnom kulturnom dobru. |
| 12 | * | - razvijanje interdisciplinarnih djelatnosti potrebnih za razvoj i unapređenje građevinarstva |
| 12 | * | - izrada prototipova i serija mjernih uređaja u građevinarstvu |
| 12 | * | - konzultacije i osiguranje kvalitete tehničke opreme objekata |
| 12 | * | - izrada i uvođenje programa osiguranja kvalitete |
| 12 | * | - priprema i sređivanje tehničke dokumentacije |
| 12 | * | - usluge certificiranja |
| 12 | * | - izrada tehničkih dopuštenja |
| 12 | * | - izvođenje investicijskih radova u zemlji i inozemstvu |
| 12 | * | - usluge istraživanja te pružanje i korištenje informacija i znanja u privredi i znanosti |
| 12 | * | - usluge kontrole kvalitete i kvantitete u izvozu i uvozu robe |
| 12 | * | - zastupanje inozemnih tvrtki |
| 13 | * | - građevinsko područje projektiranja (za građevinske projekte konstrukcije visokogradnje, projekte inženjerskih građevina, projekte vodovoda i kanalizacije za vanbrogradnje i površinu terena, vodovod i kanalizacije, projekte plinovoda, |
| 13 | * | - projekte u vodogradnji, projekte temeljenja i ostale građevinske projekte |
| 13 | * | - geofizička istraživanja za potrebe inženjerskogeoloških, hidrogeoloških i geotehničkih istraživanja, te kontrolna ispitivanja i provjera kvalitete na građevinskim objektima |

[004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 3 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

| | | |
|---|---|---|
| 29 | * | - obavljanje stručnih poslova prostornog uređenja |
| 29 | * | - obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje |
| 29 | * | - poslovi izrade projektne dokumentacije za vodnogospodarske građevine i vodne sustave |
| 29 | * | - izrada elaborata stalnih geodetskih točaka za potrebe osnovnih geodetskih radova |
| 29 | * | - izrada elaborata imjena, obilježavanja i održavanja državne granice |
| 29 | * | - izrada elaborata izrade Hrvatske osnovne karte |
| 29 | * | - izrada elaborata izrade digitalnih ortofotokarata |
| 29 | * | - izrada elaborata izrade detaljnih topografskih karata |
| 29 | * | - izrada elaborata izrade preglednih topografskih karata |
| 29 | * | - izrada elaborata katastarske imjere |
| 29 | * | - izrada elaborata tehničke reambulacije |
| 29 | * | - izrada elaborata prevođenja katastarskog plana u digitalni oblik |
| 29 | * | - izrade elaborata prevođenja digitalnog katastarskog plana u zadanu strukturu |
| 29 | * | - izrada elaborata za homogenizaciju katastarskog plana |
| 29 | * | - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra zemljišta |
| 29 | * | - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra nekretnina |
| 29 | * | - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata za potrebe pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina |
| 29 | * | - izrade elaborata katastra vodova i drugih geodetske poslove za potrebe pružanja geodetskih usluga |
| 29 | * | - tehničko vođenje katastra vodova |
| 29 | * | - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja |
| 29 | * | - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe projektiranja |
| 29 | * | - izrada geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije |
| 29 | * | - izrada geodetskog projekta |
| 29 | * | - iskolčenje građevina i izrada elaborata iskolčenja građevina |
| 29 | * | - izrada geodetskog situacijskog nacrta izgrađene građevine |
| 29 | * | - geodetsko praćenje građevine u gradnji i izrada elaborata geodetskog praćenja |
| 29 | * | - praćenje pomaka građevine u njezinom održavanju i izrada elaborata geodetskog praćenja |
| 29 | * | - geodetski poslovi koji se obavljaju u svrhe |

[004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 4 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

urbane komasacije
29 * - izrada projekta komasacije poljoprivrednog zemljišta i gmuomiene vrednote kuća za uključenje u okviru komasacije poljoprivrednog zemljišta
29 * - izrada posebnih geodetskih podloga za zaštićena i štićena područja
29 * - stručni nadzor nad radovima: izrada elaborata katastra radova i stručni geodetski poslovi za potrebe pružanja geodetskih usluga, tehničkog vođenja katastra vodova, izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja, izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe projektiranja, izrada geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije, izrada geodetskog projekta, iskolčenja građevina i izrada elaborata iskolčenja građevine, geodetskog praćenja građevine u gradnji i izrada elaborata geodetskog praćenja, praćenja pomaka građevine u njezinom održavanju i izrada elaborata geodetskog praćenja, te izrade posebnih geodetskih podloga za zaštićene i štićene područja
36 * - stručni poslovi zaštite prirode
36 * - stručni poslovi zaštite od buke
45 * - računovodstveni poslovi

NADZORNI ODBOR:

45 Vlado Čović, OIB: 37833857103
Šibenik, Braće Vukman 6
45 - član nadzornog odbora
45 - postao član nadzornog odbora 20.12.2012. godine

50 Dubica Mezhad, OIB: 09305905189
Zagreb, I. Pile 54
50 - član nadzornog odbora
50 - postala član nadzornog odbora 30.06.2013. godine

54 Prof.dr.sc. Jure Radić, OIB: 26241209982
Zagreb, Korjak 50
54 - predsjednik nadzornog odbora
54 - postao član i predsjednik nadzornog odbora 07.05.2014. godine

54 Veniamin Mezhibovskiy, OIB: 81805733078
Zagreb, Tuškanac 51
54 - zamjenik predsjednika nadzornog odbora
54 - postao član i zamjenik predsjednika nadzornog odbora 07.05.2014. godine

D004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 5 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

NADZORNI ODBOR:

54 Sergej Gljadelkin, OIB: 53315489040
Zagreb, Bednjanska 10
54 - član nadzornog odbora
54 - postao član nadzornog odbora 07.05.2014. godine

58 Sergej Gljadelkin, OIB: 50886241583
Zagreb, Dežmanova 5
58 - član nadzornog odbora
58 - od 28.08.2014.

58 Igor Tkach, OIB: 26620139078
Bugarska, Sofia, Stolična, Mladost 176-1-4-15
58 - član nadzornog odbora
58 - od 28.08.2014.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

45 Davor Milakovic, OIB: 46798969262
Zagreb, Vesnika Tenžera 9
45 - prokurist
45 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

45 Žarko Deškovic, OIB: 78923053725
Split, Ban Mladenova 2
45 - prokurist
45 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

48 Eugenio Močinic, OIB: 61801507254
Rijeka, Žmunjska 8
48 - prokurist
48 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

48 Miroslav Paunar, OIB: 07118482292
Osijek, Savska 5
48 - prokurist
48 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

51 Suzana Audić Vuletić, OIB: 56629254230
Zagreb, Bukovčev trg 1
51 - prokurist
51 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

51 Igor Obajlić, OIB: 87537781165
Zagreb, Barutanski jarak 35
51 - prokurist
51 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

57 Josip Majer, OIB: 95203736796
Zagreb, Koranđanska cesta 166
57 - prokurist
57 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave od

D004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 6 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:
06.06.2014. godine

60 Ivan Paladina, OIB: 56973921390
Zagreb, Petra Svačića 3
60 - predsjednik uprave
60 - zastupa društvo samostalno i pojedinačno, postao član i predsjednik uprave dana 01.03.2015. godine

65 OLIVER KEMRIČ, OIB: 48555936570
Zagreb, UJEVIĆEVA ULICA 12
60 - član uprave
60 - zastupa društvo zajedno s drugim članom uprave ili zajedno s prokuristom, postao član uprave dana 01.03.2015. godine

64 Tomislav Burić, OIB: 78855901191
Zagreb, Marije Jambrišak 1 A
64 - prokurist
64 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

64 Mladen Ilijašević, OIB: 41266892192
Odra, Nova cesta 71
64 - prokurist
64 - zastupa društvo zajedno s još jednim članom uprave

TEMELJNI KAPITAL:
55 116.604,710,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:
Pravni oblik:
1 Odluka o pretvorbi od 27. srpnja 1994. godine

Osnivački akt:
36 Statut Društva-pročišćeni tekst od 09.03.2009. godine izmijenjen je Odlukom glavne Skupštine Društva od 30.06.2011. godine i to u članku 5. stavak 2. - u pogledu proširenja predmeta poslovanja navođenjem novih djelatnosti, Članak 21. stavak 1. - odredba o obilnu postojanja dionica društva, članak 11. stavak 4. - odredba o uvidu u podatke iz registra dionica.

Pročišćeni tekst Statuta Društva od 30.06.2011. godine potvrđen po javnom bilježniku dostavljen je u zbirku isprava suda.

Statut:
1 Statut dioničkog društva donijet je na osnivačkoj skupštini 23. siječnja 1995. godine.
3 Statut Društva od 23. siječnja 1995. godine izmijenjen Odlukom Skupštine Društva od 27. rujna 1999. godine u čl. 24. st. 1. - odredbe o Nadzornom odboru i čl. 26 - odredba o

D004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 7 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Statut:
Nadzornom odboru.
4 Statut Društva - pročišćeni tekst od 27. rujna 1999.g. izmijenjen Odlukom glavne skupštine od 29. lipnja 2000.g. u čl. 5. - proširen predmet poslovanja navođenjem novih djelatnosti. Pročišćeni tekst Statuta od 29. lipnja 2000.g. potvrđen po javnom bilježniku i dostavljen u zbirku isprava.
9 Statut Društva - pročišćeni tekst od 29.06.2001. godine izmijenjen Odlukom glavne skupštine od 29.06.2002. godine u čl.5. - proširen predmet poslovanja navođenjem novim djelatnosti. Pročišćeni tekst Statuta od 29.06.2002. godine potvrđen po javnom bilježniku i dostavljen u zbirku isprava.
12 Statut društva - pročišćeni tekst od 29.06.2002. godine izmijenjen Odlukom glavne skupštine od 16.12.2003. godine tako da je u cijelom tekstu riječ direktor zamijenjena riječju uprava, u čl. 5. izbrisan dio teksta, u čl. 5. - proširen predmet poslovanja navođenjem novih djelatnosti, izmijenjene odredbe čl. 8., 9., 18., 11., 12., 14., 15., 17., 18., 19., izbrisan čl. 20., promijenjeni redom svi nastavni redni brojevi članaka, izmijenjen čl. 21. (sada 20.), čl. 24. (23.), čl. 27. (26.), čl. 30. (29.) st. 2., čl. 32. (31), čl. 35. (34.), čl. 36. (35.), čl. 41. (40.) - koji se odnose na temeljni kapital i dionice društva, te na organe društva - Upravu i Nadzorni odbor, izbrisan st. 3. u čl. 42. (sada 41.), izmijenjen čl. 43. (sada 42.) - odredbe o uporabi dobiti, izbrisan dio teksta u čl. 44. (sada 43.) st. 2., izbrisani čl. 48. i 49., izmijenjene odredbe čl. 50. (sada 46.) - odredbe o statutu, izmijenjen dio teksta u čl. 51. (sada 47.) i čl. 53. (sada 49.), izbrisan čl. 54. Pročišćeni tekst Statuta od 16.12.2003. godine potvrđen po javnom bilježniku i dostavljen u zbirku isprava.
15 Odlukom Glavne Skupštine društva od 09.07.2004. godine članak 23. Statuta dopunjen je stavkom 3. - odredba o Nadzornom odboru. Pročišćeni tekst Statuta od 09.07.2004. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
25 Odlukom Glavne Skupštine društva od 14.07.2008. godine izmijenjen je članak 5. st. 2. Statuta - o predmetu poslovanja.
Pročišćeni tekst Statuta od 14.07.2008. godine potvrđen od javnog bilježnika i dostavljen sudu u zbirku isprava.
29 Odlukom Glavne Skupštine društva od 09.03.2009. godine izmijenjen je Statut društva od 14.07.2008. godine - pročišćeni tekst, i to Preambula Statuta; naziv Statuta; članak 1. st. 1. Statuta - o uvodnim odredbama; Članak 2. st. 1. - o tvrtki; Članak 2. st. 2. - o skraćenoj tvrtki i članak 2. st. 4. - o tvrtki društva na engleskom jeziku; članak 5. st. 1. Statuta - o predmetu poslovanja. Pročišćeni tekst Statuta od 09.03.2009. godine potvrđen od javnog bilježnika i dostavljen u zbirku isprava.
39 Odlukom Glavne Skupštine od 26.04.2012. godine izmijenjen je Statut društva od 30.06.2011. godine, i to u čl. 8. - odredbe o visini temeljnog kapitala; čl. 9. - odredbe o

D004, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 8 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Statut:
broju redovnih dionica; stavak 2. članka 9. briše se te dosadašnji stavak 3. članka 9. postaje stavak 2.; iza dosadašnjeg članka 8. dodaje se novi članak 8.a) - odredbe o uvjetnom povećanju temeljnog kapitala.
45 Statut društva - potpuni tekst od 21.05.2012. godine, izmijenjen je i dopunjen Odlukom glavne Skupštine društva od 20.12.2012. godine i to u članku 5. stavak 1. - u pogledu proširenja predmeta poslovanja navođenjem nove djelatnosti, zatim na način da se iza dosadašnjeg članka 8.a) dodaje novi članak 8.b) - odredbe o odobrenom temeljnom kapitalu, te u članku 34. stavak 1. - u pogledu ovlaštenja za zastupanje predsjednika uprave.
Potpuni tekst Statuta od 20.12.2012. godine dostavljen sudu u zbirku isprava.
53 Statut društva od 20.12.2012. godine izmijenjen je Odlukom Nadzornog odbora od 29.04.2014. godine s usklađenja izmjena i dopuna Statuta društva i te preambula, članak 8. stavak 1. - u pogledu iznosa temeljnog kapitala, članak 9. stavak 1. - u pogledu broja dionica.
Potpuni tekst Statuta od 29.04.2014. godine dostavljen sudu u zbirku isprava.
55 Statut društva - potpuni tekst od 29.04.2014. godine izmijenjen je i dopunjen Odlukom Glavne skupštine od 07.05.2014. godine i to preambula, članak 7. - u pogledu objavljivanja, članak 8. - u pogledu temeljnog kapitala, članak 9. - u pogledu broja i nominalne vrijednosti dionica, članak 18. - u pogledu sazivanja i održavanja Glavne skupštine, članak 19. - u pogledu sudjelovanja na Glavnoj skupštini, članak 21. - u pogledu glasovanja na Glavnoj skupštini, članak 25. st. 1. - u pogledu izbora članova nadzornog odbora, članak 26. - u pogledu mandata članova nadzornog odbora, članak 27. st. 1. - u pogledu konstituiranja nadzornog odbora, članak 29. - u pogledu donošenja odluka nadzornog odbora i članak 30. - u pogledu nagrade za rad članovima nadzornog odbora. Potpuni tekst Statuta od 07.05.2014. godine dostavljen sudu u zbirku isprava.
62 Statut društva - potpuni tekst od 07.05.2014. godine, izmijenjen je Odlukom Glavne skupštine od 17.07.2015. godine i to članak 30.-u pogledu nagrade za rad članovima Nadzornog odbora. Potpuni tekst Statuta društva od 17.07.2015. godine s potvrdom javnog bilježnika dostavljen je u zbirku isprava suda.

Promjene temeljnog kapitala:
12 Odlukom skupštine od 16.12.2003. godine povećan je temeljni kapital društva za iznos od 58.833.180,00 kn, za iznos od 4.598.820,00 kn na iznos od 63.432.000,00 kn i to povećanjem nominalnog iznosa svake od 158.580 dionica sa iznosa od 371,00 kn za iznos od 29,00 kn na iznos od 400,00 kn, iz



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Promjene temeljnog kapitala:
sredstava zadržane dobiti društva ostvarene poslije 01.01.2001. godine. Ukupni temeljni kapital društva nakon povećanja iznosi 63.432.000,00 kn i podijeljen je na 158.580 nematerijaliziranih redovnih dionica koje glase na ime, svaka u nominalnoj vrijednosti od četiristo kn, i uplaćen je u cijelosti.
38 Glavna Skupština društva dana 26.04.2012. godine donijela je Odluku o povećanju temeljnog kapitala društva i to s iznosa od 63.432.000,00 kuna za iznos od najviše 106.080.000,00 kuna na iznos od najviše 169.432.000,00 kuna uplatom u novcu, izdavanjem najviše 265.200 novih redovnih dionica na ime, pojedinačno nominalne vrijednosti 400,00 kuna.
39 Temeljni kapital društva povećava se sa iznosa od 63.432.000,00 kuna za iznos od 42.236.000,00 kuna na iznos od 105.668.000,00 kuna, izdavanjem 105.590 novih redovnih dionica na ime, pojedinačne nominalne vrijednosti 400,00 kuna.
40 Glavna Skupština društva dana 25.05.2012. godine donijela je Odluku o uvjetnom povećanju temeljnog kapitala društva radi ostvarenja prava vjerovnika Društva na zamjenu obveznica za redovne dionice Društva, kojom se temeljni kapital Društva povećava za iznos koji odgovara ukupnoj nominalnoj vrijednosti redovnih dionica u koje su zamjenjive obveznice zamijenjene po provedbi zamjene, najviše do iznosa koji odgovara polovini od ukupne visine temeljnog kapitala Društva.
Za potrebe uvjetnog povećanja temeljnog kapitala, Društvo će izdati odgovarajući broj redovnih dionica na ime u nematerijaliziranom obliku, svaka nominalne vrijednosti od 400,00 (četristo) kuna, po cijeni 760,00 kn (sedamstošezdeset kuna) po dionici.
Pravo upisa dionica imaju imatelji zamjenjivih i u cijelosti uplaćenih obveznica. Prava ostalih dioničara na upis dionica po ovoj osnovi isključuju se u cijelosti.
Na temelju ove odluke o uvjetnom povećanju temeljnog kapitala Društva Glavna skupština Društva odobrava imateljima zamjenjivih i u cijelosti uplaćenih obveznica, stjecanje dionica s pravom glasa u njenog društva bez obveze objavljivanja ponude za preuzimanje, ako bi predmetnim stjecanjem dionica s pravom glasa za stjecatelje nastala obveza objavljivanja ponude za preuzimanje, sve u skladu s odredbama članka 14. stavka 1. točke 3. Zakona o preuzimanju dioničkih društava.
Temeljni kapital Društva povećava se zamjenom zamjenjivih obveznica za odgovarajući broj redovnih dionica na ime u nematerijaliziranom obliku, svaka nominalne vrijednosti od 400,00 (četristo) kuna, po cijeni 760,00 kn (sedamstošezdeset kuna) po dionici, odnosno, izdavanjem redovnih dionica Društva.
Uprava i Nadzorni odbor Društva, u okvirima svojih nadležnosti, imaju ovlasti i snose odgovornost za provedbu



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Promjene temeljnog kapitala:
ove Odluke.
U društvu nema neuplaćenih uloga u temeljni kapital.

53 Odlukom uprave društva od 15.04.2014. godine, ulaganjem prava pretvaranjem dijela trbina dijela vjerovnika predstečajne nagodbe povećan je temeljni kapital kroz odobreni temeljni kapital, na iznosa od 105.668.000,00 kuna za iznos od 17.615.600,00 kuna na iznos od 123.483.600,00 kuna, izdavanjem novih 44.539 nematerijaliziranih redovnih dionica koje glase na ime, svaka u nominalnoj vrijednosti od 400,00 kuna.
54 Odlukom Glavne skupštine od 07.05.2014. godine smanjen je temeljni kapital društva sa iznosa od 123.483.600,00 kuna za iznos od 64.828.890,00 kuna na iznos od 58.654.710,00 kuna, smanjenjem nominalnog iznosa dionice sa 400,00 kn za 210,00 kn na 190,00 kn radi pokrića gubitka ostvarenog u ranijim razdobljima, te istodobno Odlukom skupštine od 07.05.2014. godine povećan je temeljni kapital društva uplatom u novcu sa iznosa od 58.654.710,00 kuna za iznos od 57.950.000,00 kuna na iznos od 116.604.710,00 kuna, izdavanjem novih 305.000 nematerijaliziranih redovnih dionica koje glase na ime, svaka u nominalnoj vrijednosti od 190,00 kn.

Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi
22 Ovom društvu pripaja se društvo POSLOVNI CENTAR ZAMET, društvo s ograničenom odgovornošću za trgovinu i usluge sa sjedištem u Rijeci, Slavka Tonažića bb, upisano u sudski registar Trgovačkog suda u Rijeci pod matičnim brojem subjekta upisa MBS 040058335, temeljem ugovora o pripajanju od 12. prosinca 2007. godine i odluke Skupštine pripojenog društva od 12. prosinca 2007. godine. Odluke o pripajanju nisu pobijane.

Ostale odluke:
42 Trgovački sud u Zagrebu rješenjem broj 28. P-1732/12 od 4.srpnja 2012.g. riješio je:
I. Dopušta se zabilježba spora u sudskom registru ovog suda u glavnoj knjizi upisa trgovačkog društva INSTITUT IGH d.d. Zagreb, J.Rakuše 1, MBS 080000955, OIB 79746124714, koji se vodi pred ovim sudom pod brojem P-1732/12 tužitelja STANOVI JADRAS d.o.o. Zagreb, Savska c. 141. protiv tuženika INSTITUT IGH d.d. Zagreb, J.Rakuše 1. radi utvrđenja ništavosti odluke skupštine.

OSTALI PODACI:
22 Vjerovnicima društva koja sudjeluju u pripajanju dati da se osiguranje, ako se u ta svrhu jave u roku od šest mjeseci od objavljivanja upisa pripajanja u sudski registar u kojeg je upisano ono društvo čiji su vjerovnici, a na njega tražiti da im se



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSTALI PODACI:
22 podnive tražbine. To pravo imaju vjerovnici društva preuzimatelja samo onda ako mogu dokazati da je pripajanjem društva uzrokovano izpunjenje njihovih tražbina. Pravo da zahtijevaju davanje osiguranja nemaju vjerovnici koji u slučaju stečaja imaju
22 povlastnica pravo namirenja iz stečajne mase.

ZABILJEŽBE:

Redni broj zabilježbe: 1
41 - Dana 01.06.2012. godine podnesena je žalba na rješenje broj Tt-12/8912-2 od 23.05.2012. godine.

Redni broj zabilježbe: 2
43 - Kjučenjem Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske broj Tž. Pn-4583/13-5 od 18.07.2013. godine, odbijena je žalba kao neosnovana i potvrđena rješenje Trgovačkog suda u Zagrebu broj Tt-12/8912-2 od 23.05.2012. godine.

Redni broj zabilježbe: 4
52 - Trgovački sud u Zagrebu rješenjem broj Stpn-305/2013 od 05.12.2013. godine dopušta skiapsje predstečajne nagodbe izmedu INSTITUT IGH, dioničko društvo za istraživanje i razvoj u graditeljstvu, Zagreb, Janka Rakuše 1, MBS: 080000955, OIB: 79746124714 i vjerovnika čije su tražbine utvrđene u postupku predstečajne nagodbe.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

| | Predano | God. | Za razdoblje | Vrsta izvještaja |
|---|---|---|---|---|
| GU | 29.05.15 | 2014 | 01.01.14 - 31.12.14 | GFI-POD izvještaj |
| GU | 29.05.15 | 2014 | 01.01.14 - 31.12.14 | GFI-POD izvještaj (konsolidirani) |

Upisi u glavnu knjigu proveli su:

| RBU Tt | Datum | Naziv suda |
|---|---|---|
| 0001 Tt-95/154-2 | 19.05.1995 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0002 Tt-98/3143-2 | 09.07.1998 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0003 Tt-99/5426-2 | 27.10.1999 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0004 Tt-00/3800-2 | 25.07.2000 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0005 Tt-00/4542-2 | 03.01.2001 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0006 Tt-01/3576-2 | 17.05.2001 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0007 Tt-01/4419-2 | 27.07.2001 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0008 Tt-02/2021-2 | 10.04.2002 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0009 Tt-02/5413-2 | 26.07.2002 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0010 Tt-02/9574-2 | 06.02.2003 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0011 Tt-03/10303-2 | 05.12.2003 | Trgovački sud u Zagrebu |

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

| RBU | Tt | Datum | Naziv suda |
|---|---|---|---|
| 0012 | Tt-04/147-2 | 15.02.2004 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0013 | Tt-04/2155-2 | 19.03.2004 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0014 | Tt-04/4584-2 | 12.05.2004 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0015 | Tt-04/7566-2 | 18.08.2004 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0016 | Tt-05/2439-4 | 31.03.2005 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0017 | Tt-05/7091-2 | 01.08.2005 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0018 | Tt-06/14198-2 | 09.01.2007 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0019 | Tt-07/1123-3 | 19.02.2007 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0020 | Tt-07/6114-2 | 13.06.2007 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0021 | Tt-07/8958-2 | 02.08.2007 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0022 | Tt-07/15321-3 | 31.12.2007 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0023 | Tt-08/2639-3 | 20.03.2008 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0024 | Tt-08/8026-2 | 18.07.2008 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0025 | Tt-08/8819-3 | 31.07.2008 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0026 | Tt-08/15817-3 | 23.12.2008 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0027 | Tt-08/15817-6 | 16.01.2009 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0028 | Tt-09/1700-2 | 20.02.2009 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0029 | Tt-09/3014-2 | 31.03.2009 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0030 | Tt-09/4226-2 | 21.04.2009 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0031 | Tt-10/691-2 | 28.01.2010 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0032 | Tt-10/7330-2 | 08.07.2010 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0033 | Tt-10/10624-2 | 11.10.2010 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0034 | Tt-11/4338-2 | 29.03.2011 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0035 | Tt-11/8271-2 | 08.07.2011 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0036 | Tt-11/10155-2 | 21.07.2011 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0037 | Tt-11/20489-2 | 27.12.2011 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0038 | Tt-12/1372-2 | 27.04.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0039 | Tt-12/8912-2 | 23.05.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0040 | Tt-12/9350-2 | 31.05.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0041 | Tt-12/8912-5 | 20.06.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0042 | Tt-12/11366-2 | 12.07.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0043 | Tt-12/8912-8 | 03.09.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0044 | Tt-12/15303-2 | 02.10.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0045 | Tt-13/2267-2 | 01.02.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0046 | Tt-13/2267-3 | 01.02.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0047 | Tt-13/3480-2 | 28.02.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0048 | Tt-13/13831-2 | 12.06.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0049 | Tt-13/14936-2 | 01.07.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0050 | Tt-13/15355-2 | 02.07.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0051 | Tt-13/29119-2 | 17.12.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0052 | Tt-14/10785-2 | 02.05.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0053 | Tt-14/11008-2 | 02.05.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0054 | Tt-14/11840-2 | 13.05.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0055 | Tt-14/13890-2 | 04.06.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |

E084, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 13 od 14

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

| RBU | Tt | Datum | Naziv suda |
|---|---|---|---|
| 0056 | Tt-14/13898-3 | 09.06.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0057 | Tt-14/16781-2 | 10.07.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0058 | Tt-14/20987-2 | 22.10.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0059 | Tt-14/23891-2 | 23.10.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0060 | Tt-15/4738-2 | 02.03.2015 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0061 | Tt-15/13450-2 | 21.05.2015 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0062 | Tt-15/22869-2 | 03.08.2015 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0063 | Tt-15/30743-2 | 26.10.2015 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0064 | Tt-16/2958-2 | 02.02.2016 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0065 | Tt-16/3191-1 | 02.02.2016 | Trgovački sud u Zagrebu |
| ex | / | 30.06.2009 | elektronički upis |
| ex | / | 23.09.2009 | elektronički upis |
| ex | / | 30.06.2010 | elektronički upis |
| ex | / | 21.09.2010 | elektronički upis |
| ex | / | 30.06.2011 | elektronički upis |
| ex | / | 21.09.2011 | elektronički upis |
| ex | / | 20.06.2012 | elektronički upis |
| ex | / | 27.06.2013 | elektronički upis |
| ex | / | 28.06.2014 | elektronički upis |
| ex | / | 29.06.2015 | elektronički upis |

U Zagrebu, 19. svibnja 2016.

Voditelj suda

E084, 2016-05-19 10:47:24 Stranica: 14 od 14

# RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

INSTITUT IGH, d.d.
Janka Rakuše 1, 10000 Zagreb, CROATIA
Tel:+385 1 6125 125, Fax:+385 1 6125 401,
igh@igh.hr, www.igh.hr

RC SPLIT
SPLIT 21000
Matice hrvatske 15
Tel: 021/558-666
Fax: 021/465-335

RC RIJEKA
KUKULJANOVO 51227
Kukuljanovo 182/2
Tel: 051/206-100
Fax: 051/331-100

RC OSIJEK
OSIJEK 31000
Drinska 18
Tel: 031/253-103
Fax: 031/253-104

VARAŽDIN 42000
Hallerova aleja 7
Tel: 042/210-970,
042/210-722
Fax: 042/211-285

DUBROVNIK 20000
Vukovarska 8
Tel: 020/412-489,
020/411-628
Fax: 020/412-489

PULA 52100
Divkovićeva 2/C
Tel: 052/508-220
Fax: 052/508-221

ZADAR 23000
Dobriše Cesarića 1
Tel: 023/220-910,
023/323-299
Fax: 023/323-225

Datum: rujan 2016.
Broj rješenja: 72200-R033/2016

Na temelju članka 52. Zakona o gradnji (NN br. 153/13), te ugovora između Instituta IGH d.d. : broj 2-72220-1-14188/16. od 14.6.2016. i Grad Split broj: klasa: 022-05/16-03-952, ur.br.:2181/01-01-16-1, od 7.7.2016. te konzorcijskog ugovora između INSTITUTA IGH d.d., broj ugovora: 2-72220-11-14237/16 i PanGeo Projekt d.o.o., Zagreb, broj 60-016/16, od 13.7.2016. donosimo slijedeće

## R J E Š E N J E

Zaposlenik
PanGeo Projekt d.o.o.: Davor BARAĆ, dipl. ing. građ.

obavljat će poslove: GLAVNOG PROJEKTANTA
IZVEDBENOG PROJEKTA SANACIJE ODLAGALIŠTA OTPADA KAREPOVAC U SPLITU,

za građevinu: Odlagalište otpada Karepovac u Splitu

## O b r a z l o ž e n j e

Zaposlenik PanGeo Projekta d.o.o., Zagreb, Davor Barać, dipl. ing. građ., ima pravo na obavljanje poslova projektiranja u svojstvu odgovorne osobe, budući da je upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva pod rednim brojem 4126, što se utvrđuje uvidom u Rješenje Komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, klasa UP/I-360-01/08-01/4126, ur. br. 314-02-08-1 od 03. listopada 2008.

D i r e k t o r
Zavoda za geotehniku:

Dr.sc. Davor MILAKOVIĆ, dipl.ing.građ.

Institut IGH, dioničko društvo za znanstveno-istraživačke i razvojne poslove 30

Rješenje se dostavlja:
1. Davor Barać, dipl.ing.građ.
2. Investitor
3. Arhiva - Instituta IGH d.d.

Trgovački sud u Zagrebu, registarski ulložak s matičnim brojem (MBS) 080000959
Temeljni kapital: 116.604.710,00 kn uplaćen u cijelosti
Broj izdanih dionica: ISIN: R.A. 613.709
Nominalna vrijednost dionice 190 kn
MB: 3760272
OIB: 79746124714
Poslovna banka: Zagrebačka banka d.d.
IBAN: HR7723600011101243267
SWIFT kod: ZABAHR2X
Uprava: Ivan Paladino, dipl.soc. predsjednik Uprave
mr.sc. Oliver Kunić, dipl.ing.građ., član Uprave

# IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI IZVEDBENOG PROJEKTA SA PROSTORNO PLANSKOM DOKUMENTACIJOM I LOKACIJSKOM DOZVOLOM

| | |
|---|---|
| Investitor: | GRAD SPLIT<br>Obala kneza Branimira 17, 21 000 Split |
| Građevina: | ODLAGALIŠTE OTPADA KAREPOVAC U SPLITU |
| Mapa: | Mapa 9 - Tehnološko-građevinski projekt sanacije odlagališta – izgradnja završnog prekrivnog sustava |
| Vrsta projekta: | IZVEDBENI PROJEKT |
| Broj projekta: | 73320-15/16 |

Na temelju članka 108. Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13) daje se:

Ovlašteni inženjer: Maja Vuković Bogović, mag.ing.aedif.

Broj rješenja: 4758, od 31.01.2012.
Klasa: UP/I-360-01/12-01/4758
Ur. broj: 500-03-12-1.

dajem

**IZJAVU**

**br.: 73320-15/16**

kojom potvrđujem da je ovaj Izvedbeni projekt TEHNOLOŠKO-GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE ODLAGALIŠTA – IZGRADNJA ZAVRŠNO PREKRIVNOG SUSTAVA, pod br. projekta: 73320-15/16 izrađen u skladu sa Prostornim planom grada Splita (Službeni list grada Splita 21/05) i Prostorni plan Županije splitsko-dalmatinske s pripadajućim Izmjenama i dopunama (Službeni list Županije splitsko-dalmatinske 1/03, 8/04, 5/05, 5/06, 13/07, 9/13 ) i lokacijskom dozvolom Klasa: UP/I 350-05/06-01/00053/LJB, Ur. broj: 2181-05-01-00-06-05 od 17.07.2006.godine.

Rijeka, listopad 2016.

Projektant:

Maja Vuković Bogović, mag.ing.aedif.

## POPIS PRIMIJENJENIH ZAKONA, PRAVILNIKA, PROPISA I NORMI

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN br. 94/13)
- Zakon o zaštiti prirode (NN br. 80/13)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN br. 80/13)
- Zakon o vodama (NN br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN br. 26/03, 82/04, 110/04, 178/04, 38/09, 79/09, 153/09, 49/11, 84/11, 90/11, 144/12, 94/13, 153/13, 147/14)
- Zakon o normizaciji (NN br. 80/13)
- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 112/14, 154/14 )
- Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16)
- Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10)
- Zakon o zdravstvenoj zaštiti (NN br. 150/08, 71/10, 139/10, 22/11, 84/11, 154/11, 12/12, 35/12, 70/12, 144/12, 82/13, 159/13, 22/14, 154/14)
- Zakon o gradnji (NN br. 153/13)
- Zakon prostornom uređenju (NN br. 153/13)
- Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. – 2015. godine (NN br. 85/07)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN br. 23/14, 51/14, 121/15, 132/15)
- Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN br. 80/13, 43/14, 27/15, 3/16)
- Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije (NN br. 35/94, 110/05, 28/10)
- Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN br. 114/15)
- Pravilnik o najviše dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN br. 145/04)
- Pravilnik o opremi i postupku za pružanje prve pomoći i o organiziranju službe spašavanja u slučaju nezgode na radu (NN br. 56/83)
- Pravilnik o planu zaštite od požara (NN br. 51/12)
- Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN br. 47/08)
- Ostali važeći standardi, norme i preporuke za pojedine vrste radova specificirane u poglavlju
- Tehnički uvjeti građenja i kontrola kvalitete ugradnje

Rijeka, listopad 2016.

# POPIS KORIŠTENIH PODLOGA

U nastavku se nalazi popis do sada izrađene dokumentacije i podloga korištenih tijekom izrade ovog Glavnog projekta sanacije i zatvaranja odlagališta otpada.

- Prostorni plan uređenja grada Splita (Službeni list grada Splita 31/05)
- Generalni urbanistički plan Splita s pripadajućim Izmjenama i dopunama (Sl. glasnik 1/06, 15/07, 3/08, 3/12, 32/13, 52/13)
- Prostorni plan Županije splitsko-dalmatinske s pripadajućim Izmjenama i dopunama (Službeni list Županije splitsko-dalmatinske 1/03, 8/04, 5/05, 5/06, 13/07, 9/13 )
- Stručna podloga za ishođenje lokacijske dozvole (IGH d.d., siječanj 2006.)
- Idejni projekt za ishođenje načelne dozvole (Institut IGH d.d., srpanj 2006.)
- Rješenje izdano od Ministarstva zaštite okoliša i prirode (Klasa: UP/I 351-02/00-06/28, Ur. Broj: 531-05/01-DR-00-07, 15. siječnja 2000., Zagreb)
- Lokacijska dozvola Klasa: UP/I 350-05/06-01/00053/LJB, Ur.broj: 2181-05-01-00-06-05 od siječnja 17.07.2006. godine
- Potvrda glavnog projekta Klasa: 361-03/09-01/0091, Ur.broj: 2181/01-03-02/09-15-0009 od travnja 2015. godine
- Knjiga 1: Tehnološko-građevinski projekt sanacije odlagališta – tekstualni dio; Glavni projekt, IGH d.d. Zagreb; 2006.
- Knjiga 2: Tehnološko-građevinski projekt odlagališta – nacrti; Glavni projekt, IGH d.d. Zagreb; 2006.
- Knjiga 3: Tehnološko-građevinski projekt odlagališta – proračuni; Glavni projekt, IGH d.d. Zagreb; 2006.
- ODLAGALIŠTE OTPADA KAREPOVAC – SPLIT; IZVJEŠĆE ZA SANACIJU ODLAGALIŠTA OTPADA; KNJIGA 1 – ISTRAŽNI RADOVI NA ODLAGALIŠTU OTPADA; Lavčević-inženjering d.o.o., Split; kolovoz, 2002.
- ODLAGALIŠTE OTPADA KAREPOVAC – SPLIT; IZVJEŠĆE ZA SANACIJU ODLAGALIŠTA OTPADA; KNJIGA 2 – ISTRAŽNI RADOVI IZVAN ODLAGALIŠTA; Lavčević-inženjering d.o.o., Split; kolovoz, 2002.
- UTVRĐIVANJE MORFOLOŠKOG SASTAVA SVJEŽEG I NEOBRAĐENOG KOMUNALNOG OTPADA , GRAD SPLIT – KAŠTELA; IPZ Uniprojekt MCF, Zagreb; listopad, 1998.

| | |
|---|---|
| Izradio: | **INSTITUT IGH d.d.**<br>**Odjel za geotehniku – RC Rijeka**<br>**51 227 Kukuljanovo, Kukuljanovo 182/2** |
| Građevina: | **ODLAGALIŠTE OTPADA KAREPOVAC U SPLITU** |
| Oznaka paketa: | **PAKET A** |
| Faza: | **1** |
| Mapa: | **9A - TEHNOLOŠKO-GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE ODLAGALIŠTA - IZGRADNJA ZAVRŠNOG PREKRIVNOG SUSTAVA - TEKST** |
| Vrsta projekta (razina i struka): | **IZVEDBENI GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| Zajednička oznaka projekta: | **62214188-A** |
| Broj projekta: | **73320-15/16** |

# II. TEHNIČKI DIO

Mjesto i datum: Rijeka, listopad 2016.

# 1. UVOD

Koncepcija cjelokupnog projekta sanacije odlagališta Karepovac zasniva se na sanaciji postojećeg dijela odlagališta i osiguranju kapaciteta odlagališta za buduće odlaganje nakon završetka sanacije. Pored toga projektom se predviđa da se na području odlagališta osigura prostor za druge komponente sustava upravljanja otpadom kao što je prihvat otpada, sortiranje i reciklaža (postojeće), prikupljanje procjednih voda, te prihvat i obrada deponijskog plina.

Sanacija odlagališta obuhvaća sljedeće:

- Sanacija postojećeg stanja koja uključuje preoblikovanje starog otpada prema prostornim ograničenjima i prekrivanje završnim prekrivnim sustavom– sprječavanje neposrednog kontakta s okolišem, uz značajno smanjenje nastajanja procjedne vode na starom dijelu prekrivenom umjetnim materijalima (do 100 puta manje količine procjedne vode)
- Izgradnja aktivnog sustava za prikupljanje, obradu i energetsko iskorištavanje odlagališnog plina – izgradnja zatvorenog sustava bez emisija odlagališnog plina u zrak
- Izgradnja nove plohe za odlaganje koja uključuje, izgradnju obodnog nasipa, izgradnju temeljnog brtvenog sustava, izgradnju sustava odvodnje procjednih voda sa sabirnim bazenom za procjedne vode i priključenjem na uređaj za pročišćavanje Stupe, nakon čega će se odlagalište zatvoriti uz nastavak prikupljanja odlagališnog plina s proizvodnjom električne energije te prikupljanja i zbrinjavanja procjedne vode
- Izgradnja pratećih objekata (ulazno – izlazna zona, interne prometnice, i sl.)
- Krajobrazno uređenje saniranog dijela – podizanje vrijednosti okoliša u krugu odlagališta
- Izgradnja ograde

Polazeći od gore navedenog projekt sanacije podijeljen je u tri faze (PAKETA):

- PAKET A (glavni paket) – glavni projekt sanacije odlagališta Karepovac i to za dijelove: tijela odlagališta te građevina u arealu samog odlagališta, kao što su ulazni plato, obodna prometnica, obodni kanal, sabirni bazen za procjedne vode, itd. Ovoj cjelini pripada i projekt odvodnje oborinskih voda otvorenim kanalom do potoka Rokalovo, te projekt cjevovoda za procjedne vode do uređaja za pročišćavanje istih (UPPV Karepovac), smještenog na lokaciji današnjeg centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Grada Splita „Stupe“.
- PAKET B – glavni projekt plinske stanice
- PAKET C – glavni projekt uređaja za pročišćavanje procjednih voda Karepovca (UPPV Karepovac)

Treća faza (PAKET C – izgradnja uređaja za pročišćavanje procjednih voda) nastupila bi naknadno nakon obavljenog monitoringa sastava procjednih voda.

Predmet ovog projekta je PAKET A koji e se takoćer izvoditi u tri (3) faze.

1. FAZA: Odlagališnu plohu sa pripadajućom infrastrukturom:
   - Obodna prometnica oko tijela odlagališta
   - Obodni kanal oko prostora odlagališta
   - Sustav odvodnje procjednih voda sa sanitarne plohe
   - Građevine sustava hidrantske mreže s pripadajućim spremnikom za vodu

   Radovi koji obuhvaćaju taj dio su i iskop i premještanje iskopanog otpada na stari dio otpada koji će biti prekriven slojem zemljanog materijala.

2. FAZA: Ulazno- izlaznu zonu sa pripadajućom infrastrukturom:
   - porta
   - objekt za zaposlene sa uredima i sanitarnim čvorom
   - cestovna električna mosna vaga
   - postojeće perilište kotača i separator
   - parkiralište za osobna vozila
   - opskrba električnom energijom
   - prostor za agregat i spremnik DIESEL goriva
   - ulazna vrata
   - građevine sustava vodoopskrbe sa spremnikom za higijensko-sanitarnu vodu
   - građevine sustava odvodnje čistih i zauljenih oborinskih voda te sustav odvodnje sanitarnih voda
   - asfaltirana manipulativna površina

3. FAZA: Sustav aktivnog otplinjavanja sa završnim prekrivanjem saniranih postojećih ploha odlagališta

U ovoj mapi obradit će se radovi 3. Faze, tj. radovi završnog prekrivanja otpada završnim prekrivnim sustavom sa otplinjavanjem.

# 2. TEHNIČKI OPIS

## 2.1. ZAVRŠNI PREKRIVNI SUSTAV

Postojeće smeće će se presložiti tako da zauzme oblik krnje piramide, te zatim prekriti završnim prekrivnim sustavom. Pokosi tako formiranog odlagališta iznosili bi 1:3, dok bi gornja površina odlagališta imala poprečne padove od 5 %.

Nakon premještanja postojeći (stari) otpad je potrebno što prije prekriti završnim prekrivnim sustavom. Nakon izvedbe završnog prekrivnog sustava iznad otpada značajno će se smanjiti infiltracija oborinske vode u otpad, a time će se na minimum svesti i količina procjednih voda koje se stvaraju na istočnom dijelu odlagališta.

Otpad treba prekriti završnim prekrivnim slojem koji ima osnovnu funkciju minimaliziranja procjeđivanja oborinske vode u otpad i stvaranje procjednih voda, te prikupljanja

odlagališnog plina u cilju uspostave kontroliranog otplinjavanja odlagališta, koji se na adekvatan način izvodi iz tijela odlagališta i upućuje u proces neutralizacije. Završno prekrivanje starog otpada izvodi se nakon njegova oblikovanja u skladu s projektom sanacije.

Nakon što se cjelokupni postojeći otpad oblikuje prema projektu, potrebno ga je prekriti završnim prekrivnim sustavom, s ciljem minimiziranja količine oborinske vode koja će se procjeđivati u otpad te dalje u podzemlje. Završni prekrivni sustav (gledano od gore prema dolje) sastojati će se od sljedećih materijala:

- Geopletivo Polyamid (PA6) 400 g/m$^2$
- Rekultivirajući zemljani sloj (80+20 cm) – D=100 cm
- Troslojni geokompozit za vodu
- GCL (geosintetski glineni sloj) – dvostruki tkani
- Troslojni geokompozit za plin
- Izravnavajući sloj mješanog materijala $d_{max}$=5 cm – D = 30 cm

Nakon izravnavajućeg sloja zemljanog materijala debljine 30 cm, a prije izvedbe završnog prekrivnog sloja ugrađuje se drenažni sloj sustava za otplinjavanje i to slojem troslojnog geokompozita za plin.

U funkciji brtvenog sloja ovim projektom predviđa se ugraditi geokompozitni bentonitni tepih (GCL) adekvatan sloju gline debljine 100 cm s koeficijentom propusnosti k=$10^{-9}$ m/s.

Kao drenažni sloj za prihvat procijeđene oborinske vode ovim projektom se predviđa ugradnja geokompozitnog drena za vodu. Na tijelu odlagališta oborinske vode koje se slijevaju niz pokose odlagališta i djelomično procjeđuju kroz hortikulturni sloj zahvaćaju se geosintetskim drenom za oborinske vode. Tako prikupljene oborinske vode se na bermama prikupljaju putem drenažnih cijevi od polietilena visoke gustoće PEHD DN 200 mm. Drenažne cijevi se postavljaju sa uzdužnim padom od 2%, istim kao i prilikom izrade uzdužnog nagiba bermi. Oborinske vode prikupljene putem geosintetskog drena za oborinske vode drenažnih cijevi i bermi se dalje ispuštaju se preko pune cijevi od polietilena visoke gustoće PEHD DN 315 do dna pokosa i dalje u obodni kanal oko odlagališta.

Na pokosima odlagališta nakon ugradnje troslojnog geokompozita za vodu, u svrhu osiguranja dodatne stabilnosti prekrivnog sloja, ugraditi će se armirano geopletivo.

Zaštitni prekrivni sloj izvest će se od mješanog materijala debljine od 80 cm, na koji će se ugraditi 20 cm debeli sloj humusa. Središnji dijelovi završnog prekrivnog sloja moraju biti izvedeni u nagibu od 5 %, kako bi se omogućilo brže otjecanje površinske vode.

U svrhu osiguranja od erozije sloja humusa na pokosima odlagališta ugraditi će se geopletivo.

Nagib završnog prekrivnog sustava prati nagib vrha odloženog otpada. Stoga je nagib na bočnim stranicama deponije otpada 1:3, dok je nagib krovnog dijela odlagališta dvostrešan i iznosi 5%. Najviša kota krovnog dijela prekrivenog odlagališta iznosi 107,50 m n.m. odnosno 103,00 m n.m. na rubovima. Krovna linija od 103 m n.m. izvesti će se sa uzdužnim padovima s obzirom na moguće vremenske razlike prekrivanja.

### 2.1.1. Sustav za otplinjavanje

Projektirani sustav otplinjavanja će se izgraditi i staviti u funkciju po završetku ugradnje otpada, a prije ugradnje prekrivnog brtvenog sustava.

Sustav otplinjavanja će obuhvatiti slijedeće radove:

- izvedbu plinskih bunara,
- ugradnju plinskih sondi,
- polaganje i ugradnju plinovoda s pripadajućim ispustima kondenzata i ventilima.

Ukupno se planira bušenje i izvedba 111 bunara, na koje će se ugraditi plinske sonde, koje će se povezati, putem 16 linija i 3 kolektora te pripadajućih ispusta kondenzata i ventila, u jedinstveni sustav aktivnog otplinjavanja s konačnom obradom odlagališnog plina na plinskoj stanici.

Izvedba plinske stanice nije predmet ove dokumentacije.

### 2.1.2. Rekultivacija

Humusiranje i zatravljivanje je trajna mjera zaštite od erozije i krajobraznog uređenja prekrivenog tijela odlagališta, a provodi se strojnim i/ili ručnim putem. Prije izrade zaštite pokosa treba urediti sve površine koje će se zaštititi. Površine pokosa treba grubo isplanirati kako bi se dobila potrebna hrapavost. Ako su te površine glatke treba ih ohrapaviti ili izbrazdati.

Nestabilni pokosi, pokosi na kojima su se pojavila plitka površinska klizanja, pokosi erodirani vodom ili na drugi način oštećeni, moraju se na odgovarajući način sanirati prije polaganja zaštite – humusnog sloja.

Humusiranje i zatravnjenje se primjenjuje početkom ili tijekom vegetacijskog razdoblja, sve do vremena za koje se, prema klimatskim obilježjima područja, može realno pretpostaviti da će se travnati pokrov razviti u zadovoljavajućoj mjeri do kraja vegetacijskog razdoblja. Dinamika gradnje građevine, koja se prema projektnom rješenju zaštićuje travnatim pokrovom, treba biti usklađena s ovim uvjetom vegetacijskog razvoja pokrova.

Za podlogu travi treba koristiti aktivni humusni materijal kojemu je sadržaj organske tvari min 3 % težine i pH između 5.8 i 7.6. Takav humus ne smije imati dodatke kao što su pijesak, šljunak, kamen, korijenje, granje i slično, koji ne pogoduju razvoju trave.

Humusni materijal se nanosi na površinu u jednom sloju koji ne smije biti tanji od 20 cm. Nanošenje humusa je odozdo prema gore. Po potrebi može se podloga vlažiti. Naneseni humus treba planirati, a potom se lagano zbija lakim nabijačima, lopatama i sličnim sredstvima.

Na uređenu podlogu od humusa se zatim polaže geopletivo te se naposljetku sije trava. Trava mora biti u skladu s vrstom tla i vlažnošću koja se očekuje.

Sjemena smjesa trava za zatravljivanje svih površina se sastoji od:

- FESTUCA RUBRA GENUINA,
- FESTUCA OVINA,

- FESTUCA OVINA CAPILLATA,
- AGROSTIS TENUIS,
- POA PRATENSIS,
- LOLIUM PERENNE u omjeru 30:30:10:10:10:10.

Količina sjemena treba biti cca 50 g/m$^2$.

Za hidro sjetvu se koristi vodena suspenzija koja se sastoji od sljedećeg:

- sjemenska smjesa trave,
- sredstva za popravljanje svojstava tla (treset, kompost, alginat, hidrosilikat, sintetske pjene),
- organska i anorganska gnojiva (NPK = 12:12:17),
- mulch (celuloza, slama, sječka i druga biljna vlakna),
- sredstva za stabilizaciju (vodena bitumenska emulzija, vodena disperzija, latex disperzija, organsko tutkalo).

## 2.2. ZAVRŠNI PREKRIVNI SUSTAV I SUSTAV ZA UPRAVLJANJE POVRŠINSKIM VODAMA

### 2.2.1. Uvod

Završni prekrivni sustav čine slojevi koji se stavljaju preko ispunjenih dijelova odlagališta kada oni dostignu projektiranu visinu određenu pojedinom fazom odlaganja otpada. Završni prekrivni sustav ima 3 glavne funkcije:

- da se spriječi direktan kontakt sa smećem
- da se ograniči dugoročna infiltracija oborina u tijelo deponije i na taj način se minimalizira nastajanje procjednih voda
- da se može kontrolirati stvaranje deponijskog plina i njegova emisija u atmosferu

U projektu su razmatrane karakteristike završnog prekrivnog sustava a to su kontrola djelovanja površinskih voda i erozije koje utječu na njegovu dugoročnu funkcionalnost. Sustav upravljanja površinskim vodama treba uklanjati oborinske vode sa završnog pokrova bez pretjerane erozije tla i smanjiti količinu vode koja će se infiltrirati kroz pokrovni sustav. Taj sustav treba imati sljedeće funkcije:

- sakupljanje i odvod površinskih voda s površine odlagališta na relativno kratkim udaljenostima; i
- drenažni putevi (kanali i berme) i drenažni uređaji (odvodne cijevi niz padinu) koji na učinkovit način odvode površinske vode odgovarajućom brzinom, tako da ograniče pretjeranu eroziju i ispiranje površine.

Sustav je projektiran tako da se prikupljena površinska voda putem bermi i odvodnih cijevi odvodi do obodnog kanala, te dalje otvorenim kanalom do potoka "Rokalovo". Razmještaj i detalji sustava za odvodnju površinskih voda prikazani su u nacrtima.

### 2.2.2. Završni prekrivni sustav

**Pokosi završnog prekrivnog sustava**

Sanacija postojećeg stanja predviđa djelomično preslagivanje otpada iz razloga što postojeća geometrija odlagališta ne odgovara projektnim zahtjevima. Ovo je potrebno zbog stabilnosti samih pokosa deponije i odvodnje oborinskih voda. Postojeće smeće će se presložiti tako da zauzme oblik krnje piramide, te zatim prekriti završnim prekrivnim sustavom. Pokosi tako formiranog odlagališta iznosili bi 1:3, dok bi gornja površina odlagališta imala poprečne padove od 5 %.

Budući da je otpad trenutno odložen na prostoru predviđene nove odlagališne plohe isti je potrebno iskopati i premjestiti na postojeću plohu za odlaganje otpadom koja se sanira. Da bi se omogućio prihvat iskopanog otpada postojeću plohu je potrebno podići u visini oko 6 m u odnosu na projektirano stanje glavnim projektom iz lipnja 2006. godine. Prema tome nadmorska visina odlagališta bi na najvišim mjestima iznosila 107,50 m n.m. s padom od 5% do kote 103,00 m n.m..

Krovna linija od 103 m n.m. izvesti će se sa uzdužnim padovima obzirom na moguće vremenske razlike završnog prekrivanja odlagališta.

Kota vrha završnog prekrivnog sustava je 1.3 m iznad kote otpada.

**Komponente završnog prekrivnog sustava**

Za sanaciju odlagališta Karepovac predviđene su dvije vrste završnog prekrivnog sustava, jedan je za pokose i gornju površinu novijeg dijela odlagališta, gdje će se vršiti aktivno otplinjavanje, a jedan za gornji površinu ali na starijem dijelu odlagališta, gdje će se vršiti pasivno otplinjavanje. Razlika u prekrivnom sustavu je u tome, da će se na starijem dijelu odlagališta, na njegovom vrhu izvesti kombinirani pokrov od laminiranog kompozitnog brtvenog sloja – HDPE geomembrana debljine 1.0 mm i GCL (geosintetski glineni sloj), dok će se na ostalim dijelovima odlagališta, uključujući i pokose, postaviti samo bentonitni tepih (GCL). Razlog navedenoj razlici u prekrivnom sustavu je u tome što će se na taj način dodatno spriječiti prodor oborinskih voda na dijelu odlagališta koji nema temeljni brtveni sustav. I jedna i druga površina (vrh i bočne stranice) imaju također drenažni sloj za vodu, te sloj za dreniranje plina.

Izbor materijala za završni pokrov i njihova debljina bio je predmet razmatranja a pri tome smo se rukovodili sljedećim činjenicama:

- hrvatskim propisima za projektiranje pokrova za odlagališta komunalnog otpada;
- općenito prihvaćenim inženjerskim procedurama kod projektiranja odlagališta;
- materijalima dostupnim u okolici gradilišta;
- smjernicama Europske unije za projektiranje pokrova za odlagališta komunalnog otpada;
- količinama procjednih voda koje nastaju s obzirom na odabran prekrivni sustav
- volumenom odlagališta potrebnim za prihvat otpada do kraja 2018. godine.

Konfiguracija pokrova na vrhu odlagališta i na bočnim stranicama, odnosno vrsta zaštitnih slojeva i materijala od najgornjeg dijela pokrova prema dolje:

- Geopletivo Polyamid (PA6)
- Rekultivirajući zemljani sloj debljine 1,0 m (80+20 cm humusa)
- Troslojni geokompozit za vodu
- Laminirani kompozitni brtveni sloj – HDPE geomembrana debljine 1.0 mm i GCL
- Troslojni geokompozit za plin
- Izravnavajući sloj od drobljenog miješanog materijala debljine 30 cm

Površina završnog pokrova trebala bi biti zasađena vegetacijom koja bi služila kao dugoročna zaštita protiv erozije. Na završnom sloju dizajnirane su berme za kontrolu površinskih voda. Te berme trebaju presjeći put otjecanju vode od vrha niz pokos i odvoditi je u cijevi do obodnog kanala. Pored toga na završnom pokrovu treba biti izgrađena i cesta za održavanje.

**Rekultivirajući zemljani sloj**

Rekultivirajući zemljani sloj treba biti postavljen neposredno iznad drenažnog sloja za vodu. Rekultivirajući sloj trebao bi biti debljine 1 metar, od čega se gornjih 20 cm izvodi od humusa. Rekultivirajući zemljani sloj ima dvojaku funkciju, kao zaštita donjih slojeva od prodiranja korijenja i ostalih mogućih oštećenja, te kao pogodno tlo za razvoj vegetacijskog pokrova na samom odlagalištu.

Gornji zemljani sloj (humus) treba postaviti iznad rekultivirajućeg sloja debljine 20 cm. Na najgornjem sloju može se zasaditi vegatacija i on bi trebao biti takav da potiče rast biljaka.

**Drenažni sloj za vodu**

Na starom dijelu odlagališta gdje se izvodi pasivno otplinjavanje, drenažni sloj za vodu treba postaviti preko geomembrane, dok na pokosima i ostaloj površini odlagališta gdje se vrši aktivno otplinjavanje drenažni sloj za vodu postavlja se direktno na bentonitni tepih (GCL).

Projektom se predviđa drenažni sloj za vodu izvest od geokompozita. Taj sloj služi za drenažu, odnosno odvodnju vode koja će se infiltrirati kroz gornje zaštitne slojeve i to skroz do perioda zatvaranja i nakon zatvaranja odlagališta, i da spriječi hidraulički tlak na izvedene pokrovne slojeve. Drenažni sloj ima zadatak odvodnje infiltrata niz površinu do drena lociranog u nožici prekrivnog pokosa.

**Laminirani kompozitni brtveni sloj (GCL+HDPE geomembrana 1 mm)**

Ovaj sloj u sebi sadrži geosintetski glineni brtveni sloj (GCL) koji je hidraulička barijera koja se sastoji od zrnate prirodne natrijeve bentonitne gline umetnute između dva geotekstila i učvršćene tkanjem ili šivanjem i na koji je posebnim postupka lijepljenja pričvršćena HDPE

geomembrana debljine 1 mm. Zadaća ovog sloja je sprječavanje prodiranja oborinskih voda u odložen otpad.

**Geosintetski glineni sloj (GCL) – bentonitni tepih**

U funkciji brtvenog sloja ovim projektom predviđa se ugraditi bentonitni tepih (GCL), koji se stavlja na vrh odlagališta i na bočne strane pokrovnog sustava. Postavlja se preko drenažnog sloja za plin.

**Sloj za otplinjavanje**

Istražni radovi su pokazali da je u starom dijelu odlagališta biorazgradnja odloženog otpada praktički pri kraju pa je i moguća proizvodnja odlagališnog plina vrlo niska. Radi toga se na ovom dijelu odlagališta predviđa izvesti aktivno otplinjavanje s manjim dubinama zdenaca, kojeg čini drenažni sloj sustava za otplinjavanje i to kao sloj geokompozitnog drena za plin koji se postavlja ispod bentonitnog tepiha. Ovako sakupljeni plin će se tretirati zajedno s onim koji će se zahvaćati na novom dijelu odlagališta metodom aktivnog otplinjavanja.

Na postojećem dijelu odlagališta gdje su procesi biorazgradnje još uvijek u visokoj fazi tzv. "Istočni dio", kao i na novom dijelu odlagališta predviđa se aktivno otplinjavanje putem plinskih bunara.

Sloj za otplinjavanje od geokompozitnog drena treba postaviti direktno na izravnavajući zemljani sloj i to po cijeloj površini odlagališta uključujući i pokose.

**Završni vegetacijski pokrov**

Vegetacija na završnom pokrovu je bitni element koji sprečava eroziju. Kvalitetna vegetacija poboljšava i evapotranspiraciju vlage iz tla završnog prekrivnog sustava. Važno je da se o vegetaciji stalno brine i održava.

**Servisna cesta za održavanje**

Na završnom prekrivnom sustavu će se izvesti neasfaltirana cesta (šljunčana cesta) za održavanje koja će omogućiti pristup vrhu odlagališta tijekom deponiranja smeća ali i za održavanje i brigu o pokrovu nakon zatvaranja odlagališta. Projektirana širina ceste je 6 m po zapadnom i istočnom pokosu (1:3), te po vrhu odlagališta a maksimalni nagib bio bi 12 %.

### 2.2.3. Sustav prikupljanja i odvodnje oborisnkih voda

Oborinske vode kompleksa odlagališta otpada Karepovac su sve oborinske vode koje površinski otječu s prostora odlagališta. Odvođenje oborinskih voda s prostora odlagališta otpada rješava se zasebnim sustavom odvodnje u skladu s vrstama oborinskih voda, od kojih niti jedna vrsta neće biti u kontaktu s procjednim vodama odlagališta.

Obodni kanali postavljaju se između obodne prometnice i tijela odlagališta. Na mjestu ispusta oborinskih voda u recipijent u kanalu se postavlja taložnica (ujedno i kontrolno mjerno mjesto). Dalje se oborinske vode preko armiranobetonskog propusta ispod obodne prometnice, cjevovoda od PEHD DN 615 mm i ispusne građevine ispuštaju u recipijent kanal Rokalovo.

Ukupni sustav oborinske odvodnje odlagališta Karepovac sastoji se od nekoliko cjelina:

- odvodnja oborinskih voda s površine saniranog prekrivenog odlagališta (površinske i infiltrirane vode kroz završni prekrivni sloj do drenažnog sloja za vodu),
- vanjska/obodna odvodnja oborinskih voda,
- odvodnja oborinskih voda sa servisne prometnice i ulaznog manipulativnog platoa.

Oborinske vode koje se zahvaćaju drenažnim slojem za vodu radi što efektnije i brže odvodnje s površina odlagališta će se preko bermi izvedenih na pokosima odlagališta i mreže ugrađenih HDPE cijevi odvoditi u obodni kanal oko odlagališta, položenim uz unutrašnju stranu obodne prometnice (između otpada i prometnice). To su čiste vode i nisu u kontaktu s otpadom. Naime, odlagalište otpada se sanira na način da je završna površina odlagališta vodonepropusna, što se postiže ugradnjom odgovarajućih brtvenih i drenažnih slojeva kojima infiltrirana oborinska voda otječe prema nižim kotama. U skladu s time, površinske vode ne dolaze u kontakt s otpadom i zbog toga se ne zagađuju.

Projektnim rješenjem ova vrsta oborinskih voda sakuplja se obodnim otvorenim armiranobetonskim kanalom trapeznog poprečnog presjeka. Tim kanalom se odvode oborinske vode s cijelog tijela deponiranog otpada, kao i oborinske vode s prometnice i ulaznog manipulativnog platoa i reciklažnog dvorišta.

**Obodni kanal**

Odabran je trapezni oblik obodnog kanala, dimenzije i obrada dna i stranica su određene hidrauličkim proračunom. Prema uzdužnom padu obodni kanal je nagnut na dvije strane, s razdjelnicom u tjemenu vertikalne krivine obodne prometnice sjeverno od odlagališta (km 1+500,80 – osi prometnice). Zbog toga je obodni kanal podijeljen na dva kanala: K-1 i K-2. Širina dna oba kanala je 1,00 m, a visina oba kanala 1,00 m osim u duljini od cca 200 m prije uljeva kanala K-1 u propust gdje je zbog malog uzdužnog pada od 0,4% povećana visina kanala na 1,40 m. Nagib stranica kanala je 5:1. Duljina kanala K-1 je 1281,14 m, duljina kanala K-2 je 513,47 m, a ukupna duljina obodnog kanala je 1794,61 m. Predviđena je obloga od betona koja ima minimalnu filtraciju vode, omogućuje veliku brzinu, povećava se stabilnost kosina kanala i omogućuje veći pokos kanala. Obloga sprečava eroziju dna i kosina kanala i omogućuje povećanje brzine iznad razorne brzine za dotično zemljište i ujedno smanjuje troškove za održavanje koji se javljaju kod zemljanog kanala.

Obodnim kanalom sakupljaju se i vode sa servisne ceste budući da ona na čitavoj trasi ima poprečni nagib prema kanalu, te oborinske i druge vode s površina ulaznog platoa nakon tretmana u mastolovu.

Vanjske/obodne oborinske vode s viših terena sjeveroistočno od odlagališta površinski dotječu na prostor odlagališta i predstavljaju čiste vode koje nisu u kontaktu s otpadom. Te vode će se sakupiti putem otvorenog kanala K-3, koji štiti nožicu obodnog nasipa, te ispustiti u tranzitni kanal Karepovac-Rokalovo. Projektom je odvodnja vanjskih voda riješena otvorenim trapeznim kanalom duljine 247,92 m, postavljenim uz nožicu nasipa obodne prometnice. Kanal je predviđen u kamenoj oblozi na betonskoj podlozi, širine dna 0,50 m, visine 0,50 m, nagiba stranica 1:1.

**Taložnica**

Na mjestu ispusta oborinskih voda iz obodnog kanala predviđa se izgradnja armiranobetonske taložnice koja ujedno predstavlja i kontrolno mjerno mjesto.

Taložnica se izvodi od armiranog betona C 30/37, svijetlih tlocrtnih dimenzija 100x50 cm i svijetle dubine 100 cm. Debljina dna i zidova taložnice iznosi 25 cm. Ispod armirano betonskog dna izvodi se podloga od betona C 12/15, debljine 10 cm. U razini dna obodnog kanala na vrhu taložnice postavlja se bravarska rešetka sa okvirom iz glatke armature profila $\phi$12 mm.

**Armiranobetonski propust**

Ispod cijele širine obodne prometnice izvodi se armiranobetonski popust. Širina dna armiranobetonskog propusta iznosi 80 cm, a svijetla dubina 50 cm. Debljina stjenki, dna i pokrovne ploče iznosi 25 cm. Propust se izvodi od armiranog betona C 30/37. Postavlja se na sloj podložnog betona C 12/15, debljine 10 cm.

**Ispusna građevina**

Ispusna građevina se izvodi od armiranog betona C 30/37. Građevina je zatvorena bravarskom rešetkom iz glatke armature profila $\phi$12 mm. U građevini je ugrađena ljeveno željezna žablja zaklopka.

**Cjevovod**

Spoj od betonskog propusta do ispusne građevine izvodi se iz polietilenskih cijevi visoke gustoće PEHD DN 615 mm, cijevi za vanjsku ne tlačnu kanalizaciju. Spajanje cijevi izvodi se na kolčak, a brtvljenje spojeva sa gumenim prstenima.

Vanjska kanalizacija je ukopana u tlo, a cijevi za izvedbu kanalizacije polažu se u projektiranom padu na pješčanu posteljicu min. 15 cm na dnu rova i zatrpavaju pijeskom min. 30 cm iznad tjemena cijevi, uz ručno zbijanje. Konačno zatrpavanje rova može se provoditi nakon uspješno provedenog tlačnog ispitivanja na vodonepropusnost.

Za priključenje kanalizacijskih cijevi na betonska okna, ili za prolaz cijevi kroz zid predviđa se koristiti poseban sustav obujmica – RDS, koji se ubetonirava u stjenku okna. Ovaj sustav

omogućuje, jednostavnim uvođenjem plastičnih cijevi u obujmicu, garantirano vodonepropusni priključak cijevi na okno.

Instalaciju kanalizacije treba ispitati na tečenje i vodonepropusnost tlakom 0,05 MPa (0,5 bara). Ispitni tlak treba držati tako dugo dok se ne pregledaju svi dijelovi instalacije, no najmanje 15 min. O provedbi ispitivanja sastavlja se zapisnik.

Sve ono što eventualno nije definirano ovim tehničkim opisom mora se izvesti u skladu sa zakonskim propisima i pravilima tehničke prakse.

## 2.3. DEPONIJSKI PLIN

Projektirani sustav otplinjavanja će se izgraditi i staviti u funkciju po završetku ugradnje otpada, a prije ugradnje prekrivnog brtvenog sustava.

Sustav otplinjavanja će obuhvatiti slijedeće radove:

- izvedbu plinskih bunara,
- ugradnju plinskih sondi,
- polaganje i ugradnju plinovoda s pripadajućim ispustima kondenzata i ventilima.

Ukupno se planira bušenje i izvedba 111 bunara, na koje će se ugraditi plinske sonde, koje će se povezati, putem 16 linija i 3 kolektora te pripadajućih ispusta kondenzata i ventila, u jedinstveni sustav aktivnog otplinjavanja s konačnom obradom odlagališnog plina na plinskoj stanici.

Izvedba plinske stanice nije predmet ove dokumentacije.

**Plinski bunari i sonde**

Plinski bunari će se izvoditi bušenjem, po formiranju konačne geometrije odloženog otpada, a prije, ili paralelno, s ugradnjom prekrivnog brtvenog sustava.

Plinski bunari će se izvesti na cijeloj površini odlagališta sa ciljem obuhvata svog odloženog otpada unutar kojeg postoji energetski potencijal (otpad odlagan nakon 1985. godine). Sukladno navedenom principu, izvest će se 111 bunara, čime će se osigurati dobra pokrivenost prostora i maksimalna iskoristivost odlagališnog plina (Nacrt 3. - Situacija sustava otplinjavanja).

Dubina bunara je određena geometrijom odlagališta te prosječno iznosi 22,0 m.

Dubine bunara na zapadnom dijelu odlagališta (od bunara PB1 do PB46), gdje je odlagan stari otpad i gdje će se bušiti do dubine vrha odloženog starog otpada, značajnije su manje od ukupnog prosjeka i iznose od 5,0 do 15,0 m, dok na istočnom dijelu (od bunara PB47 do PB111), gdje će se bušiti do kote +4,0 m od 0-tog stanja terena, odnosno vrha konstrukcije temeljnog brtvenog sustava, dubine bunara iznose i do 52,0 m (Tablica 2.1.1. - Dubine bušenja bunara).

| Oznaka bunara | Dubina bušenja (m) | Oznaka bunara | Dubina bušenja (m) |
|---|---|---|---|
| PB1 | 9 | PB56 | 27 |
| PB2 | 7 | PB57 | 42 |
| PB3 | 5 | PB58 | 48 |
| PB4 | 8 | PB59 | 50 |
| PB5 | 14 | PB60 | 48 |
| PB6 | 9 | PB61 | 45 |
| PB7 | 5 | PB62 | 34 |
| PB8 | 7 | PB63 | 7 |
| PB9 | 5 | PB64 | 22 |
| PB10 | 13 | PB65 | 36 |
| PB11 | 14 | PB66 | 48 |
| PB12 | 9 | PB67 | 50 |
| PB13 | 6 | PB68 | 50 |
| PB14 | 5 | PB69 | 46 |
| PB15 | 5 | PB70 | 38 |
| PB16 | 9 | PB71 | 22 |
| PB17 | 13 | PB72 | 26 |
| PB18 | 10 | PB73 | 38 |
| PB19 | 10 | PB74 | 47 |
| PB20 | 8 | PB75 | 51 |
| PB21 | 15 | PB76 | 49 |
| PB22 | 7 | PB77 | 41 |
| PB23 | 8 | PB78 | 26 |
| PB24 | 11 | PB79 | 6 |
| PB25 | 10 | PB80 | 13 |
| PB26 | 10 | PB81 | 26 |
| PB27 | 10 | PB82 | 37 |
| PB28 | 8 | PB83 | 49 |
| PB29 | 5 | PB84 | 52 |
| PB30 | 8 | PB85 | 44 |
| PB31 | 8 | PB86 | 30 |
| PB32 | 8 | PB87 | 14 |
| PB33 | 10 | PB88 | 10 |
| PB34 | 10 | PB89 | 20 |
| PB35 | 10 | PB90 | 34 |
| PB36 | 9 | PB91 | 45 |
| PB37 | 7 | PB92 | 44 |
| PB38 | 7 | PB93 | 31 |
| PB39 | 10 | PB94 | 15 |
| PB40 | 10 | PB95 | 12 |
| PB41 | 10 | PB96 | 26 |

| Oznaka bunara | Dubina bušenja (m) | Oznaka bunara | Dubina bušenja (m) |
|---|---|---|---|
| PB42 | 10 | PB97 | 37 |
| PB43 | 10 | PB98 | 41 |
| PB44 | 9 | PB99 | 37 |
| PB45 | 7 | PB100 | 25 |
| PB46 | 5 | PB101 | 5 |
| PB47 | 22 | PB102 | 24 |
| PB48 | 36 | PB103 | 29 |
| PB49 | 46 | PB104 | 28 |
| PB50 | 48 | PB105 | 23 |
| PB51 | 48 | PB106 | 5 |
| PB52 | 46 | PB107 | 10 |
| PB53 | 40 | PB108 | 17 |
| PB54 | 31 | PB109 | 17 |
| PB55 | 7 | PB110 | 15 |
| | | PB111 | 11 |

Tablica 2.1.1 - Dubine bušenja bunara

Bušenje svih bunara će se izvoditi strojno, bušećom garniturom, uz provedbu svih propisanih mjera zaštite.

Obveza izvođača radova je doprema odgovarajuće garniture, bušenje sukladno projektnoj dokumentaciji, mobilizacija garniture te doprema na lokaciju izvedbe novog bunara, kao i izrada i održavanje svih gradilišnih puteva, rampi, platformi i platoa, tehničkih karakteristika sukladno specifikacijama bušaće garniture koju će izvođač radova koristiti. Obveza izvođača je također i uklanjanje izvedenih puteva i platoa, kao i svog ostalog otpadnog materijala, nastalog kao posljedica izgradnje bunara.

Svi bunari će se izvesti u promjeru 120,0 cm do dubine kako je navedeno u prethodnoj Tablici 2.1.1. - Dubine bušenja bunara. Ukupno će se izvesti 111 bunara, ukupne dubine 2.450,0 m.

Odmah po završetku bušenja bunara, u centar bunara će se položiti HDPE PE100 perforirana cijev SDR11, promjera 125 mm. Perforacije moraju biti izvedene u obliku proreza dimenzija 150 x 7 mm po čitavom opsegu paralelni s osi cijevi, naizmjenično položeni zakrenuti za 45 stupnjeva. Cijevi koje se ugrađuju vertikalno u bunar, mogu se međusobno spajati isključivo elektrofuzijskom spojnicom. Zadnjih 350 cm cijevi nije perforirano, već će se ugraditi puna cijev, istih karakteristika (Nacrt 14. - Plinski bunari i sonde).

Po polaganju cijevi u centar bunara, bunari će se pažljivo, kontraktor postupkom, zasipati drenažnim materijalom. Materijal koji će se koristiti za zasipavanje cijevi unutar bunara može biti drenažni šljunak ili kamena drobina granilacije 32 - 64 mm. Važno je napomenuti da je zasipavanje potrebno pažljivo provoditi, kao ne bi došlo do pomaka cijevi izvan centra bunara ili eventualnog oštećenja cijevi koje bi moglo rezultirati njenim diskontinuitetom i

smanjenom izdašnošću bunara prilikom eksploatacije odlagališnog plina. Ukupna količina materijala za zasipavanje bunara iznosi oko 2.770,00 $m^3$.

Zasipni materijal će se ugraditi do dubine -1,0 m od vrha odloženog otpada. Potom će se na poravnati zasipni materijal položiti geotekstil težine 1.200 $g/m^2$ te će se na njega, pažljivo, uz ručno zbijanje nabijačima, ugraditi glineni čep debljine 100 cm kojim će se osigurati bolje brtvljenje na vrhu bunara. Ukupno se predviđa ugradnja oko 130,0 $m^3$ glinovitog materijala.

Po izvedbi opisanih radova, pristupit će se izgradnji prekrivnog brtvenog sustava. Oko plinskih bunara potreban je dodatan oprez i ručna ugradnja svih slojeva prekrivnog brtvenog sustava, kako ne bi došlo do eventualnog oštećenja vertikalno položenih PE cijevi te kako bi se smanjila mogućnost nastanka požara i eksplozije.

Slojevi geosintetskih materijala iz prekrivnog brtvenog sustava se polažu uz vertikalno položenu PE cijev, a preklop niz cijev, mora biti minimalno 100 cm.

Na vrh svakog bunara će se montirati plinska sonda. Plinska sonda služi za regulaciju i kontrolu odlagališnog plina, koji ulazi u sustav aktivnog otplinjavanja i sastoji se od HDPE elemenata (cjevovoda DN 125, oblikovnih komada DN 125, itd.) i ventila (regulacionih PN10 s PE nastavcima DN 125 i kontrolnih kuglastih slavina PN10 DN 20), koji moraju tvoriti plinonepropusan spoj. Ukupno će se montirati 111 plinskih sondi, sve sukladno nacrtima, koje će se spojiti na plinovode.

Prilikom ugradnje plinske sonde, prvo je potrebno izvesti spajanje svih elemenata plinske sonde te potom izvršiti spoj sonde na vertikalnu cijev bunara, putem prirubničkog spoja. Zabranjeno je obavljati sučeona zavarivanja u radijusu 2,2 m od ruba izvedenog bunara. Po završetku izvedbe spoja bunara i sonde, izvođač radova mora zatvoriti kuglastu slavinu kako bi spriječio dovod plina u sustav u izgradnji. Tek po završetku izvedbe kompletnog sustava te uspješno provedenog ispitivanja, izvođač radova smije otvoriti kuglaste slavine.

**Plinovodi**

Plinovode na odlagalištu, ugrađene u aktivni sustav otplinjavanja, dijelimo na linije i kolektore.

Plinovodi su dimenzionirani sukladno proračunu količina odlagališnog plina, a kao referentna godina je prihvaćena 2020. godina, kada se očekuje vršna vrijednost protoka odlagališnog plina od Q = 1.200 Nm3/h.

Sukladno navedenom, predviđena je izgradnja slijedećih plinovoda, svaki navedene duljine:

- Linija 1 (3 sonde) - 131,0 m,
- Linija 2 (5 sondi) - 183,0 m,
- Linija 3 (6 sondi) - 234,0 m,
- Linija 4 (7 sondi) - 274,0 m,
- Linija 5 (8 sondi) - 315,0 m,
- Linija 6 (9 sondi) - 345,0 m,
- Linija 7 (8 sondi) - 327,0 m,

- Linija 8 (8 sondi) - 347,0 m,
- Linija 9 (9 sondi) - 361,0 m,
- Linija 10 (8 sondi) - 335,0 m,
- Linija 11 (8 sondi) - 304,0 m,
- Linija 12 (8 sondi) - 317,0 m,
- Linija 13 (7 sondi) - 288,0 m,
- Linija 14 (6 sondi) - 256,0 m,
- Linija 15 (6 sondi) - 225,0 m,
- Linija 16 (5 sondi) - 195,0 m,
- Kolektor A (linije 1 - 6) - 793,0 m,
- Kolektor B (linije 7 - 11) - 527,0 m,
- Kolektor C (linije 12 - 16) - 305,0 m.

Ukupna duljina svih linija i kolektora, odnosno svih cjevovoda je 6.062,0 m, od čega je DN 125 mm - 4.437,0 m, DN 250 mm - 793,0 m i DN 315 - 832,0 m. (Nacrt 15. - Uzdužni profili kolektora A-C i Nacrt 16.1-16.8. - Uzdužni profili linija 1-16).

Linije su plinovodi, kojima će se sakupljeni odlagališni plin iz odlagališta, preko bunara i plinskih sondi, transportirati prema kolektorima. Linije će biti položene u smjeru jug - sjever i svaka će povezivati od 3 do 9 plinskih sondi. Linije će biti izvedene od HDPE cijevi PE 100 materijala, DN 125 mm, SDR 17, koje će se međusobno spajati sučeonim zavarivanjem ili elektrofuzijskim spojnicama, čime mora biti postignuta plinoneprousnost.

Linije će se polagati na prekrivni brtveni sustav, unutar rekultivirajućeg sloja zemlje. Cijevi će se, po ugradnji prema uzdužnim profilima, zasipati rekultivirajućim slojem zemlje, uz pažljivo ručno zbijanje zasipa oko cijevi. Nadsloj iznad tjemena ugrađenih cijevi mora iznositi minimalno 50 cm, kada se mogu početi koristiti lagani strojni nabijači i kada se smije dozvoliti prijelaz laganih strojeva i transportnih sredstava preko ugrađenih cijevi. Ugradnja linija mora biti koordinirana s ugradnjom prekrivnog brtvenog sustava, radi izbjegavanja nepotrebnih iskopa rekultivirajućeg sloja. Iskop se neće posebno obračunavati (Nacrt 17. - Ugradnja linija).

Uzdužni nagibi linija su definirani položajem sondi i geometrijom odlagališta te moraju iznositi minimalno 3,0%, radi izbjegavanja konkavnih prijeloma trase. Na mjestima gdje nije moguće izbjeći konkavne prijelome, ugradit će se ispusti kondenzata.

Prije ugradnje linija, potrebno je zatvoriti sve ventile na plinskim sondama. Posebnu pažnju je potrebno obratiti pri spajanju i polaganju cijevi, kako ne bi došlo do oštećenja ugrađenih slojeva prekrivnog brtvenog sustava. Na visini 30 cm od tjemena ugrađene cijevi, potrebno je ugraditi traku upozorenja - plin.

Po ugradnji linija, obavezno je provesti ispitivanje nepropusnosti.

Izvedene linije se spajaju na kolektore. Predviđeno je izvesti 3 kolektora, koji će se položiti unutar krune sjevernog obodnog nasipa te njihova ugradnja mora biti koordinirana s izgradnjom navedenog nasipa.

Kolektori će biti izvedeni od HDPE cijevi PE 100 materijala, DN 250 i DN 315 mm, SDR 17, koje će se međusobno spajati sučeonim zavarivanjem.

Kolektori će se polagati unutar prethodno iskopanog rova, na pješčanu posteljicu debljine 10 cm, na međusobnom razmaku od minimalno 20 cm. Kolektori će se, po ugradnji, zasipati pijeskom debljine nadsloja 30 cm od tjemena ugrađene cijevi, dok će ostatak nadsloja biti materijal iz iskopa, prije čega će se u rov staviti traka upozorenja - plin (Nacrt 18. - Spoj linije i kolektora).

Uzdužni nagibi kolektora su definirani uzdužnim nagibom krune sjevernog obodnog nasipa, čime su izbjegnuti konkavni prijelomi kolektora.

Po ugradnji kolektora, obavezno je provesti ispitivanje nepropusnosti.

**Ispusti kondenzata**

Ispusti kondenzata su elementi izrađeni od HDPE cijevi i oblikovnih komada koji služe za prikupljanje i odvodnju kondenzata, koji se stvara u sustavu aktivnog otplinjavanja. Kondenzat negativno utječe na protok plina kroz kolektore te ga je potrebno sigurno i efikasno evakuirati iz sustava otplinjavanja natrag u odloženi otpad.

Ispusti kondenzata su izrađeni od HDPE cijevi (DN 110 i DN 125) i oblikovnih komada, sukladno nacrtima te će se ugraditi koordinirano s ugradnjom linija i prekrivnog brtvenog sustava (Nacrt 19. - Ispusti kondenzata).

Na odlagalištu će se ugraditi ukupno 34 ispusta kondenzata, od čega je 17 komada krajnjih (IKK) i 17 komada prolaznih (IKP).

Krajnji ispusti kondenzata će se ugraditi na početku svake linije i na kraju kolektora A, dok će se prolazni ugraditi na konkavnim prijelomima trase linija te prije svakog spoja linije na kolektor.

Ugradnja ispusta kondenzata će se provesti strojnim iskopom ugrađenog otpada i izravnavajućeg sloja (cca 12,0 $m^3$ po ispustu) te polaganjem prethodno montiranog ispusta u iskop. Polaganje će se morati geodetski nadzirati, radi osiguranja izvedbe projektiranih padova plinovoda prema montiranom i ugrađenom ispustu kondenzata.

Oko ispusta kondenzata potrebno je pažljivo ugraditi drenažni materijal (šljunak ili drobljeni kamen, granulacije 32 – 64 mm), debljine 200 cm, a potom na njega ugraditi 30 cm izravnavajućeg sloja te ostalih slojeva prekrivnog brtvenog sustava. Ukupno je predviđena ugradnja oko 330 $m^3$ drenažnog materijala.

Ispust kondenzata će se na plinovode spajati isključivo elektrofuzijskom spojnicom. Po ugradnji ispusta kondenzata, iste je potrebno napuniti vodom do visine ispusta.

**Ventili**

Prije spoja svake linije na kolektor, ugradit će se plinski ventil, čija je funkcija regulacija dotoka plina, iz svake linije, u kolektor.

Linijski plinski ventili (LV) su smješteni unutar zaštitnog okna te će se ugraditi koordinirano s ugradnjom prekrivnog brtvenog sustava i linija.

Na odlagalištu će se ugraditi ukupno 16 linijskih ventila, po jedan na svakoj liniji. Ventili moraju biti izrađeni sukladno HRN EN 1983, s PE nastavcima za PE100 cijev DN 125 mm i teleskopskom ugradbenom garniturom duljine 60 cm.

Zaštitno okno će se ugraditi neposredno uz kolektore, u nožici pokosa prekrivnog brtvenog sustav. Izvest će se od HDPE cijevi promjera 100 cm i visine 150 cm, s HDPE poklopcem, koji će se postaviti na prethodno izvedenu betonsku podložnu podlogu (C12/15), debljine 10 cm. Neposredno nakon izlaska linije iz okna, izvest će se spoj na kolektore, putem HDPE koljena DN 125 i HDPE redukcija DN 160/125, DN 250/160, odnosno DN 315/160.

Unutar okna, na svakoj liniji, iza linijskog ventila, potrebno je izvesti mjerno mjesto, montažom kuglastih slavina DN 20 (Nacrt 20. - Zaštitno okno).

### 2.3.1. Mjere zaštite pri izvedbi sustava otplinjavanja

Prilikom izvedbe radova na izgradnji sustava otplinjavanja, izvođač radova se mora pridržavati svih propisanih mjera zaštite na radu i zaštite od požara i eksplozija.

Posebne mjere, kojih se izvođač radova mora strogo pridržavati pri izgradnji sustava otplinjavanja, odnose se na opasnosti vezane uz pojavu odlagališnog plina te je, sukladno HRN EN 60079-10-1, Pravilniku o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom i Pravilniku o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama, prostor na kojem se izvodi sustav otplinjavanja klasificiran u zone, prema količini, učestalosti i trajanju pojave eksplozivne atmosfere, kako slijedi:

Zona 0 - Područje u kojem su eksplozivne atmosfere kao mješavine zraka i zapaljivih plinova, para ili maglica prisutne u normalnom radu tijekom dugih razdoblja ili često.

Zona 1 - Područje u kojem se kod normalnih pogonskih uvjeta povremeno mogu stvarati eksplozivne atmosfere kao mješavina zraka i zapaljivih plinova, para ili maglica.

Zona 2 - Područje u kojem se kod normalnih pogonskih uvjeta eksplozivne atmosfere kao mješavina zraka i zapaljivih plinova, para ili maglica javljaju rijetko i kratko traju.

Područje odlagališnog prostora na kojem se izvodi sustav otplinjavanja, klasificira se kao područje na kojem je moguća pojava eksplozivne atmosfere, radi prisutnosti odlagališnog plina, čiji je sastavni dio metan ($CH_4$), koji, u koncentraciji od 4,4% do 16,5% u zraku, tvori eksplozivnu smjesu.

Klasifikacija prostora sustava otplinjavanja, provedena je prema slijedećim smjernicama Environmental Services Association, UK, Industry Code of Practice, i to:

- Area classification for landfill gas extraction, utilisation and combustion, ESA ICoP 2 i
- Drilling into landfill waste, ESA ICoP 4.

Prilikom klasifikacije prostora pri izvedbi sustava otplinjavanja, obuhvaćene su slijedeće lokacije na kojim se potencijalno može pojaviti eksplozivna smjesa metana i zraka, i to:

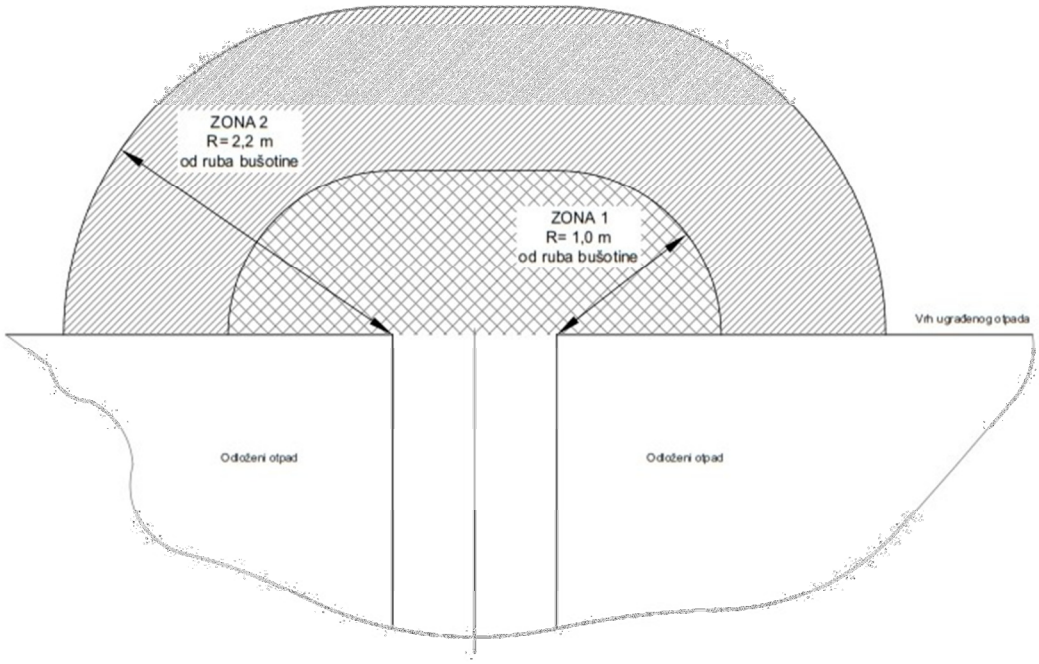
- odlagališni prostor na kojem nije ugrađen prekrivni brtveni sustav,
- plinski bunari, koji se buše u otpadu prije ugradnje prekrivnog brtvenog sustava,
- plinske sonde i plinovodi,
- ispusti kondenzata.

Osim navedenih prostora, kao zona 2 se klasificiraju svi prostori u radijusu 0,5 m od svih spojnica, brtvi, ventila i sličnih spojeva, čija je nepropusnost osigurana gumenim brtvama i sličnim elementima. Unutrašnjost zaštitnog okna linijskog ventila, definira se kao zona 2. Spojevi izvedeni sučeonim zavarivanjem HDPE elemenata ili elektrofuzijskim zavarivanjem HDPE elemenata se ne razmatraju kao prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom.

*A. Odlagališni prostor na kojem nije ugrađen prekrivni brtveni sustav* se definira kao zona bez opasnosti od odlagališnog plina, pri izvedbi sustava otplinjavanja, unutar koje se moraju poštivati opće mjere zaštite propisane projektnom dokumentacijom i važećim Pravilnikom o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada.

*B. Plinski bunari, koji se buše u otpadu, a prije ugradnje prekrivnog brtvenog sustava*, definirani su kao duboke bušotine, koje se izvode u odloženom miješanom komunalnom otpadu, unutar kojeg se generira odlagališni plin.

Zone opasnosti oko duboke bušotine definiraju se kao sfera, radijusa 1,0 m od ruba bušotine, što je zona 1 i sfera, radijusa 2,2 m od ruba bušotine, što je zona 2 (Slika 2.3.1. - Zone opasnosti pri bušenju bunara).

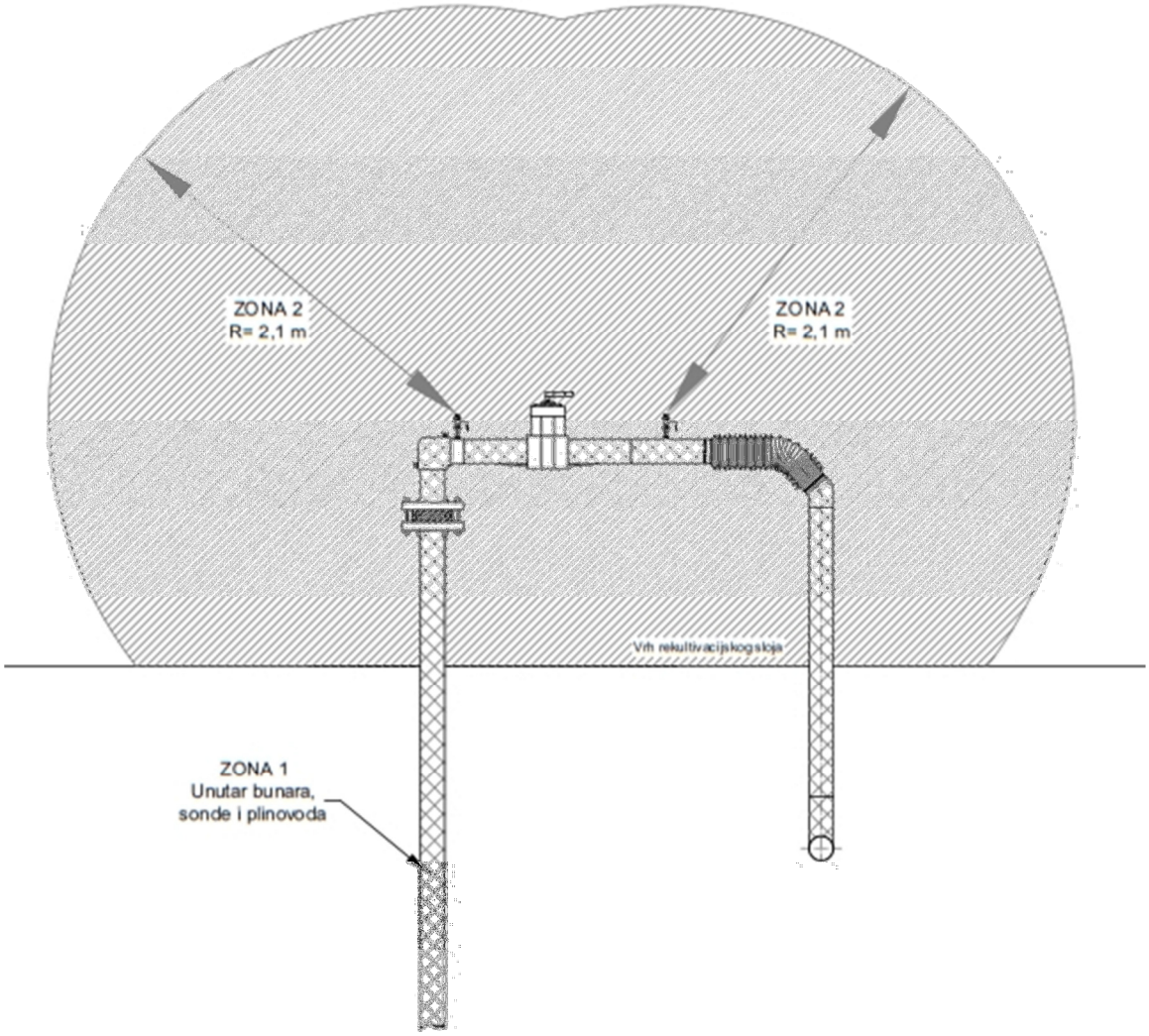



Slika 2.3.1. Zone opasnosti pri bušenju bunara

Ukoliko se, prilikom bušenja, utvrde više koncentracije metana od očekivanih (> 30% CH4 na udaljenosti 0,5 m od ruba bušotine, niz vjetar), što izvođač radova utvrđuje kontinuiranim mjerenjima pri bušenju, odgovarajućom certificiranom opremom, potrebno je poduzeti sve mjere utvrđene u Planu izvođenja radova, koji se mora izraditi u skladu s pozitivnim propisima Republike Hrvatske.

*C. Plinske sonde i plinovodi* se definiraju kao zone na slijedeći način: Unutrašnjost bunara, plinske sonde na vrhu bunara te unutrašnjost cjevovoda do linijskih kolektora se definira kao zona 1.

Zoniranje oko plinske sonde uz koju je izveden sustav otplinjavanja, razmatra se kroz granični slučaj, kada mjerni ventil slučajno ostane otvoren i plin slobodno struji u zrak. U navedenom slučaju, kao zona 2 se definira sfera, radijusa 2,1 m od mjernih ventila (Slika 2.3.2. Zone opasnosti uz sonde).




Slika 2.3.2. Zone opasnosti uz sonde

*D. Ispusti kondenzata se definiraju kao zone na slijedeći način:* Unutrašnjost ispusta kondenzata se definira kao zona 1, dok se kao zona 2, definira sfera, radijusa 0,5 m od vrha ispusta kondenzata.

Sukladno navedenom, a prema Zakonu o zaštiti na radu, Zakonu o zapaljivim tekućinama i plinovima te Pravilniku o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom, u navedenim zonama opasnosti, nije dozvoljeno slijedeće:

- uporaba električnih uređaja i instalacija u protueksplozijskoj izvedbi, za koje ne postoje dokazi o propisanoj ugradbi, održavanju i ispravnosti,
- držanje i uporaba alata, uređaja i opreme s ručnim, mehaničkim, pneumatskim, rotirajućim i sličnim pogonom i pokretanjem, koji mogu prouzročiti iskru ili na drugi način oslobađati toplinu,
- pušenje i uporaba otvorene vatre u bilo kojem obliku,
- držanje oksidirajućih, reaktivnih ili samozapaljivih tvari,
- odlaganje zapaljivih i drugih tvari koje nisu namijenjene tehnološkom procesu,
- pristup vozilima, uređajima, strojevima i opremi koji pri radu mogu iskriti,
- nošenje odjeće i obuće koja se može nabiti opasnim nabojem statičkog elektriciteta,

uporaba uređaja i opreme koji nisu propisno zaštićeni od statičkog elektriciteta, ako na njima postoji mogućnost nabijanja opasnog naboja statičkog elektriciteta i slično.

### 2.3.2. Vijek uporabe i održavanje sustava otplinjavanja

Projektirani vijek trajanja građevine ovisi, u prvom redu, o njenoj namjeni i namjeni pojedine funkcionalne cjeline, odnosno o građevinama koje su unutar cjeline izgrađene.

Za vrijeme gradnje i korištenja, Investitor ili korisnik građevine, dužni su održavati građevinu sa svrhom osiguranja funkcionalnosti građevine i njene sigurnosti. Održavanje se mora provoditi prema programu održavanja koji je dužan izraditi Investitor ili korisnik građevine.

Održavanje građevine se može podijeliti na redovne preglede, investicijske (periodične) preglede i izvanredne preglede, u sklopu kojih se obavljaju poslovi održavanja.

Redovni pregledi se provode tijekom cijele godine sa svrhom održavanja tehničke ispravnosti građevine, sukladno programu održavanja, dok se izvanredni pregledi provode nakon svakog izvanrednog događaja ili po nalogu nadležnih tijela.

### 2.3.3. Projektirani vijek uporabe građevine

Očekivani vijek trajanja HDPE elemenata u sustavu otplinjavanja je 25 godina. Očekivani vijek trajanja opreme (ventili) u sustavu otplinjavanja je 5 godina, uz uvjet redovnog održavanja, sukladno uputama proizvođača.

### 2.3.4. Uvjeti održavanja

Investitor, odnosno korisnik građevine, mora, prije tehničkog pregleda, izraditi detaljan Plan održavanja sustava otplinjavanja, koji može biti sastavni dio Plana održavanja odlagališta otpada.

Održavanje građevine obuhvaća redovno (kontinuirano) održavanje, investicijsko (periodično) održavanje i održavanje u izvanrednim uvjetima.

Redovno (kontinuirano) održavanje se odnosi na sistematski pregled građevine, odnosno manje popravke, pri kojima ne dolazi do prekida rada.
Redovno održavanje obuhvaća najmanje:

- dnevni vizualni pregled svih dijelova sustava otplinjavanja,
- čišćenje svih ispusta kondenzata, dva puta godišnje,
- demontažu i kontrolu svih ventila, dva puta godišnje,
- zamjenu gumenih brtvi, dva puta godišnje,
- interno ispitivanje sastava i protoka odlagališnog plina unutar sustava, jednom mjesečno,
- ostale radnje prema Planu održavanja.

U redovno održavanje se ubrajaju i pregledi koje je potrebno provesti nakon svake prirodne nepogode (npr. obilne padaline i slično) te sve aktivnosti koje je potrebno provestu nakon uočavanja nepravilnosti prilikom svakodnevnog vizualnog pregleda sustava, odnosno građevine.

Nepravilnosti koje je moguće uočiti i aktivnosti koje je u tom slučaju potrebno izvršiti su slijedeće:

- začepljenja bilo kojeg dijela sustava, potrebno je odmah evidentirati i, po mogućnosti, ukloniti izvedbom pravilnih nagiba,
- mehanička oštećenja bilo kojeg dijela sustava, potrebno je u što kraćem roku popraviti, odnosno zamijeniti oštećeni dio ako je potrebno,
- ako je uočen nepravilan rad ili kvar bilo kojeg dijela opreme (ventili), potrebno je isti popraviti ili zamijeniti novim,
- vododerine na pokosima, koje su dovele do otkrivanja plinovoda i ispiranja nadsloja iznad plinovoda, potrebno je u što kraćem roku zapuniti materijalom veće propusnosti,
- bilo koju drugu nepravilnost uočenu prilikom redovnog dnevnog vizualnog pregleda, potrebno je u što kraćem roku otkloniti.

Investicijsko održavanje se odnosi na sve veće radove i popravke prilikom kojih dolazi do prekida rada pripadajućeg dijela sustava ili građevine, kao što je zamijena cjevovoda, većeg broja dotrajalih ventila i sl.
U investicijskom održavanju razlikujemo:

- plansko investicijsko održavanje, gdje se dotrajali dijelovi održavaju i zamjenjuju planski, sukladno programu održavanja i
- izvanredno investicijsko održavanje, gdje se zamjenjuju nepredvidivo uništeni elementi i oprema, uz obustavu rada sustava.

Servisi i pregledi

Za svaki pojedini element ugrađene opreme (npr. ventili), proizvođač opreme je dužan definirati garantni rok te vremenski period kontrolnih i servisnih pregleda, a Investitor ili korisnik građevine, dužan je postupati prema uputama proizvođača.

Dokumentacija

Sve radnje vezane uz održavanje građevine, sustava i opreme, potrebno je provoditi sustavno i evidentirati u dnevniku održavanja (ili servisnoj knjizi), koji trajno čuva Investitor ili korisnik građevine.

# 3. GEOTEHNIČKE ANALIZE STABILNOSTI ZAVRŠNOG PREKRIVNOG SUSTAVA

## 3.1. PLITKA STABILNOST ZAVRŠNOG PREKRIVNOG SUSTAVA

Osnovni problem višeslojnih prekrivnih sustava predstavlja određivanje kontaktne površine (ili unutrašnje površine pojedinog kompozitnog materijala) s najmanjom čvrstoćom na kojoj je posljedično najvjerojatniji položaj potencijalne klizne plohe.

Osim poznavanja položaja klizne plohe, za proračune je potrebno odabrati odgovarajuće parametre čvrstoće (vršne ili rezidualne). Dok je za određena kratkotrajna opterećenja tijekom ugradnje moguće korištenje vršnih parametara, preporuka je da se za proračune trajne stabilnosti koriste parametri rezidualne čvrstoće (čvrstoće pri velikim deformacijama).

Promatrati ćemo tri karakteristična slučaja:

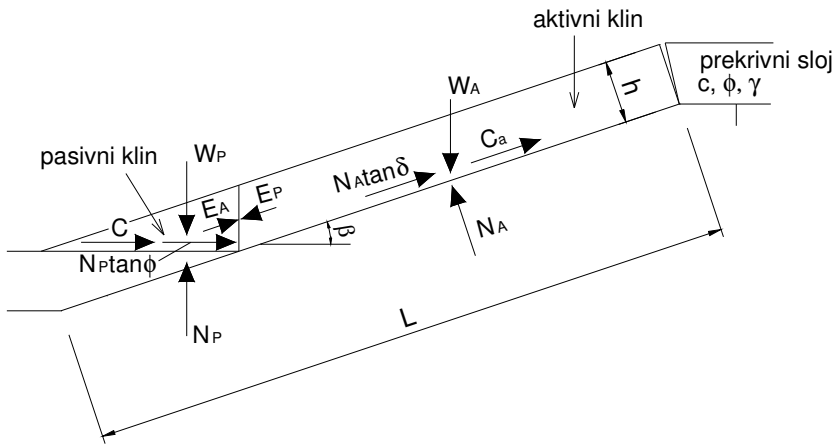
- Dugotrajna stabilnost - uzimajući u obzir opterećenje od vlastite težine prekrivnog sloja,
- Dugotrajna stabilnost - uzimajući u obzir opterećenje od vlastite težine prekrivnog sloja uz poseban slučaj djelovanja potresa i
- Kratkotrajna stabilnost - uzimajući u obzir opterećenje od vlastite težine prekrivnog sloja i težine buldozera koji ugrađuje materijal.

Višeslojni prekrivni sustav se sastoji od sljedećih slojeva:

- Geopletivo
- Rekultivirajući sloj – d=100 cm
- Armirano geopletivo (200 kN/m)
- Geokompozitni dren za vodu
- GCL geosintetska glinenena barijera (tkani + netkani)
- Geokompozitni dren za plin
- Izravnavajući sloj – d =30 cm

Proračun se provodi prema smjernicama koje su dali Robert M. Koerner i David E. Daniel u knjizi *"Final Covers for Solid Waste Landfills and Abandoned Dumps"* (1997. godina) za proračun pomoću aktivnog i pasivnog klina. Osnovni slučaj se lako proširuje dodavanjem dodatnih opterećenja.

Proračuni se temelje na dvodimenzionalnoj traci čija jedinična širina iznosi 1 m. Težina geosintetskih materijala (geopletiva, armiranog geopletiva, GCL-a, itd.) zanemariva je u usporedbi s težinom tla i ostalim opterećenjima koja se javljaju, pa se stoga neće uzeti u obzir u proračunu (slika 3.1.1 - Ravnoteža aktivnog i pasivnog klina).




**Slika 3.1.1** Ravnoteža aktivnog i pasivnog klina

Projektni parametri s gornje slike se odnose na:

- c – kohezija završnog zemljanog sloja
- γ – težina završnog zemljanog sloja
- Ø – rezidualni kut trenja završnog zemljanog sloja
- h – debljina završnog zemljanog sloja
- L – duljina pokosa
- ß – kut nagiba pokosa
- δ – min. kut trenja među materijalima prekrivnog sustava
- $W_A$ – ukupna težina aktivnog klina
- $W_P$ – ukupna težina pasivnog klina
- $N_A$ – sila koja djeluje okomito na plohu sloma aktivnog klina
- $N_P$ – sila koja djeluje okomito na plohu sloma pasivnog klina
- $C_a$ – adhezivna sila između slojeva gdje će prvo doći do klizanja
- C – kohezivna sila duž plohe sloma pasivnog klina
- $E_A$ – interaktivna sila među klinovima, djeluje na aktivni klin
- $E_P$ – interaktivna sila među klinovima, djeluje na pasivni klin

**Odabir parametara**

Karakteristične i projektne vrijednosti (primjenom parcijalnog faktora sigurnosti u iznosu od $\gamma_{\varphi,c}$=1.25) rezidualnih kontaktnih kutova trenja između pojedinih materijala je slijedeći (tablica 3.1.1. Iznosi rezidualnih kontaktnih kutova trenja):

| Kontaktna površina | $\delta_k$ | $\delta_d$ |
|---|---|---|
| Rekultivirajući sloj/geokompozitni dren za vodu | 25 | 20,5 |
| Geokompozitni dren za vodu /GCL (netkana strana) | 22 | 17,9 |
| GCL (tkana strana)/geokompozitni dren za plin | 20 | 16,2 |
| Geokompozitni dren za plin /izravnavajući sloj | 25 | 20,5 |

**Tablica 3.1.1.** Iznosi rezidualnih kontaktnih kutova trenja

Kritična kontaktna površina nalazi se na kontaktu GCL-a (tkana strana) i geokompozitnog drena za plin.

Odabrani karakteristični rezidualni kontaktni kut trenja na kritičnoj kontaktnoj površini iznosi $\delta_{k,r}$=20°, dok je odabrani karakteristični vršni kontaktni kut trenja za kritičnu kontaktnu površinu $\delta_{k,p}$=22°.

Parametri su odabrani prema podacima iz literature, određenom broju ispitivanja provedenim za projekte u Republici Hrvatskoj te prema literaturi *"Stability of Landfill Lining Systems: Report No. 1, Literature Review"*, D.R.V. Jones and N. Dixon, Environment Agency 2003.

Pretpostavljene vrijednosti kontaktnih čvrstoća predstavljati će ulazne veličine koje je Izvođač dužan dokazati laboratorijskim ispitivanjima prije ugradnje materijala.

Karakteristične vrijednosti parametara za prekrivni sloj od miješanog materijala su slijedeći:

| **Karakteristične vrijednosti** | | | **Projektne vrijednosti** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Jedinična težina (kN/m$^3$) | Kohezija $c_k$ (kPa) | Unutarnju kut trenja $\Phi_k$ (°) | Jedinična težina (kN/m$^3$) | Kohezija $c_d$ (kPa) | Unutarnju kut trenja $\Phi_d$ (°) |
| 19 | 0 | 30 | 19 | 0 | 25 |

## 3.2. DUGOTRAJNA STABILNOST ZAVRŠNOG BRTVENOG SUSTAVA

Proračun se provodi za djelovanje samo vlastite težine završnog prekrivnog sustava uz doprinos armiranog geopletiva i to za odabrane veličine:

- $c_d$ – 0 kN/m$^2$
- $\gamma_d$ – 19 kN/m$^2$
- $Ø_d$ – 25°
- h – 1 m
- L – 65 m
- β – 18.43°
- $\delta_d$ – 16,2°
- T – 50 kN/m

Bez doprinosa armiranog geopletiva, dobiveni faktor sigurnosti iznosi FS=0,92 čime nije dobivena zadovoljavajuća sigurnost na klizanje.

Uz potrebnu silu u armiranom geopletivu od 50 kN/m, dobiva se faktor sigurnosti FS=1,06 čime je dobivena zadovoljavajuća sigurnost na klizanje.

Uzimajući u obzir utjecaj oštećenja pri izvedbi i popuštanja tijekom vremena prema *"Designing with Geosynthetics: R. M. Koerner"*, potrebnu silu u armiranom geopletivu potrebno je uvećati za faktor sigurnosti 4.0, čime se dobiva potrebna vlačna čvrstoća armiranog geopletiva u iznosu od 200 kN/m.

Ukoliko se u proračun uzme u obzir utjecaj adhezije među materijalima prekrivnog brtvenog sustava, karakteristične vrijednosti 2 kN/m$^2$ odnosno projektne vrijednosti 1,6 kN/m$^2$, faktor sigurnosti iznosi FS=1,37.

## 3.3. DUGOTRAJNA STABILNOST UZ POTRESNO OPTEREĆENJE

Proračun se provodi za djelovanje vlastite težine i potresnog opterećenja, uz doprinos armiranog geopletiva. U ovom proračunu se, za razliku od proračuna dugotrajne i kratkotrajne stabilnosti, koriste karakteristične vrijednosti rezidualnih parametara čvrstoće.

Odabrani parametri:

- $c_k$ - 0 kN/m$^2$
- $\gamma_k$ - 19 kN/m$^2$
- $Ø_k$ - 30°
- h - 1 m
- L - 65 m
- β - 18.43°
- $\delta_k$ - 20°
- $C_S$ - 0.06
- T - 50 kN/m

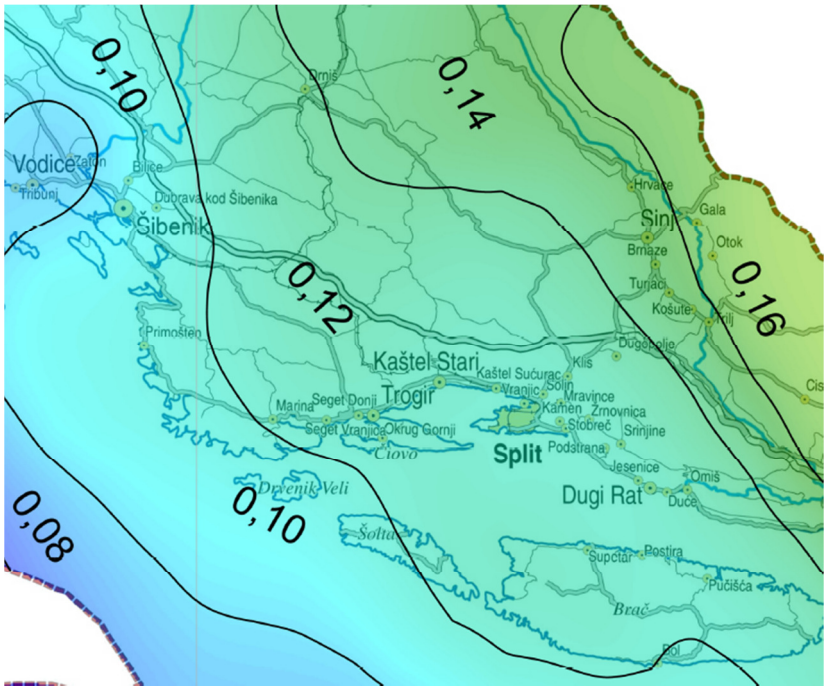
Iznos maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla tipa A ($a_{gR}$) za povratno razdoblje od 95 godina prikazan je u sklopu slike 3.1.2 i slike 3.1.3.

Proračun stabilnosti za slučaj potresnog opterećenja uzima u obzir slijedeće:

- Maksimalno horizontalno ubrzanje tla koje se može očekivati je $a_{gR}$=0,113g
- Gravitacijsko ubrzanje uzima se g=9,81 m/s

Kao projektni seizmički parametri definirane su vrijednosti maksimalne horizontalne akceleracije ($a_{gR}$ izraženo u jedinici g) za povratni period od 95 godina.

**Slika 3.1.2.** Iznos maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla tipa A ($a_{gR}$) za povratno razdoblje 95 godina




**Slika 3.1.3.** Izvadak iz Seizmološke karte Hrvatske

Proračunske potresne inercijalne sile $F_H$ i $F_V$ za horizontalan i vertikalan smjer u pseudo statičkoj analizi računaju se prema izrazima (HRN EN 1998-5):

$F_H=0,5\cdot\alpha\cdot S\cdot W$

$F_V=0,5\cdot F_H$ (za $a_{vg}/a_{gR}>0,6$)

$F_V=0,33\cdot F_H$ (za $a_{vg}/a_{gR}<0,6$)

gdje je:

- α – omjer proračunskog ubrzanja temeljnog tla za temeljno tlo tipa A, $a_{gR}$, i gravitacijskog ubrzanja g
- $a_{vg}$ – proračunsko ubrzanje temeljnog tla u vertikalnom smjeru
- $a_{gR}$ – proračunsko horizontalno ubrzanje temeljnog tla za temeljno tlo tipa A
- S – parametar tla koji u promatranom slučaju iznosi S=1 (za temeljno tlo tipa A, prema HRN 1998-1)
- W – težina klizne mase

Iz gornjih izraza za proračunske potresne inercijalne sile mogu se izdvojiti proračunski seizmički koeficijenti za horizontalan i vertikalan smjer, a koji iznose:

$k_H=C_S=0,5\cdot0,113\cdot1=0,057$

$k_v=0,33\cdot0,057=0,019$

Bez doprinosa armiranog geopletiva, dobiveni faktor sigurnosti iznosi FS=0,96 čime nije dobivena zadovoljavajuća sigurnost na klizanje.

Dobiveni faktor sigurnosti za odabrane ulazne parametre, uz potrebnu silu u armiranom geopletivu od 50 kN/m, iznosi FS= 1,08 čime je dobivena zadovoljavajuća sigurnost na klizanje.

Ukoliko se u proračun uzme u obzir utjecaj adhezije među materijalima prekrivnog brtvenog sustava, karakteristične vrijednosti 2 kN/m$^2$, faktor sigurnosti iznosi FS= 1,39.

## 3.4. KRATKOTRAJNA STABILNOST PREKRIVNOG BRTVENOG SUSTAVA

Proračun se provodi za djelovanje vlastite težine i opterećenja od kretanja buldozera prilikom ugradnje rekultivirajućeg sloja, uz doprinos armiranog geopletiva. Ovim proračunom je predviđena ugradnja materijala odozdo prema gore te se pri izvođenju radova treba strogo pridržavati zadanog smjera ugradnje prekrivnog materijala. Važno je napomenuti kako se ovdje u odnosu na prethodne proračune (dugotrajna stabilnosti i dugotrajna stabilnost uz potresno djelovanje) uzima vršna karakteristična vrijednost posmične kontaktne čvrstoće između umjetnih materijala $\delta_k$=22° (proračunska vrijednost iznosi $\delta_d$=17,9°), za razliku od rezidualne koja iznosi $\delta_k$=20°.

Za odabrane parametre:

- $c_d$ – 0 kN/m$^2$
- $\gamma_d$ - 19 kN/m$^2$
- $Ø_d$ – 25°
- h – 1 m
- L – 65 m
- β –18.43°
- $\delta_d$ – 17,9°
- T – 50 kN/m
- w – 3 m
- b – 0,6 m
- I – 0,75
- q – 30 kN/m$^2$
- a/g – 0,19

Bez doprinosa armiranog geopletiva, dobiveni faktor sigurnosti iznosi FS=0,98 čime nije dobivena zadovoljavajuća sigurnost na klizanje.

Uz potrebnu silu u armiranom geopletivu od 50 kN/m, dobiva se faktor sigurnosti FS=1,12 čime je dobivena zadovoljavajuća sigurnost na klizanje.

Zbog kratkog trajanja opterećenja potrebno je uzeti samo utjecaj oštećenja pri izvedbi, stoga je potrebnu silu u armiranom geopletivu potrebno uvećati za faktor sigurnosti 1,25, čime se dobiva potrebna vlačna čvrstoća armiranog geopletiva u iznosu od 62,5 kN/m.

Pošto armirano geopletivo prema proračunu dugotrajne stabilnosti mora biti nazivne vlačne čvrstoće 200 kN/m, a prema proračunu kratkotrajne stabilnosti 62,5 kN/m, odabrano je armirano geopletivo nazivne vlačne čvrstoće od 200 kN/m, čime se zadovoljavaju oba kriterija.

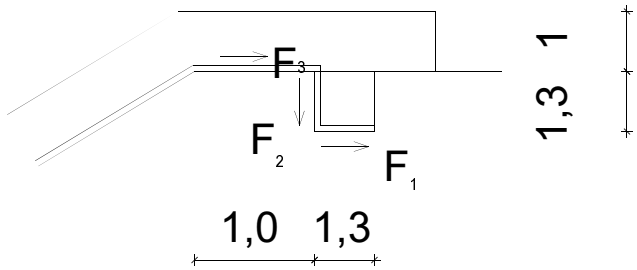
Ukoliko se u proračun uzme u obzir i utjecaj adhezije među materijalima prekrivnog brtvenog sustava, karakteristične vrijednosti 2 kN/m$^2$, odnosno projektne vrijednosti 1,6 kN/m$^2$, faktor sigurnosti iznosi FS=1,40.

## 3.5. PRORAČUN SIDRENOG JARKA

Potrebno je proračunati dimenzije sidrenog jarka kako bi se osigurala dovoljna duljina sidrenja uz zadovoljavajući faktor sigurnosti. Sidreni jarak se dimenzionira prema sili koja se javljaju u armiranom geopletivu, dobivenu u proračunima plitke stabilnosti (pogalvlje 3.1.).

Dimenzije sidrenog jarka za sidrenje umjetnih materijala završnog prekrivnog sustava određuju se prema najvećoj očekivanoj vrijednosti sile u armiranom geopletivu, a ona iznosi 50 kN/m.

Sidreni jarak je dimenzija 1,3 m x 1,3 m s nad slojem od 1,0 m, te je udaljen 1 m od ruba pokosa (slika 3.5.1 – Skica sidrenog jarka)




**Slika 3.5.1** Skica sidrenog jarka

Nosivost sidrenog jarka se računa prema izrazu:

$$T=F_1+F_2+F_3$$

$$F = 2 \cdot c_i \cdot L_c \cdot \sigma \cdot \tan \varphi_d$$

Gdje je:

- $c_i$ – koeficijent interakcije
- $L_c$ – duljina sidrišne dionice
- $\sigma$ – naprezanje okomito na plohu sidrenja
- $\varphi_d$ – projektna vrijednost unutarnjeg kuta trenja nasipnog materijala

Za koeficijente interakcije ($c_i$) uzima se 0,9 za horizontalne sidrišne dionice i 0,5 za okomite sidrišne dionice.

Za nosivost sidrenog jarka tada dobivamo:

$$F_1 = 2 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}3 \cdot 2{,}3 \cdot 19 \cdot \tan 25 = 47{,}7 \text{ kN/m}$$

$$F_2 = 2 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}3 \cdot (1 - \sin 25) \cdot 1{,}65 \cdot 19 \cdot \tan 25 = 11{,}0 \text{ kN/m}$$

$$F_3 = 2 \cdot 0{,}9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 19 \cdot \tan 25 = 15{,}9 \text{ kN/m}$$

$$T = 47{,}7 + 11{,}0 + 15{,}9 = 74{,}6 \text{ kN/m}$$

Za danu geometriju sidrenog jarka dobivena je sila otpora od 74,6 kN/m. Očekivana sila u armiranom geopletivu iznosi 50 kN/m, iz čega proizlazi da faktor sigurnosti iznosi FS=74,6/50=1,49.

## 3.6. PRORAČUN KOLIČINA ODLAGALIŠNOG PLINA

Proračun količina odlagališnog plina na odlagalištu otpada Karepovac u Splitu, izrađen je računalnim modelom GASpr11, koja se temelji na derivaciji opće FOD jednadžbe, odnosno na metodi raspada prvog reda (FOD), a koja glasi:

$$CH_4 \text{ ispušten tijekom godine t (Gg/god)} = \sum_x ((A \cdot k \cdot MSW_T(x) \cdot MSW_F(x) \cdot L_0(x)) \cdot e^{-k(t-x)})$$

za x = početna godina do t

gdje je:

t = krajnja godina

x = godine za koje se trebaju dodati ulazni podaci

$A = (1-e^{-k})/k$ faktor normalizacije koji korigira zbrajanje

k = konstantna količine stvaranja metana (1/god)

$MSW_T(x)$ = ukupan komunalni kruti otpad (MSW) nastao u godini x (Gg/god)

$MSW_F(x)$ = udio MSW zbrinut na odlagalištu u godini x

$L_o(x)$ = potencijal stvaranja metana ($MCF(x) \cdot DOC(x) \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12$ (Gg $CH_4$/Gg otpada))

MCF(x) = faktor korekcije metana u x (udio)

DOC(x) = razgradivi organski ugljik (DOC) u godini x (udio) (Gg C/Gc otpada)

$DOC_F$ = udio disimiliranog DOC

F = volumni udio $CH_4$ u plinu odlagališta

16/12 = pretvaranje C u $CH_4$

Proračun količina odlagališnog plina izrađen je odvojeno za otpad koji se neće preslagivati (stari otpad odložen u vremenu od 1960. do 1985. godine) te za noviji otpad, koji je odlagan nakon navedenog razdoblja i koji će se odlagati do 2018. godine (novi otpad odložen u vremenu od 1986. do 2018. godine), kada se planira zatvaranje odlagališta.

Navedeni pristup je prihvaćen zbog činjenice da se otpad odložen do 1985. godine neće izmještati te da odloženi otpad, nakon 30 godina, gubi većinu svog energetskog potencijala, što je razvidno iz proračuna.

Manje količine odlagališnog plina iz starog otpada (poglavito CH4, koji se, zbog svoje relativne gustoće, zadržava u višim dijelovima odlagališta), bit će, zbog međusobnog utjecaja s novim otpadom i izgradnje prekrivnog brtvenog sustava, djelomično obuhvaćene aktivnim sustavom otplinjavanja, ali na način da nema pretjeranog negativnog utjecaja na konačnu energetsku vrijednost sakupljenog odlagališnog plina.

Sastav otpada je razmatran kao konstanta za cijelo razmatrano razdoblje, i temelji se na ispitivanjima provedenim u Republici Hrvatskoj tijekom 2010. - 2014. godine (Tablica 3.6.1. - Usvojeni sastav otpada na odlagalištu otpada Karepovcu).

| Sastavnica otpada | Udio |
|---|---|
| Metal | 1,79% |
| Drvo | 0,97% |
| Tekstil/odjeća | 3,45% |
| Papir i karton | 17,93% |
| Staklo | 3,10% |
| Plastika | 18,49% |
| Guma | 0,28% |
| Koža/kosti | 0,49% |
| Kuhinjski otpad | 13,12% |
| Vrtni otpad | 4,61% |
| Problematični otpad-pelene | 3,09% |
| Ostali otpad (zemlja, prašina, pijesak, nedefinirano) | 1,62% |
| Sitnica (< 40 mm) | 26,29%* |
| Glomazni otpad | 4,75% |

**Napomena: 50% sitnice je razmatrano kao biorazgradivi otpad.*

Tablica 3.6.1 Usvojeni sastav otpada na odlagalištu otpada Karepovac

Sukladno navedenom, na odlagalištu otpada Karepovac je odloženo 54% materijala, koji je pogodan za proizvodnju odlagališnog plina.

## 3.7. PRORAČUN KOLIČINA ODLAGALIŠNOG PLINA ZA STARI OTPAD (1960. - 1985.)

Proračun je proveden prema slijedećim ulaznim podacima:

- Usvojeni sastav otpada: 54% razgradivog materijala pogodnog za proizvodnju plina,
- Količina odloženog otpada: 2.000.000 $m^3$ ili 1.600.000 t (1 $m^3$ = 0,8 t),
- Dinamika ugradnje otpada: konstantna linearna (61.500 t/godišnje),
- Način ugradnje otpada: bez temeljnog brtvenog sustava, uz djelomično kompaktiranje,
- Način prekrivanja otpada: bez prekrivnog brtvenog sustava, uz djelomično dnevno prekrivanje inertnim materijalima,
- Udio metana u odlagališnom plinu: 50%,
- Prosječna temperatura odlagališnog plina: 35°,
- Teoretski postotak prikupljenog plina: 60%,
- Udio organskog ugljika u otpadu: 200 kg/t.

Maksimalna količina odlagališnog plina iz starog otpada je iznosila 972 $m^3$/h u 1987. godini, nakon koje se količina smanjuje te u 2008. godini pada ispod 100 $m^3$/h.

## 3.8. PRORAČUN KOLIČINA ODLAGALIŠNOG PLINA NA NOVI OTPAD (1986. - 2018.)

Proračun je proveden prema slijedećim ulaznim podacima:

- Usvojeni sastav otpada: 54% razgradivog materijala pogodnog za proizvodnju plina,
- Količina odloženog otpada: 4.560.000 $m^3$ ili 2.280.000 t (1 $m^3$ = 0,5 t),
- Dinamika ugradnje otpada: linearna, uz godišnje povećanje od 500 t u odnosu na prethodnu godinu,
- Način ugradnje otpada do 2015. godine: bez temeljnog brtvenog sustava, uz djelomično kompaktiranje,
- Način ugradnje otpada od 2016. - 2018. godine: na plinonepropusni temeljni brtveni sustav (HDPE geomembrana)
- Način prekrivanja otpada do 2015. godine: bez prekrivnog brtvenog sustava, uz dnevno prekrivanje inertnim materijalima,
- Način prekrivanja otpada od 2016. - 2018. godine: kontinuirana, postupna ugradnja djelomično plinopropusnog prekrivnog brtvenog sustava (GCL, rekultivirajući sloj zemlje d = 100 cm),
- Udio metana u odlagališnom plinu: 50%,
- Prosječna temperatura odlagališnog plina: 35°,
- Teoretski postotak prikupljenog plina: 80%,
- Udio organskog ugljika u otpadu: 200 kg/t.

Maksimalna količina odlagališnog plina iz novog otpada se očekuje u 2020. godini, u vrijednosti od oko 1.200 $m^3$/h, nakon čega produkcija odlagališnog plina blago pada te nakon 10 godina doseže vrijednost od oko 420 $m^3$/h.

Navedena maksimalna količina i konstantnost produkcije plina, deset godina nakon predviđenog zatvaranja odlagališta, ukazuju na potrebu izvedbe aktivnog sustava otplinjavanja s iskorištavanjem prikupljenog odlagališnog plina.

# 4. TEHNIČKI UVJETI GRAĐENJA I KONTROLA KVALITETE UGRADNJE

## 4.1. PRIPREMNI RADOVI

### 4.1.1. Općenito

U ovom poglavlju propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za materijale, proizvode i radove koji se koriste kod izvođenja pripremnih radova.

### 4.1.2. Definicije

Projekt organizacije građenja je tehničko-ekonomski elaborat kojim se definira organizacija i tehnologija građenja.

Pripremni radovi obuhvaćaju sve aktivnosti, prema projektu organizacije građenja, koji su neophodni za pripremu i organizaciju gradilišta te izvođenje glavnih građevinskih i drugih radova.

Snimak izvedenog stanja je sveobuhvatni geodetski elaborat koji prikazuje konačno stanje građevine u prostoru.

Koordinate su numerički podaci za točke u važećem geodetskom sustavu izmjere.

Komunalne instalacije su zračni i podzemni vodovi električne energije, telefona, plinovodi, toplovodi, vodovodi, kanalizacija i sl.

### 4.1.3. Priprema gradnje

Koncepcija organizacije izgradnje građevinskih objekata pretpostavlja da se prije početka gradnje predvide i planiraju sve aktivnosti koje su potrebne da se građevina izgradi u skladu sa važećim zakonima i propisima, u ugovorenom roku i uz poštivanje ugovorenih ekonomsko-financijskih uvjeta.

Zbog opsežnosti radova, dužine izgradnje, sudjelovanja velikog broja izvršitelja te zbog drugih specifičnosti građevine, priprema gradnje je zahtjevan i odgovoran posao. U tom smislu, potrebno je prethodno izraditi Projekt organizacije građenja (POG). Projekt organizacije građenja izrađuje Izvođač u obliku koji odredi Nadzorni inženjer. Projekt organizacije potrebno je izraditi za svaki "projekt" izgradnje, bez obzira na njegovu vrstu, veličinu i vrijeme izgradnje.

Osnovni zadatak projekta organizacije građenja jest razmatranje i rješavanje organizacijskih, tehnoloških i ekonomskih problema građenja. Za izradu takvog projekta treba raspolagati svim podacima koji mogu imati utjecaja na samu gradnju, uz obvezu da radovi teku neometano, pod što povoljnijim uvjetima te završe u ugovorenom roku.

Opis aktivnosti i postupaka izrade projekta organizacije građenja ukazuje na redoslijed, sadržaj i razinu pojedinosti u pristupu i u izradi elaborata. Na temelju opsega i vrste zadataka i aktivnosti definira se sustav, određuju etape i postupnost u radu.

Radi racionalnosti, Projekt organizacije građenja treba sadržavati sljedeće:

- organizaciju i tehnologiju građenja,
- izvedbeni projekt prethodnih, pripremnih radova i gradilišne infrastrukture,
- pregledni plan građenja s planovima radne snage, mehanizacije, energije i opskrbe potrebnim materijalima,
- financijski plan,
- elaborate zaštite na radu i zaštite od požara i
- posebne priloge.

Projekt organizacije građenja izrađuje Izvođač. Nadzorni inženjer, nakon prihvaćanja projekta organizacije građenja, upisom u građevinski dnevnik, dopušta početak rada.

Opisani radovi se ne obračunavaju i ne plaćaju posebno već su uključeni u ukupnu cijenu građenja.

### 4.1.4. Čišćenje i priprema terena

Ovaj rad obuhvaća sječenje šiblja i stabala svih dimenzija, odsijecanje granja, rezanje stabala i debelih grana na dužine pogodne za prijevoz, vađenje korijenja, šiblja te starih panjeva i panjeva novo posječenih stabala, zatim odnošenje šiblja, granja, trupaca i panjeva na odlagalište koje odredi Nadzorni inženjer. Površine koje treba očistiti od šiblja, drveća i panjeva označene su u nacrtima ili ih određuje Nadzorni inženjer prije početka rada.

Čišćenje obuhvaća i uklanjanje svega nepotrebnog materijala zaostalog nakon tih radova.

Grmlje, stabla i panjeve treba ukloniti na svim površinama predviđenima u projektu, kao i na mjestima koja odredi Nadzorni inženjer.

Izvođač mora rušiti stabla uz punu primjenu higijensko-tehničkih zaštitnih mjera i bez nanošenja štete susjednim objektima, posjedima uz zonu zahvata i imovini uopće. Rušenjem stabala ne smiju se oštetiti stabla koja nisu predviđena za rušenje.

Posječena stabla i panjeve treba odlagati na mjestima pristupačnim za odvoz stabala i gdje ona neće smetati radovima. Udubine od izvađenih panjeva na temeljnom tlu treba ispuniti istim materijalom kakav je na okolnom temeljnom tlu te izvesti zbijanje do propisane zbijenosti.

Ako nije ugovorom i troškovnikom drukčije predviđeno, čišćenje i pripremanje terena je uključeno u ukupnu cijenu građenja. Ukoliko je ugovorom i troškovnikom predviđeno uklanjanje grmlja, šiblja, drveća i panjeva obračun se obavlja po četvornom metru očišćene zarasle površine.

## 4.2. GEODEZIJA

### 4.2.1. Opis rada

Pod iskolčenjem nasute građevine podrazumijevaju se sva geodetska mjerenja pomoću kojih se podaci iz projekta prenose na teren, te osiguranja iskolčenih osi, profiliranje, obnavljanje i održavanje iskolčenih oznaka na terenu za čitavo vrijeme građenja, odnosno do predaje naručitelju. Tu također spadaju preuzimanje i održavanje svih predanih osnovnih geodetskih snimaka i nacrta, te iskolčenja na terenu koja je naručitelj predao izvođaču na početku radova.

Opseg izvedenih geodetskih radova mora biti takav da u svemu zadovoljava potrebe građenja, kontrolu radova, obračun izvedenih radova i ostalo. Navedene radove naručitelj predaje izvođaču u obliku elaborata o iskolčenju građevine.

### 4.2.2. Opće odredbe za izvedbu geodetskih radova

Izvođač mora geodetske radove povjeriti samo djelatnicima s odgovarajućom i Zakonom o građenju propisanom školskom spremom i radnim iskustvom, te potrebnim teoretskim i praktičnim znanjem, kako bi oni mogli uspješno izvršiti geodetska mjerenja za specifične građevinske radove. Treba naglasiti da je izvođač u potpunosti odgovoran za točnost geodetskih radova koje su izveli njegovi djelatnici ili osoblje koje je za to angažirao.

Prije početka radova Nadzorni inženjer predaje Izvođaču elaborat o iskolčenju građevine a Izvođač mora nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje slijedeće:

- spisak djelatnika s podacima o njihovoj školskoj spremi i radnom iskustvu,
- spisak geodetskih instrumenata i opreme s navedenim osnovnim osobinama,
- metodologiju provođenja geodetskih radova.

Izvođač će koristiti takvu vrstu i broj odgovarajućih geodetskih instrumenata i opreme da osigura potrebnu kvalitetu, te kontinuirano i nesmetano provođenje geodetskih radova. Tip i točnost geodetskih instrumenata mora biti u skladu s karakteristikama građevine, građevinskih radova i tehnikom građenja. Kroz cijelo vrijeme građenja mora Izvođač kontrolirati ispravnost geodetskih instrumenata i opreme i ako je potrebno provoditi njezina podešavanja u određenim vremenskim intervalima po odobrenju i uz prisustvo nadzornog inženjera.

Prije početka radova obveza je nadzornog inženjera da postavi početnu geodetsku mrežu koja je definirana po tlocrtnom položaju i visini. Takva mreža obuhvaća čitavo područje građenja i mora garantirati točan položaj svakog dijela građevine zasebno. Za iskolčenje pojedinih dijelova građevine Izvođač će preuzeti od nadzornog inženjera na odgovarajući način označene referentne točke, uključujući njihove podatke. Navedene referentne točke trebaju biti u neposrednoj blizini gradilišta.

Izvođač je obvezan izvršiti sve geodetske radove kojima se na terenu definira geometrija građevina i po kojima se određuju količine izvedenih radova. Isto tako, Izvođač mora kroz čitavo vrijeme građenja o svom trošku čuvati, osiguravati i održavati sve stalne točke i sva

iskolčenja koja je preuzeo ili uspostavio. Također je dužnost Izvođača da održava čistim sve geodetske oznake, točke, repere itd, te linije dogledanja.

Sva potrebna iskolčenja i linije osi građevina moraju biti označena i osigurana pomoću stalnih točaka i repera. Raspored i učestalost svih stalnih točaka i repera na terenu mora biti u skladu s tehnikom i dinamikom građenja, a odobrava ih nadzorni inženjer. Stalne točke moraju biti trajne, te se izrađuju od odgovarajućih trajnih materijala kao što su bronca ili nehrđajući čelik, usidrenih u beton. Pomoćne geodetske točke trebaju trajati samo za vrijeme građenja, pa se izvode od čeličnih cijevi, čavala, drvenih kolčića, bojanih oznaka i slično. Kontrolne točke koje služe za praćenje deformacija građevine i okolnog tla za vrijeme i nakon građenja, moraju biti izvedena na stupovima od armiranog betona. Sve geodetske točke i iskolčenja moraju biti označeni jasnim i trajnim oznakama.

Sve geodetske radove mora Izvođač vezati na početnu geodetsku mrežu koju je preuzeo od nadzornog inženjera prije početka radova.

Kada smatra potrebnim nadzorni inženjer ima pravo izvršiti kontrolu svih stalnih točaka i svih iskolčenja, kao i pozicija, dimenzija i oblika građevina i njihovih dijelova. Izvođač mora nadzornom inženjeru omogućiti provođenje takvih kontrola i pri tome mu dati svu neophodnu pomoć. Međutim, kontrole koje provodi nadzorni inženjer ne oslobađaju Izvođača od potpune odgovornosti za točnost položaja i izvedbe građevina i njihovih dijelova.

Prije početka zemljanih radova Izvođač mora geodetski snimiti postojeći teren, tlocrtno i visinski. Zemljani radovi se moraju kontinuirano kontrolirati, posebno kada se mijenjaju visine, linije, nagibi i slično, a sve u skladu s napredovanjem građenja. Po završetku zemljanih radova moraju se kontrolirati položaj i visine nasipa. Svi potrebni terenski geodetski radovi počevši od snimanja postojećeg terena, pa preko snimanja tijekom radova, sve do završnih snimanja gotovih građevina, mora Izvođač obavljati u skladu sa zahtjevima nadzornog inženjera i u njegovu prisustvu.

Izvođač je u obvezi voditi sve potrebne terenske knjige, zapisnike i formulare, te ih redovito dostavljati nadzornom inženjeru na uvid.

### 4.2.3. Postavljanje profila nasipa (kanala)

Prije nasipavanja, odnosno iskopa, Izvođač je dužan na terenu iskolčiti poprečne profile građevine točno prema poprečnim profilima iz nacrta. Točke u kojima pokosi nasipa ili usjeka sijeku teren treba odrediti računskim putem i prema tome iskolčiti. U tim točkama Izvođač mora postaviti pokosne letve kojima se određuje nagib pokosa nasipa ili usjeka. Pokosne letve trebaju imati dimenzije poprečnog presjeka 2,5x5 cm. Pričvršćuju se na vertikalne letve poprečnog presjeka dimenzija 5x5 cm, zabijene u zemlju.

U ovisnosti o uvjetima terena, osobitostima građevine i načinu rada određuje se razmak poprečnih profila označenih na terenu, a koji ne može biti veći od 25 m.

Izvođač može po svom nahođenju provjeriti dodatnim geodetskim mjerenjima poprečne profile terena i ucrtati ih u izvedbenom projektu u mjerilu tog projekta. Ako se tom prilikom utvrde razlike u odnosu na projekt, Izvođač će o tome pismenim putem upoznati nadzornog

inženjera. Izmjene poprečnih profila u odnosu na izvedbeni projekt će pismeno potvrditi nadzorni inženjer, što će biti osnova za priznavanje količina izvedenih radova.

Utvrdi li se dodatnim geodetskim mjerenjima da morfologija terena između poprečnih profila znatnije odstupa od izvedbenog projekta, a što bi imalo većeg utjecaja na količine radova, Izvođač ima pravo zahtijevati geodetsko snimanje među profila. Utvrđene razlike u količinama mora pismeno potvrditi Nadzorni inženjer.

### 4.2.4. Kontrola iskolčenja u vrijeme građenja

Za čitavo vrijeme građenja mora Izvođač stalno kontrolirati ispravnost prethodno izvršenih iskolčenja. Kontrolira se ispravnost iskolčenih osi građevine, osiguranje svih točaka, postavljenih poprečnih profila, repera i poligonskih točaka.

Izvođač je u potpunosti odgovoran za očuvanje i zaštitu svih geodetskih iskolčenja, oznaka i osiguranja na području izvođenja radova. U slučajevima kada je došlo do oštećenja ili uništenja pojedinih točaka, njihovih osiguranja, repera, pokosnih letvi itd, obveza je Izvođača da odmah o tome obavijesti nadzornog inženjera. U najkraćem roku Izvođač mora izvršiti popravak ili obnovu nastalih oštećenja o svom trošku. Nadzorni inženjer će provjeriti svaki takav popravak ili obnovu. U posebnim slučajevima nadzorni inženjer ima pravo ponovno postavljanje uništenih točaka povjeriti i nekom drugom poduzeću i to na trošak Izvođača.

Iskolčenja osi treba u principu obnavljati na svaki 1,0-1,5 m izvedene visine.

Svaku eventualnu promjenu projekta mora Izvođač provesti na terenu. U skladu s tim Izvođač će izvršiti sva potrebna iskolčenja, provesti osiguranja osi građevina i drugih točaka, te na postavljenim poprečnim profilima. Sve promjene će Izvođač ucrtati u nacrte osiguranja osi građevina. Izvođač je u obvezi dati na uvid nadzornom inženjeru sve podatke o iskolčenjima glede promjena u projektu.

### 4.2.5. Predaja geodetskih točaka po završetku radova

Izvođač je dužan po završetku građenja, a prije tehničkog prijema građevine, predati nadzornom inženjeru sve geodetske točke. Nadzorni inženjer ima pravo zahtijevati od Izvođača da obnovi osi, stacionaže, poligonske točke i repere, te ih ovaj mora zapisnički predati. Osim toga, nadzorni inženjer može od Izvođača prije tehničkog prijema zatražiti još i nivelman jednog dijela ili čitave građevine.

### 4.2.6. Obračun radova

Geodetski radovi se obračunavaju po površini prostora obuhvaćenog radovima (ha).

U cijenu rada uključen je cjelokupan geodetski rad opisan u ovoj točki, kao i svi troškovi materijala i prijevoza vezani uz taj rad. Nadalje, cijena uključuje i troškove geodetskih radova na svim ostalim građevinama među koje spadaju: pomoćne građevine, upravne zgrade, radionice, pomoćne ceste i komunikacije, pozajmišta itd. U cijenu se uključuju svi navedeni geodetski radovi koji se izvode od preuzimanja iskolčenja pa do tehničkog prijema građevine.

## 4.3. IZRAVNAVAJUĆI SLOJ IZNAD OTPADA

### 4.3.1. Općenito

Opseg radova

Radovi u ovom poglavlju tehničkih uvjeta građenja obuhvaćaju nabavku cjelokupne radne snage, materijala, opreme i izvođenja posla nužnog za ugradnju izravnavajućeg sloja od mješovitog materijala:

- preko postojećeg sloja od mješovitog materijala na starom dijelu odlagališta u debljini od prosječno 15 cm, maksimalnog zrna $d_{max}$= 50 mm.
- preko novog dijela odlagališta neposredno iznad otpada u debljini od 30 cm, maksimalnog zrna $d_{max}$= 50 mm.

Definicije

Izravnavajući sloj je sloj od mješovitog materijala koji se izvodi odmah iznad postojećeg sloja od mješovitog materijala na starom dijelu odlagališta te neposredno iznad otpada na novom dijelu odlagališta nakon što otpad dosegne kotu predviđenu projektom.

Svrha nanošenja ovog sloja na starom dijelu odlagališta jest popunjavanje i izravnavanje nastalih udubljenja uslijed erozije kako bi se sloj od mješovitog materijala ponovno doveo na debljinu od 30 cm predviđenoj u 1 fazi. Debljina ovog sloja iznosi u prosjeku 15 cm, a maksimalno zrno je ograničeno na dmax= 50 mm.

Izravnavajući sloj na novom dijelu odlagališta se polaže neposredno iznad otpad nakon pupunjavanja novih ploha A i B, odnosno nakon što otpad dosegne kotu predviđenu u 1 fazi sanacije. Debljina ovog sloja iznosi 30 cm, a maksimalno zrno je također ograničeno na dmax= 50 mm.

Izravnavajući sloj ujedno predstavlja najdonji sloj završnog prekrvnog sustava.

Pod mješovitim materijalom podrazumijevaju se miješani kameni i zemljani materijali, glinoviti šljunci, zaglinjene kamene drobine, trošne stijene – škriljci, lapor, flišni materijali i slični, tj. materijali koji su manje osjetljivi na djelovanje vode (većina materijala iskopne kategorije “B” i dio materijala iskopne kategorije “C” ).

Norme

| | |
|---|---|
| HRN U.B1.010 | Geomehanička ispitivanja. Uzimanje uzoraka tla |
| HRN EN ISO 17892-1 | Geotehničko istraživanje i ispitivanje - Laboratorijsko ispitivanje tla - 1. dio: Određivanje vlažnosti |
| HRN U.B1.014 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje zapreminske mase materijala tla bez pora |
| HRN U.B1.016 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje zapreminske mase materijala tla sa porama metodom pomoću gumenog balona |
| HRS CEN ISO/TS 17892-4 | Geotehničko istraživanje i ispitivanje - Laboratorijsko ispitivanje tla - 4. dio: Određivanje granulometrijskog sastava |
| HRS CEN ISO/TS 17892-12 | Geotehničko istraživanje i ispitivanje - Laboratorijsko ispitivanje tla - 12. dio: Određivanje Atterbergovih granica |

| | |
|---|---|
| HRN U.B1.024 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla |
| HRN U.B1.034 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje koeficijenata vodopropusnosti |
| HRN EN ISO 12957-1 | Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom |

### 4.3.2. Materijal

Sav mješoviti materijal treba biti dobavljen iz čistih izvora kojeg je pregledao Inženjer/Nadzor. Inženjer/Nadzor može pogledati predviđena područja za dobavu mješovitog materijala.

Zamrznuti materijali se ne smiju koristiti. Materijal koji se koristi mora biti bez organskih sastojaka, drva, otpada, i svih ostalih štetnih materijala koji mogu biti degradirani ili koji se ne mogu dovoljno zbiti. Isto tako, materijal ne smije sadržavati dijelove kamena ili šljunak veće od 50 mm u promjeru. Mora imati fizičke karakteristike koje omogućuju ravnomjerno rasprostiranje i zbijanje. Snijeg, led i smrznuta zemlja se trebaju ukloniti iz miješanog materijala prije ugradnje. Nasipni materijal se ne smije ugraditi na smrznutu podlogu.

### 4.3.3. Ugradnja

Izravnavajući sloj će se ugraditi na starom dijelu odlagališta preko postojećeg izravnavajućeg sloja od mješovitog materijala ugrađenog tijekom izvođenja radova faze 1 te na novom dijelu odlagališta po dosezanju projektiranih kota otpada.

Izravnavajući sloj se ugrađuje na osnovnu površinu uređene podloge u jednom sloju debljine zbijenog sloja najviše 30 cm. Ugradnja materijala se obavlja laganim dozerima ili buldozerima.

Debljina izvedenog sloja mora se dokazati određivanjem visina početnih i završnih površina. Vertikalna tolerancija iznosi ±5,0 cm, dok se nagibi određuju prema tome kako je to specificirano u nacrtima.

Izravnavajući sloj je potrebni ugraditi pri optimalnoj vlazi. Sadržaj vode u mješovitom materijalu treba biti u granicama između 3 % ispod i 3 % iznad optimalne vlage po standardnom Proctoru.

Materijal se ne smije ugrađivati u nasip kada vlažnost prelazi granice koje omogućuju postizanje propisane kvalitete ugradnje.

Izravnavajući sloj od mješovitog materijala treba biti ugrađen i zbijen tako da se postignu linije, nagibi i presjeci prikazani u nacrtima.

### 4.3.4. Kontrola kvalitete

Dvadeset (20) dana prije upotrebe predloženih materijala, Izvođač treba podnijeti potvrdu Inženjeru/Nadzoru da predloženi mješoviti materijal odgovara tehničkim uvjetima, za svaki izvor materijala koji je predložen za korištenje.

Za testiranja je odgovoran Izvođač. Testiranja se obavljaju u specijaliziranom laboratoriju koji je pregledan od strane Inženjera/Nadzora.

Izvođač ne smije ugrađivati materijal sve dok ga Inženjer/Nadzor nije pregledao i odobrio.

Ukoliko su, po mišljenju Inženjera/Nadzora, predloženi materijali neprikladni za upotrebu, Izvođač treba dostaviti dodatne potvrde za materijal drugog tipa ili za materijal iz drugih izvora.

Izvođač treba priložiti potvrdu i dokaze da su materijali nabavljeni izvan odlagališta bez kemijske kontaminacije.

Inženjer/Nadzor može bilo kada zatražiti uzorke ugrađenog materijala za ispitivanje karakteristika, na trošak Naručitelja. Ukoliko se ustanovi da materijal nije u skladu s tehničkim uvjetima ili je kontaminiran, mora se odmah ukloniti i zamijeniti s prikladnim materijalom na trošak Izvođača i bez zakašnjenja u vremenskom planu.

Prethodna ispitivanja materijala koja Izvođač mora napraviti i priložiti na uvid Inženjeru/Nadzoru u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala kako bi dokazao da materijal odgovara specifikacijama ovih tehničkih uvjeta obuhvaćaju:

- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu izravnavajućeg sloja i geosintetskog drena za plin, 1 ispitivanje
- Ispitivanje granulometrijskog sastava, 1 ispitivanje

Izravnavajući sloj mora imati kontaktnu posmičnu čvrstoću sa geosintetskim drenom za plin takvu da se ispitivanjima dobije rezidualni kut trenja minimalno 20°.

Prethodna laboratorijska ispitivanja kontaktne čvrstoće se trebaju izvršiti sa uzorcima umjetnih materijala minimalnih dimenzija 30x30 cm. Pokusi smicanjem moraju se izvesti u skladu s HRN EN ISO 12957-1:2005 Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom. Normalna naprezanja koja se primjenjuju iznose 10 kPa, 20 kPa i 40 kPa.

Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na prethodna ispitivanja, primijenjuju se i na tekuća i kontrolna ispitivanja.

Tekuća ispitivanja izravnavajućeg sloja obuhvaćaju ispitivanje:

- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između izravnavajućeg sloja i geosintetskog drena za plin, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Granulometrijskog sastava, najmanje jedno ispitivanje na svakih 2000 $m^3$,
- Ispitivanje ravnosti površine sloja letvom duljine 4 m, na svakom poprečnom profilu ili prema zahtjevu Inženjera/Nadzora,
- Ispitivanje sloja po visini, položaju i nagibu geodetskim snimanjem.

Norme prema kojima se provode ispitivanja nabrojane su u sklopu ovog poglavlja 3.3.1.

### 4.3.5. Obračun radova i plaćanje

Radovi na izgradnji ovog sloja obračunavaju se mjerenjem u metrima kubičnim pravilno ugrađenog sloja.

Radovi se plaćaju po ugovorenim jediničnim cijenama u kojima su obuhvaćeni svi radovi za pravilnu ugradnju ovog sloja.

**NAPOMENA:**

**Izravnavajući sloj iznad otpada će se na starom dijelu odlagališta izvoditi paralelno s izgradnjom novih sanitarnih ploha (predmet faze 1). Pošto će se završni prekrivni sustav (faza 3) izvoditi tek nakon nekoliko godina, zbog očekivanih nepovoljnih učinaka erozije biti će potrebno ugraditi dodatni izravnavajući sloj prosječne debljine 15 cm na starom dijelu odlagališta, dok će se na novom dijelu izravnavajući sloj polagati u debljini od 30 cm.**

## 4.4. GEOKOMPOZITNI DREN ZA PLIN

### 4.4.1. Općenito

Polimer koji se koristi za proizvodnju sastavnog dijela jezgre geokompozitnog drena za plin mora biti polipropilen (PP) koji ne sadrži nikakve strane zagađivače. Jezgra geokompozita je izrađena kao trodimenzionalna, V oblika sa uzdužnim kanalima. Kanali nisu zatvorena struktura već su otvoreni te je na taj način omogućeno protjecanje plina u bilo koji od kanala V strukture.

Jezgra mora s obje strane biti prekrivena netkanim geotekstilom. Geokompozit nastaje spajanjem geotekstila na jezgru termičkim procesom. Geotekstili kao i geokompozit ne smiju biti oštećeni i moraju zadovoljiti uvjete navedene u tablici 4.4.1.

Geokompozit nastaje isključivo tvorničkim spajanjem sastavnih elemenata, odnosno geosintetika (jezgre i geotekstila), te se kao takav dostavlja na gradilište. Zasebna nabavka sastavnih dijelova i njihovo međusobno spajanje na terenu u svrhu izrade geokompozita je strogo zabranjeno.

Proračun potrebne transmisivosti drena kao i proračun količine plina koji nastaje kao posljedica razgradnje biološkog dijela otpada i proračun potrebne transmisivnosti odnosno kapacitet tečenja u ravnini geokompozitnog drena provedena je prema smjernicama navedenim u dokumentu Design of lateral drainage systems for landfills (G.N., Giroud, E.C.P., and A. Zhao, 2000.).

Opseg radova

Izvođač je dužan pribaviti svu radnu snagu, materijale, opremu, alat i pribor potreban za izvođenje radova na postavljanju geokompozitnog drena za plin u završnom prekrivnom sustavu. Nabavljeni materijal i izvedena ugradnja moraju biti u skladu s ovim uvjetima i nacrtima.

Norme

Geokompozitni dren za plin mora biti obilježen sukladno normi ISO 10320 i izrađeni sukladno ISO 9001 sustavu kvalitete. Geokompozitni dren za plin mora imati oznaku «CE» sukladno zahtjevima slijedećih normi:

| | |
|---|---|
| HRN EN 13249 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji cesta i ostalih prometnih površina (izuzimaju se željeznice i asfaltni sojevi) |
| HRN EN 13250 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji željeznica |
| HRN EN 13251 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija |
| HRN EN 13252 | Zahtijevana svojstva za uporabu u drenažnim sustavima |
| HRN EN 13254 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana |
| HRN EN 13255 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala |
| HRN EN 13257 | Zahtijevana svojstva za uporabu u odlagalištima krutog otpada |
| HRN EN 13265 | Zahtijevana svojstva za uporabu u odlagalištima tekućeg otpada |

Ostale norme:

| | |
|---|---|
| HRN EN ISO 9863 | Određivanje debljine pri određenim tlakovima |
| HRN EN ISO 9864 | Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom |
| HRN EN ISO 11058 | Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu, bez opterećenja |
| HRN EN ISO 12958 | Određivanje kapaciteta otjecanja vode u ravnini |
| HRN EN ISO 10319 | Vlačno ispitivanje na širokim trakama |
| HRN EN ISO 12957-1 | Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom |

### 4.4.2. Materijali

Polimer koji se koristi za proizvodnju sastavnog dijela jezgre geokompozitnog drena za plin mora biti polipropilen (PP) koji ne sadrži nikakve strane zagađivače. Otpadni materijal koji se sastoji od odrezanih krajeva i ostalog otpada može se upotrijebiti za proizvodnju jezgre. Međutim, već upotrebljavani reciklirani materijali ne smiju se ponovo upotrijebiti.

Geokompozitni dren za plin mora zadovoljiti uvjete navedene u tablici 4.4.1. i ne smije biti oštećen. Jezgra s obje strane mora biti prekrivena netkanim geotekstilom. Geokompozit se proizvodi spajanjem geotekstila na jezgru termičkim procesom.

| Karakteristika | Metoda ispitivanja | Jedinica mjere | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| **Jezgra** | | | |
| Materijal jezgre | | | PP |
| Težina (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 300 |
| **Gornji geotekstil** | | | |
| Težina geotekstila (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 100 |
| Materijal geotekstila | | | PP |
| Vodopropusnost okomito na ravninu | HRN EN ISO 11058 | m/s | 0,1 |
| Veličina otvora $O_{90}$ | HRN EN ISO 12956 | mm | 0,09 |
| Vlačna čvrstoća MD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 7 |
| Vlačna čvrstoća XD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 7 |
| Izduženje MD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 40 |
| Izduženje XD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 40 |
| Otpornost na probijanje CBR (min) | HRN EN ISO 12236 | kN | 1,5 |
| Otpornost na dinamičko probijanje (max) | HRN EN ISO 13433 | mm | 32 |
| **Donji geotekstil** | | | |
| Težina geotekstila (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 100 |
| Materijal geotekstila | | | PP |
| Vodopropusnost okomito na ravninu | HRN EN ISO 11058 | m/s | 0,1 |
| Veličina otvora $O_{90}$ | HRN EN ISO 12956 | mm | 0,09 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vlačna čvrstoća MD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 7 |
| Vlačna čvrstoća XD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 7 |
| Izduženje MD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 40 |
| Izduženje XD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 40 |
| Otpornost na probijanje CBR (min) | HRN EN ISO 12236 | kN | 1,5 |
| Otpornost na dinamičko probijanje (max) | HRN EN ISO 13433 | mm | 32 |
| **Geokompozit** | | | |
| Težina (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 500 |
| Debljina pri 20 kPa | HRN EN ISO 9863-1 | mm | 4,2 |
| Hidraulički protok (min) | | | |
| i=1 $\sigma_v$=20 kPa | HRN EN ISO 12958 | $m^2/s$ | $1,00x10^{-3}$ |
| i=0,1 $\sigma_v$=20 kPa | HRN EN ISO 12958 | $m^2/s$ | $0,26x10^{-3}$ |
| Vlačna čvrstoća MD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 16 |
| Parametri kontaktne i unutarnje rezidualne posmične čvrstoće, min. | HRN EN ISO 12957-1 | φ (°) | φ= 20 ° |
| Širina role (min) | | m | 5,0 |

Tablica 43.4.1. Zahtjevana svojstva geokompozitnog drena za plin

Izvođač mora u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala dokazati Inženjeru/Nadzoru da predloženi materijal odgovara specifikacijama danim u sklopu tablice 3.4.1. Uz to, prethodna ispitivanja koja Izvođač mora napraviti i priložiti na uvid Inženjeru/Nadzoru u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala obuhvaćaju:

- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za plin i izravnavajućeg sloja, 1 ispitivanje
- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za plin i GCL-a (tkana strana), 1 ispitivanje
- Unutarnje posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) geokompozitnog drena za plin, 1 ispitivanje

Svaka promjena materijala koji se ugrađuje (vrsta materijala, proizvođač i sl.) zahtijeva dodatno jedno ispitivanje.

Pokusi za prihvaćanje se trebaju izvršiti na uzorcima minimalnih dimenzija 30x30 cm. Pokusi smicanjem moraju se izvesti u skladu s HRN EN ISO 12957-1 Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom kako bi se odredila unutarnja i kontaktna posmična čvrstoća geokompozitnog drena za plin. Normalna naprezanja koja se primjenjuju iznose 10 kPa, 20 kPa i 40 kPa.

Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na prethodna ispitivanja, primijenjuju se i na tekuća i kontrolna ispitivanja.

### 4.4.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje

Materijal za geokompozitni dren za plin ne smije se oštetiti za vrijeme otpreme, pohrane i rukovanja. Svaki komad drena koji se ošteti, mora se popraviti ili zamijeniti. Materijal se može isporučiti tek nakon što se odobri potrebna dokumentacija. Svaka rola mora imati oznaku proizvođača, identifikaciju proizvoda, broj isporuke, broj role i dimenzije role te mora biti zamotana u neprozirnu plastiku. Role se skladište u originalnoj neprozirnoj plastici, polažu se na ravnu podlogu. Skladištenje ne smije izazvati gnječenje u sredini role ili spljoštenje role. Role ne smiju biti položene više od tri po visini ili prema uputama proizvođača.

Role treba podizati i istovarivati pomoću trakastih omči koje se zakaže na krajeve čelične šipke koja se provuče kroz jezgru role ili s viličarem s produženom šipkom ili na neki sličan način. Role se ne smiju vući po zemlji, podizati na jednom kraju ili bacati na zemlju. Odmatanje role izvodi se uz pomoć dva čovjeka, na svakom kraju role po jedan.

### 4.4.4. Izvedba

Priprema površine

Inženjer/Nadzor dužan je pregledati površinu na koju se ugrađuje geokompozitni dren za plin. Podloga geokompozitnog drena za plin mora biti bez ikakvih nečistoća te ne smije sadržavati kamenje ili metale koji mogu oštetiti ili probiti geokompozit.

Ugradnja

Prije ugradnje rola Izvođač je dužan izraditi plan polaganja i dostaviti ga Inženjeru/Nadzoru na odobrenje. Materijal se ugrađuje sukladno Planu ugradnje umjetnih materijala završnog prekrivnog sustava koji mora definirati metode, tehnologiju i redoslijed ugradnje materijala, a koji mora uvažiti dostavljene upute proizvođača te specifičnosti Projekta. Plan polaganja potrebno je izraditi grafički i vremenski te je potrebno obuhvatiti sidrenja materijala.

Geokompozitni dren za plin se ne smije oštetiti za vrijeme ugradnje. Neispravan ili oštećen materijal mora se zamijeniti ili popraviti.

Rola drena se mora odmotati u smjeru najvećeg pokosa, tako da jezgra bude ravna u odnosu na podlogu kako bi se izbjeglo naboravanje i preklapanje. Prije prekrivanja odgovarajući se balast (npr. vreće pijeska) mora postaviti kako bi se spriječilo uzdizanje materijala zbog djelovanja vjetra. Radovi na ugradnji moraju se prekinuti ako se očekuje kiša, a dren se mora odmah prekriti.

Preklopi moraju biti postavljeni u smjeru protoka. Krajevi jezgre geokompozitnog drena za plin moraju se spajati na sučeljak.

Role materijala moraju se vezati plastičnim spojkama. Spojke moraju biti kontrastne boje u odnosu na boju jezgre i pričvršćenog geotekstila. Metalne spojke nisu dozvoljene.

Geotekstil kao sastavni dio geokompozita mora se preklapati u smjeru protoka. Rupe u geotekstilu namijenjene za šivanje rola jezgre moraju se prekriti zaštitnim trakama za geotekstil. Zaštitne trake moraju biti najmanje 600 mm široke i spojene termičkim procesom na geotekstil, sastavni dio geokompozita. Zaštitne trake moraju se postaviti na sve izložene

rubove drena. Geotekstil jedne role se mora spojiti na geotekstilni sastojak druge role termičkim procesom.

Popravci

Popravak se mora izvršiti postavljanjem komada geokompozitnog drena preko oštećenog područja. Zakrpa mora prelaziti rubove oštećenja za najmanje 600 mm. Odobrene spojke, s razmakom od 150 mm okolo zakrpe, moraju se upotrijebiti za pričvršćivanje zakrpe. Ako je više od 25 % širine role oštećeno, mora se dobiti odobrenje da se popravi ili zamijeni oštećena rola.

Oštećeni geotekstil mora se popraviti postavljanjem komada geotekstila preko oštećenog područja s najmanje 300 mm preklopa u svim smjerovima. Zakrpa od geotekstila mora se spojiti termičkim procesom.

Zaštita i zatrpavanje

Geokompozitni dren za plin se mora prekriti slojem laminiranog kompozitnog brtvenog sloja (na krovnom dijelu odlagališta), odnosno GCL-a (na pokosima odlagališta) najkasnije unutar 2 tjedna.

### 4.4.5. Kontrola kvalitete

Prije početka izvođenja radova Izvođač je Inženjeru/Nadzoru dužan predati sljedeću dokumentaciju i uzorke:

Podaci o proizvodu:

- upute za postupanje, skladištenje i ugradnju materijala
- priručnik o proizvođačevoj kontroli kvalitete
- detalji spajanja uzdužnih i poprečnih spojeva
- detalji probijanja cijevi, propusta i plinskih bunara

Uzorci:

- uzorak geokompozitnog drena točno izmjerenog na najmanje 1000x1000 mm, uključujući pričvršćene geotekstile.

Izvješća o ispitivanju:

- rezultati ispitivanja proizvođačeve kontrole kvalitete. Ako rezultati ispitivanja ne zadovoljavaju uvjete iz tablice 4.4.1., upotreba rola materijala iz kojih je uzorak uzet neće biti dozvoljena. Proizvođač geokompozita dužan je predati potrebnu dokumentaciju za kontrolu kvalitete Inženjeru/Nadzoru za svaku pošiljku materijala
- akreditaciju laboratorija za tekuću kontrolu kvalitete

Potvrda o proizvođačevoj kontroli kvalitete:

- potvrde o kontroli kvalitete moraju se izdati od strane proizvođača geokompozita za svaku pošiljku materijala. Voditelj kontrole kvalitete proizvođača ili neka druga odgovorna strana dužna je potpisati te potvrde koje moraju sadržavati sljedeće informacije:
    - popis sadržaja pošiljke - popis koji navodi role za svaku pošiljku kamiona
    - tovarni list - otpremna dokumentacija za kamion korišten za tu otpremu

- potvrda o usklađenosti materijala s definiranim karakteristikama
- popis karakteristika – specifikacija materijala dobavljenog u skladu sa specifikacijama izvedbenog projekta.

Učestalost tekućih ispitivanja određena je temeljem norme HRN CEN/TR 15019:2005 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Kontrola kvalitete na gradilištu i izvodi se uzorkovanjem dopremljenog materijala na gradilište prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Tekuća ispitivanja geokompozitnog drena za plin obuhvaćaju ispitivanje:

- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za plin i izravnavajućeg sloja, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za plin i GCL-a (tkana strana), 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Unutarnje posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) geokompozitnog drena za plin, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Vlačne čvrstoće geokompozita, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Debljina geokompozita, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$

Izvođač treba o svom trošku ispitati uzorke kod ovlaštenog laboratorija za ispitivanje kontrole kvalitete.

Po završetku tekućih ispitivanja potrebno je izraditi Izvješće o provedenim ispitivanjima i kontrolama predmetnog materijala.

Svaki uzorak mora biti dug 1000 mm i imati punu širinu jedne role. Uzorci se ne smiju uzeti od prvih 1000 mm role. Uzorci moraju imati oznaku s proizvođačevim imenom, identifikacijom proizvoda, brojem pošiljke i role. Izvođač je dužan zabilježiti datum, jedinstveni broj uzorka te smjer proizvodnje, a Inženjer/Nadzor je dužan ovjeriti ih. Uzorci se moraju ispitati u ovlaštenom laboratoriju, a Izvođač je dužan platiti ispitivanja.

Ispitivanja čiji rezultati ne zadovoljavaju navedene zahtjeve trebaju rezultirati u odbijanju ispitanih rola. Na rolama koje su proizvedene neposredno prije i neposredno poslije nevaljale role moraju se ispitati isti manjkavi parametri. Ispitivanje se mora nastaviti sve dok najmanje tri role za redom s obje strane prvotne nevaljale role zadovolje manjkavi parametar. Potrebna dodatna ispitivanja dužan je platiti Izvođač.

Inženjer/Nadzor provodi i vizualnu kontrolu oštećenja, spojeva, načina rada i poštivanje projektiranih dimenzija.

Uvijek kada smatra potrebnim Inženjer/Nadzor ima pravo zatražiti provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenog materijala. Provedba ovih ispitivanja pada na teret Naručitelja. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, troškovi kontrolnih ispitivanja padaju na teret Izvođača.

## 4.5. LAMINIRANI KOMPOZITNI BRTVENI SLOJ

### 4.5.1. Općenito

Opseg radova

Radovi u ovom poglavlju tehničkih uvjeta građenja uključuju osiguranje cjelokupne radne snage, materijala i opreme te provedbu svog potrebnog rada na nabavi, dopremi, skladištenju, postavljanju i ispitivanju laminiranog kompozitnog brtvenog sloja na krovnom dijelu odlagališta, između geokompozitnog drena za plin i geokompozitnog drena za vodu.

Laminirani kompozitni brtveni sloj sastoji se od protkanog, šivanog i termički obrađenog geosintetskog glinenog tepiha (GCL-a) na koji je posebnim postupkom zalijepljena HDPE glatka geomembrana debljine 1 mm.

Nabavljeni materijal i izvedba moraju biti u potpunosti u skladu s ovim uvjetima i nacrtima.

Definicije

Geosintetski glineni tepih (GCL):

- Tvornički proizvedena hidraulička barijera koja se sastoji od granulirane natrijeve bentonitne gline umetnute između dva geotekstila koja je podržavaju i okružuju, a koji su spojeni tkanjem ili šivanjem.

Geotekstil:

- Polupropusna tkana ili netkana tkanina koja se koristi za blokiranje pomicanja bentonita upotrijebljenog u GCL-u.

Geomembrana:

- Gotovo pa nepropusni geosintetski materijal koji je u ovom konkretnom slučaju izrađen od polietilena visoke gustoće (HDPE) koji sadrži 2 do 3 posto čađi ili titanijevog dioksida za zaštitu od ultraljubičastog zračenja. Geomembrana u laminiranom sloju se obavezno mora moći zavariti budući da će ista biti instalirana kao gornji sloj.

Laminirani kompozitni brtveni sloj:

- Tvornički proizvedeni višeslojni brtveni sloj koji se sastoji od protkanog, šivanog i termički obrađenog geosintetskog glinenog tepiha (bentonintnog tepiha) na koji je posebnim postupkom zalijepljena HDPE glatka geomembrana debljine 1 mm.

Natrijev bentonit:

- Sastojak jako-bujajuće gline u GCL-u koji prvenstveno sadrži mineral Montmorilonit.

Armiranje:

- Postupak proizvodnje GCL-a u kojemu se u proizvodnom procesu stavljaju armaturna vlakna netkanog geotekstila u matricu drugog sloja tkanog geotekstila, a kroz sloj natrijeve bentonitne gline.

Termičko spajanje:

- Postupak pojačavanja armature koristeći toplinu za spajanje vlakana kako bi se trajnije spojila na drugi sloj geotekstila i poboljšala svojstva unutarnje posmične čvrstoće.

Minimalna prosječna vrijednost jedne role (MARV):

- Minimalna prosječna vrijednost materijala u određenoj pošiljci izračunata kao srednja vrijednost ispitanih vrijednosti, minus dvije standardne devijacije, s vjerojatnošću od 95%.

U kontekstu ovog poglavlja tehničkih uvjeta pojam GCL će se koristiti za laminirani kompozitni brtveni sloj (bentonitni tepih + geomembrana) osim ako nije drugačije naznačeno.

Norme

| | |
|---|---|
| HRN EN ISO 9864 | Geosintetici - Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom |
| HRN EN ISO 10319 | Geosintetici - Vlačno ispitivanje na širokim trakama |
| HRN EN ISO 12236 | Geosintetici - Ispitivanje statičkim probijanjem (CBR ispitivanje) |
| HRN EN ISO 11465 | Kakvoća tla - Određivanje suhe tvari i sadržaja vode na osnovi mase - Gravimetrijska metoda |
| HRN EN ISO 9863-1 | Geosintetici - Određivanje debljine pri određenim tlakovima - 1. dio: Jednoslojni |
| HRN EN 14196 | Geosintetici - Metode ispitivanja za mjerenje mase po jedinici površine glinenih geosintetičkih barijera |
| ASTM D 5084 | Test Method for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter |
| ASTM D 5890 | Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners. |
| ASTM D 5891 | Standard Test Method for Fluid Loss of Clay Component of Geosynthetic Clay Liners. |
| ASTM D 6496 | Standard Test Method for Determining Average Bonding Peel Strength Between the Top and Bottom Layers of Needle-Punched Geosynthetic Clay Liners |
| ASTM D 6693 | Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Nonreinforced Polyethylene and Nonreinforced Flexible Polypropylene Geomembranes |

Prilozi

Izvođač je dužan dostaviti slijedeće priloge:

a) Informacije uz ponudu:

- Izjava o iskustvu od predloženog dobavljača GCL-a tj. laminiranog kompozitnog materijala
- Izjava o iskustvu od predloženog postavljača GCL-a tj. laminiranog kompozitnog materijala

b) Prije ugradnje:

Sljedeće informacije moraju se dostaviti Inženjeru/Nadzoru na uvid unutar 10 radnih dana nakon potpisa ugovora kako bi se osiguralo da materijal i strane izabrane za projekt zadovolje uvjete ove specifikacije:

- Uzorci GCL-a tj. laminiranog kompozitnog materijala predviđeni za primjenu na projektu.

- Popis referenci kojeg dostavlja proizvođač GCL-a tj. laminiranog kompozitnog materijala s naznakom odgovarajuće razine iskustva na sličnim odlagalištima, kako je uvjetovano dokumentacijom, uključujući podatke kao što su godina ugradnje, adresa mjesta, konfiguracija odlagališta, itd.
- Popis referenci koje dostavlja postavljač GCL-a tj. laminiranog kompozitnog materijala s naznakom odgovarajuće razine iskustva kako je uvjetovano dokumentacijom.

c) Prije upotrebe materijala:

- Izvođač je dužan sve potrebne informacije dostaviti Inženjeru/Nadzoru prije upotrebe bilo kojeg umjetnog brtvenog sloja materijala kako bi se osiguralo da priprema materijala i posteljice zadovoljavaju uvjete iz ove specifikacije.
- Potvrde o Kontroli kvalitete proizvođača GCL-a.
- Uputstva za ugradnju od proizvođača materijala za odabrani proizvod.

### 4.5.2. Proizvodi

Materijali

Proizvod laminiranog kompozitnog GCL-a dobavljen za potrebe ovog projekta mora u potpunosti biti uskladu s uvjetima iz ovog poglavlja.

GCL (bentonitni tepih) se mora proizvesti mehaničkim vezivanjem geotekstila i to procesom tkanja ili šivanja kako bi se poboljšala svojstva unutrašnje posmične čvrstoće na kontaktu. Kako bi se ta svojstva održala, ne smiju se upotrebljavati ljepila, ljepljiva sredstva ili drugi ne mehanički procesi vezivanja radi učvršćivanja. Međutim, njihova upotreba radi poboljšanja fizičkih svojstava GCL-a kao i svojstava na kontaktu između GCL-a i fleksibilne geomembrane je dozvoljena.

GCL se sastoji od granuliranog natrijevog bentonita utkanog između dva geotekstila i zalijepljenog posebnim postupkom za tanku fleksibilnu geomembranu od polietilena visoke gustoće.

Bentonit mora biti visoko bubreći natrijev bentonit s minimalnim indeksom bubrenja od 24 mL/2g i maksimalnim gubitkom tekućine od 18 mL.

Bentonit mora biti konzistentne granulometrije (max. 1 % prolaska kroz otvor 75 μm), kako bi se osigurala jednolika distribucija bentonita kroz GCL i minimizirali gubici na rubovima tijekom transporta i ugradnje.

Proizvodnja laminiranog kompozitnog GCL-a

GCL koji se nabavlja u skladu s ovim projektom mora se proizvesti spajanjem, procesom tkanja ili šivanja. GCL mora biti armirani te kao gotov proizvod mora biti posebnim postupkom zalijepljen na fleksibilnu geomembranu. Kontaktna posmična čvrstoća spoja između geomembrane i GCL-a mora biti veća ili jednaka od kontaktnih čvrstoća između gotovog proizvoda i susjednih materijala (geokompozitnih drenažnih slojeva).

Kako bi se dokazala ujednačenost procesa proizvodnje, sastavni dijelovi geotekstila ne smiju se odvojiti od bentonitne jezgre pri jednosatnom izlaganju GCL-a vodi zagrijanoj na 80 stupnjeva.

Prije nego što se počne razmatrati predloženi laminirani kompozitni GCL materijal, Izvođač je dužan Inženjeru/Nadzoru predati ovjerene rezultate ispitivanja i izjave o kvaliteti od predloženog dobavljača proizvoda, a one trebaju jasno navesti da predviđeni proizvod u potpunosti zadovoljava uvjete iz ovih specifikacija.

Niti jedna druga tehnika proizvodnje neće biti odobrena osim ako se na odgovarajući način dokaže da taj materijal posjeduje ujednačena svojstva posmične čvrstoće širom cijele plohe. Izolirani dijelovi protkanih ili šivanih redova ne smatraju se ujednačenom armaturom.

Fizička svojstva laminiranog kompozitnog GCL-a

Tražena svojstva koja laminirani kompozitni GCL materijal mora zadovoljiti navedena su u tablici 4.5.1.

| Materijal | Karakteristika | Metoda ispitivanja | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| **Geotekstili** | Masa/tkano područje | HRN EN ISO 9864 | ≥ 100 g/m² |
| | Masa/netkano područje | HRN EN ISO 9864 | ≥ 200 g/m² |
| | Vlačna čvrstoća (tkano) | HRN EN ISO 10319 | ≥ 7,0 kN/m (u smjeru proizvodnje) |
| | Sila na probijanje (netkano) | HRN EN ISO 12236 | ≥ 1,0 kN |
| **Bentonit** | Indeks bujanja | ASTM D 5890 | ≥ 24 ml/2g |
| | Vlažnost | HRN EN ISO 11465 | 20 - 40 % |
| | Gubitak tekućine | ASTM D 5891 | 18 ml max. |
| **Geomembrana** | Debljina | HRN EN ISO 9863-1 | 1.0 mm |
| | Vlačna čvrstoća/izduženje pri prekidu (min) | ASTM D 6693 | 20 kN/m / 300 % |
| | Otpornost pri probijanju | HRN EN ISO 12236 | ≥ 300 N |
| **Završeni GCL** | Čvrstoća guljenjem (geotekstili - geomembrana) | ASTM D 6496 | 300 N/m |
| | Čvrstoća guljenjem (geoteksti - geotekstil) | ASTM D 6496 | 1000 N/m |
| | Vlačna čvrstoća (MD/CMD) | HRN EN ISO 10319 | 10/10 kN/m |
| | Izduženje pri prekidu | HRN EN ISO 10319 | 20% |
| | Hidraulička propusnost | ASTM D 5084 | bez mjerljivog toka |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Otpornost pri probijanju | HRN EN ISO 12236 | 2 kN |
| | Udio bentonita po masi/području | HRN EN 14196 | 3.6 kg/m$^2$ |
| | Ukupna masa gotovog proizvoda | HRN EN 14196 | 4.8 kg/m$^2$ |

Tablica 4.5.1. Zahtjevana svojstva laminiranog kompozitnog brtvenog sloja

Izvođač mora u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala dokazati Inženjeru/Nadzoru da predloženi materijal odgovara specifikacijama danim u sklopu tablice 4.5.1..

### 4.5.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje

Sve role materijala se moraju pakirati u plastične omote otporne na vlažnost. Kartonske sredine moraju biti dovoljno čvrste kako se ne bi zdrobile tijekom prijevoza i rukovanja.

Prije otpreme, proizvođač je dužan označiti svaku rolu, kako na samoj roli GCL-a tako i na površini plastičnog zaštitnog omota. Etikete moraju biti otporne na izbjeljivanje i vlagu kako bi bile čitljive u trenutku instalacije. Etikete na rolama moraju u najmanju ruku označavati sljedeće:

- Duljinu i širinu role.
- Ukupnu težinu role.
- Vrstu GCL materijala.
- Broj proizvedenog lota i pojedinačni broj role.

Svaka dodatna količina bentonita koja se upotrebljava za brtvljenje šavova, rupa, ili za popravke, mora biti jednaka granuliranom bentonitu koji se upotrebljavao uproizvodnji samog GCL-a.

Skladištenje GCL rola odgovornost je Izvođača. Sve role GCL-a moraju se odložiti na ravnu površinu na lokaciji, daleko od područja gustog prometa, ali dovoljno blizu aktivnoj radnoj zoni kako bi se smanjila potreba za rukovanjem materijalom.

U slučaju da je unutar zapakiranih armiranih GCL-ova prisutna voda, ta će se rola morati odvojiti radi daljnjeg pregleda kako bi se ustanovio stupanj oštećenja, ako je do njega uopće došlo. Voda unutar zapakiranih armiranih GCL-ova razlog je da se takva rola odbaci.

GCL se ne smije skladištiti na veću visinu od tri do četiri role ili ne više od visine do koje osoblje može sa sigurnošću upravljati opremom za rukovanje tim materijalom. Hrpe ili redovi rola moraju se složiti tako da ne dođe do sklizanja ili kotrljanja uslijed «prenatrpavanja» donjeg reda rola. Role se ne smiju slagati na hrpu na neravnim površinama kako ne bi došlo do savijanja i deformacije GCL-a ili do teškoća u umetanju cijevi u sredinu role pri rukovanju.

Dodatna cerada ili plastični prekrivač mora se prebaciti preko naslaganih rola kako bi se GCL materijal koji je uskladišten na otvorenom dodatno zaštitio.

Bentonitni materijal stavljen u vreće mora se uskladištiti uz role GCL-a, osim ako su dostupne neke druge, bolje zaštitne mjere. Vreće se moraju spremiti na palete ili na neku drugu prikladnu suhu površinu.

Strana odgovorna za istovar GCL-a dužna je stupiti u kontakt s proizvođačem prije otpreme kako bi saznala koje su točno metode istovarivanja i oprema koju smije upotrijebiti, u slučaju da se razlikuju od prethodno odobrenih i definiranih metoda. Geosintetski glineni tepih (GCL) se mora poduprijeti prilikom rukovanja kako bi se osigurala sigurnost radnika i spriječilo oštećenje brtvenog sloja. Ni u kojem seslučaju role ne smiju vući, podizati samo s jednog kraja, podizati samo vilicama viličara ili odgurnuti na tlo s vozila za isporuku. Inženjer/Nadzor je dužan provjeriti postoji li odgovarajuća oprema koja ne predstavlja nikakvu opasnost za osoblje i ne predstavlja nikakav rizik od oštećenja ili deformacije samog materijala za brtveni sloj.

Odgovarajuća oprema za rukovanje rolama GCL-a:

- Sklop šipke za razvlačenje mora se sastojati od cijevi i grede šipke za razvlačenje. Cijev mora jednolično podupirati rolu kad se gurne u sredinu GCL-a, dok greda šipke za razvlačenje sprječava da lanci ili remeni oštećuju rubove role.
- Stinger je tvrda cijev ili letva jednim krajem spojena direktno na viličar ili neku drugu opremu za rukovanje. Ako se upotrebljava stinger, mora se cijelom dužinom umetnuti u rolu kako bi se spriječilo savijane role pri dizanju.
- Ležajevi za valjke sastoje se od dva velika valjka s međusobnim razmakom od cca. 7,5 cm, a oba podupiru rolu GCL-a i omogućuju joj da se lagano odmotava. Upotreba ležajeva za valjke mora se dozvoliti ako valjci podupiru punu širinu GCL role.
- Remeni se mogu upotrijebiti kao potpora krajevima šipaka za razvlačenje, ali se ne preporučuju kao glavni potporni mehanizam. Budući da remeni mogu oštetiti GCL na mjestima gdje su svezani oko role, a općenito ne pružaju dovoljnu jednoličnu potporu da bi spriječili savijanje ili deformaciju rola, ova se opcija smije primijeniti samo uz veliki oprez.

### 4.5.4. Izvedba

Uređenje posteljice

Prije ugradnje GCL-a, Inženjer/Nadzor je dužan površinu na koju se postavlja GCL pregledati i odobriti u skladu s tehničkim uvjetima građenja i uputama proizvođača za ugradnju GCL-a.

Izvođač je dužan upozoriti Inženjera/Nadzora o svim promjenama u stanju podloge, a koje bi mogle utjecati na usklađenost s bilo kojim od uvjeta u ovom poglavlju ili u drugim poglavljima tehničkih uvjeta građenja.

Ugradnja GCL-a

Prije ugradnje rola Izvođač je dužan izraditi plan polaganja i dostaviti ga Inženjeru/Nadzoru na odobrenje. Materijal se ugrađuje sukladno Planu ugradnje umjetnih materijala završnog prekrivnog sustava koji mora definirati metode, tehnologiju i redoslijed ugradnje materijala, a koji mora uvažiti dostavljene upute proizvođača te specifičnosti Projekta. Plan polaganja potrebno je izraditi grafički i vremenski te je potrebno obuhvatiti sidrenja materijala.

GCL se mora ugraditi općenito u skladu s postupcima definiranim u daljnjem tekstu, uvjetima proizvođača ili se mora modificirati tako da se prilagodi uvjetima na gradilištu.

Pokusna polja moraju se koristiti kako bi se provjerila i izabrala optimalna metoda za ugradnju GCL-a i ostalih materijala u sklopu završnog prekrivnog sustava te također za provjeru opreme i strojeva koji će se upotrebljavati za vrijeme izgradnje.

Razmještaj se treba obavljati od najviše kote prema najnižoj kako bi se olakšala drenaža u slučaju padalina.

Preklopi moraju biti najmanje 30 cm te se ne smiju borati niti rastvarati.

Izvođač je dužan ugraditi samo onoliko GCL-a koliko stigne na kraju tog dana prekriti tj. koliko stigne zavariti geomembrane. GCL se ne smije preko noći ostavljati neprekriven. Izloženi krajevi GCL-a moraju se privremeno prekriti ceradom ili sličnim prekrivačem otpornim na vodu, sve do sljedećeg radnog dana.

Kako bi se pospješila kontrola kvalitete pri izvedbi preklopa, na rubove s obje strane gornjeg dijela geotekstila mora se ucrtati linija preklopa na 15 cm od ruba role i linija preklopa na 25 cm od kraja role. Crte moraju biti iscrtkane i to vidljivom netoksičnom tintom.

Šav na preklopu mora imati najmanje 30 cm na rubovima ploha, a 60 cm nakrajevima ploha.

Na pokisima, rahli granulirani bentonit treba se postaviti između razmotanih rola i to 0.40 kg po metru šava, zato što je GCL primarna hidraulička brtva.

Detalji, definirani kao probijanja cijevi, drenažni objekti, preljevi i ostali pripadni dijelovi moraju se izvesti prema preporuci proizvođača GCL-a.

Prije ugradnje prekrivnog materijala, Izvođač je dužan provjeriti da li je došlo do oštećenja i popraviti ga.

Raspori i rupe mogu se popraviti tako da se potpuno otkrije oštećeni dio, da se uklone svi strani objekti ili zemlja, a potom da se preko oštećenja stavi zakrpa odrezana od neupotrijebljenog GCL-a s najmanjim preklopom od 30 cm na svim rubovima.

Oštećeni GCL materijal na pokosima mora se popraviti istim postupkom opisanim prethodno, međutim, rubovi zakrpe bi se također trebali zalijepiti na popravljeni brtveni sloj kako bi zakrpa ostala na svome mjestu za vrijeme zatrpavanja ili prekrivanja.

Pomaknute odmotane role moraju se namjestiti tako da budu točno položene i okrenute. Namještene će se role potom pregledati radi mogućih oštećenja geotekstila ili gubitka bentonita. Oštećenja se onda moraju popraviti prema prethodno opisanom postupku.

Ako GCL preuranjeno hidrira, Izvođač je dužan obavijestiti Inženjera/Nadzora kako bi se odredilo, na temelju karakteristika gradilišta, je li taj materijal prihvatljiv ili je potrebno primijeniti alternativne mjere kako bi se osigurala kvaliteta projekta – zavisno o stupnju oštećenja.

Geomembrana u laminiranom brtvenom sloju mora se spajati u skladu s preporukama proizvođača geomembrane i gotovog proizvoda. Na uglovima i geometrijski nepravilnim mjestima broj spojeva treba svesti na minimum. Spajanje treba produžiti do vanjskog ruba role. Mokre površine treba temeljito osušiti, mekše dijelove posteljice dobro nabiti i odobriti

prije spajanja. Područje spajanja treba biti oslobođeno od vlage, prašine, prljavštine i ostalog štetnog materijala za vrijeme spajanja.

Geomembrana treba biti spojena metodama vrućeg spajanja. Ekstrudorsko zavarivanje se koristi samo za zakrpavanje i spajanje na mjestima gdje metoda vrućeg spajanja nije izvediva. Preklopi spojeva koji će biti izvedeni ekstrudorskim zavarivanjem moraju biti posebno pripremljeni.

Prekrivni materijal

Prekrivni materijal mora odgovarati i biti prikladan za upotrebu preko GCL-a (geomembrane), te ugrađen na način koji odgovara ovim tehničkim uvjetima građenja. Bez obzira na prekrivni materijal, neprekriveni rubovi ploha GCL-a moraju se zaštititi na kraju radnog dana nepromočivom prekrivkom koja se mora odgovarajuće pričvrstiti balastom.

Moraju se poduzeti mjere opreza kako bi se spriječilo oštećenje na GCL-u tako da se ograniči upotreba teške opreme preko brtvenog sustava na najviše 30 kN/m$^2$pritiska na tlo.

### 4.5.5. Kontrola kvalitete

Učestalost tekućih ispitivanja određena je temeljem norme HRN CEN/TR 15019:2005 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Kontrola kvalitete na gradilištu i izvodi se uzorkovanjem dopremljenog materijala na gradilište prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici - Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Tekuća ispitivanja laminiranog kompozitnog brtvenog sloja obuhvaćaju ispitivanje:

- Čvrstoće na guljenje (geotekstil-geomembrana), 1 ispitivanje na svakih 10.000 m$^2$
- Čvrstoće na guljenje (geotekstil-geotekstil), 1 ispitivanje na svakih 10.000 m$^2$
- CBR-a gotovog proizvoda, 1 ispitivanje na svakih 10.000 m$^2$
- Mase bentonita, 1 ispitivanje na svakih 10.000 m$^2$
- Vlažnosti bentonita, 1 ispitivanje na svakih 10.000 m$^2$

Norme prema kojima se provode ispitivanja dane su u sklopu tablice 4.5.1., odnosno u sklopu poglavlja 3.5.2. Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na tekuća ispitivanja, primijenjuju se i na kontrolna ispitivanja.

Po završetku tekućih ispitivanja potrebno je izraditi Izvješće o provedenim ispitivanjima i kontrolama predmetnog materijala.

Svaki uzorak mora biti dug 1000 mm i imati punu širinu jedne role. Uzorci se ne smiju uzeti od prvih 1000 mm role. Uzorci moraju imati oznaku s proizvođačevim imenom, identifikacijom proizvoda, brojem pošiljke i role. Izvođač je dužan zabilježiti datum, jedinstveni broj uzorka te smjer proizvodnje, a Inženjer/Nadzor je dužan ovjeriti ih. Uzorci se moraju ispitati u ovlaštenom laboratoriju, a Izvođač je dužan platiti ispitivanja.

Ispitivanja čiji rezultati ne zadovoljavaju navedene zahtjeve trebaju rezultirati u odbijanju ispitanih rola. Na rolama koje su proizvedene neposredno prije i neposredno poslije nevaljale role moraju se ispitati isti manjkavi parametri. Ispitivanje se mora nastaviti sve dok najmanje

tri role za redom s obje strane prvotne nevaljale role zadovolje manjkavi parametar. Potrebna dodatna ispitivanja dužan je platiti Izvođač.

Inženjer/Nadzor provodi i vizualnu kontrolu oštećenja, spojeva, načina rada i poštivanje projektiranih dimenzija.

Uvijek kada smatra potrebnim Inženjer/Nadzor ima pravo zatražiti provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenog materijala. Provedba ovih ispitivanja pada na teret Naručitelja. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, troškovi kontrolnih ispitivanja padaju na teret Izvođača.

## 4.6. GEOSINTETSKA GLINENA BARIJERA (GCL)

Radovi u ovom poglavlju tehničkih uvjeta građenja uključuju osiguranje cjelokupne radne snage, materijala i opreme te provedbu svog potrebnog rada na nabavi, dopremi, skladištenju, postavljanju i ispitivanju GCL-a na pokosima odlagališta, između geokompozitnog drena za plin i geokompozitnog drena za vodu.

Geosintetska glinena barijera je tvornički proizvedena hidraulička barijera koja se sastoji od granulirane prirodne natrijeve bentonitne gline (sastojak jako bujajuće gline u GCL-u koji prvenstveno sadrži mineral montmorilonit) umetnute između dva geotekstila koja ju podržavaju i okružuju, a koji su spojeni tkanjem ili šivanjem. Uobičajeno je korištenje kombinacije tkanog geoteksila s jedne strane i netkanog geotekstila s druge strane, ali je moguća i kombinacija dva netkana geotekstila ovisno o zahtjevima postavljenim na GCL poput kontaktne ili vlačne čvrstoće.

Kako bi se povećala unutarnja posmična čvrstoća gotovog proizvoda provodi se armiranje u kojemu se u proizvodnom procesu iglanjem stavljaju armaturna vlakna netkanog geotekstila u matricu drugog sloja geotekstila kroz sloj natrijeve bentonitne gline uz termičko spajanje kojim se pojačava armatura koristeći toplinu za spajanje vlakana kako bi se trajnije spojila na drugi sloj geotekstila i poboljšala svojstva unutarnje posmične čvrstoće.

GCL se postavlja na geokompozitni dren za plin na način da se tkani geotekstil nalazi s donje strane (na kontaktu sa geokompozitnim drenom za plin), a netkani geotekstil s gornje strane (na kontaktu s armiranim geopletivom).

Geotekstili, bentonit kao i gotovi proizvod mora zadovoljiti uvjete navedene u tablici 43.6.1. Uvjeti odnosno svojstva materijala čija vrijednost nije navedena u tablici 43.6.1. proizlaze kao rezultat proračuna (dokaza o ispunjavanju temeljnih zahtjeva za građevinu) koji se provode u sklopu izvedbenog projekta, a koji ovise o karakteristikama susjednih umjetnih i/ili prirodnih materijala i geometriji promatranog problema.

Osnovna svojstva i funkcije koje mora ispunjavati geosintetska glinena barijera su:

- sprječavanje procjeđivanja oborinske vode koja se procjeđuje kroz gornje slojeve završnog prekrivnog sustava – potrebno je dokazati funkciju hidrauličke barijere za promatrane rubne uvjete
- unutarnja posmična čvrstoća
- kontaktna posmična čvrstoća sa prirodnim i umjetnim materijalima

U sklopu izvedbenog projekta je potrebno dokazati ispunjavanje navedenih funkcija tj. temeljnih zahtjeva za građevinu i njene pojedine dijelove primjenom jednog od prihvaćenih standarda i/ili normi poput GRI Standard GCL5 Standard Guide for Design Considerations for Geosynthetic Clay Liners (GCLs) in Various Applications.

Zahtijevana svojstva geosintetske glinene barijere između ostalog proizlaze i iz projektiranog vijeka proizvoda i građevine te ih treba uzeti u obzir kod definiranja minimalno potrebnih/zahtijevanih svojstava proizvoda.

Navedeni, odabrani i odobreni proizvodi moraju zadovoljiti zahtjeve norme HRN EN 13493:2013 Geosintetičke barijere – Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji skladišta i

odlagališta krutog otpada koji propisuje zahtijevana svojstva za geosintetske materijale koji se koriste kao brtveni slojevi kod odlagališta krutog otpada kao i testove za dokazivanje ispunjavanja mehaničkih i fizikalnih svojstava, trajnosti i hidrauličkog djelovanja.

Odabirom materijala odnosno odabirom njegovih svojstava te dokazima ispunjavanja mehaničke otpornosti i stabilnosti te provođenjem kontrole kvalitete mora se dokazati ispunjavanje tražene funkcije tijekom cijelog projektnog vijeka građevine uzimajući u obzir i uvjete tijekom ugradnje.

Usklađenost odnosno ispunjavanje svojstava traženih izvedbenim projektom prije isporuke materijala na gradilište (prethodna ocjena) dokazuje se Izjavom o svojstvima proizvoda odnosno Potvrdom o kontroli proizvodnje iz koje je vidljivo zadovoljavanje zahtijevanih svojstava i ispunjavanje zahtjeva odgovarajućih normi/standarda.

Prethodnu ocjenu o odabiru materijala zahtijevanih karakteristika donosi Inženjer/Nadzor na osnovu tvorničkih specifikacija materijala kroz Potvrdu o tvorničkoj kontroli proizvodnje odnosno Izjavi o svojstvima. Tražena svojstva koja GCL mora zadovoljiti navedena su u tablici 4.6.1.

| Svojstvo | Jedinica mjere | Zahtijevana veličina | Standard/norma |
|---|---|---|---|
| **Bentonit** | | | |
| Indeks bujanja, min. | mL/2g | 24 | ASTM D 5890 |
| Vlažnost, max. | % | 12 | HRN EN ISO 11465 |
| Masa, min. | $g/m^2$ | 4500 | HRN EN 14196 |
| Gubitak tekućine, max. | mL | 18 | ASTM D 5891 |
| **Geotekstil - tkani** | | | |
| Materijal geotekstila | - | PP | - |
| Težina geotekstila, min. | $g/m^2$ | 100 | HRN EN ISO 9864 |
| **Geotekstil - netkani** | | | |
| Materijal geotekstila | - | PP | - |
| Težina geotekstila, min. | $g/m^2$ | 200 | HRN EN ISO 9864 |
| **Gotovi proizvod** | | | |
| Debljina | mm | 7 | HRN EN ISO 9863-1 |
| Masa, min. | $g/m^2$ | 4800 | HRN EN 14196 |
| Parametri kontaktne i unutarnje rezidualne posmične čvrstoće, min. | φ (°) | φ= 20 ° | HRN EN ISO 12957-1 |
| Vlačna čvrstoća na širokom uzorku, min. | kN/m | 10 | HRN EN ISO 10319 |
| Izduženje pri max. opterećenju, max. | % | 20 | HRN EN ISO 10319 |

| Svojstvo | Jedinica mjere | Zahtijevana veličina | Standard/norma |
|---|---|---|---|
| Čvrstoća na guljenje, min. | N/m | 1000 | ASTM D 6496 |
| Vodopropusnost, max. | m/s | $<2,5x10^{-11}$ | HRN EN 16416 |
| Indeks protoka vode, max. | $(m^3/m^2)/s$ | $<1,0x10^{-09}$ max<br>$<5,0x10^{-09}$ prosječno | HRN EN 16416 |
| CBR ispitivanje | N | ≥1800 | HRN EN ISO 12236 |
| Širina role | m | min 4,5 m | HRN EN ISO 10320 |

Tablica 4.6.1. Zahtijevana svojstva geosintetske glinene barijere

Uz to, prethodna ispitivanja koja Izvođač mora napraviti i priložiti na uvid Inženjeru/Nadzoru u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala obuhvaćaju:

- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između GCL-a (tkana strana) i geokompozitnog drena za plin, 1 ispitivanje
- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između GCL-a (netkana strana) i geokompozitnog drena za vodu, 1 ispitivanje
- Ispitivanje unutarnje posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) GCL-a, 1 ispitivanje

Prethodna laboratorijska ispitivanja se trebaju izvršiti na uzorcima minimalnih dimenzija 30x30 cm. Pokusi smicanjem moraju se izvesti u skladu s HRN EN ISO 12957-1:2005 Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom kako bi se odredila unutarnja i kontaktna posmična čvrstoća GCL-a. Normalna naprezanja koja se primjenjuju iznose 10 kPa, 20 kPa i 40 kPa.

Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na prethodna ispitivanja, primijenjuju se i na tekuća i kontrolna ispitivanja.

GCL mora biti obilježen sukladno normi HRN EN ISO 10320 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Identifikacija na gradilištu i izrađeni sukladno HRN EN ISO 9001 Sustav upravljanja kvalitetom. GCL mora imati oznaku «CE» sukladno zahtjevima norme HRN EN 13493:2013 Geosintetičke barijere – Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji skladišta i odlagališta krutog otpada.

Prije otpreme, proizvođač je dužan označiti svaku rolu, kako na samoj roli GCL-a tako i na površini plastičnog zaštitnog omota. Etikete moraju biti otporne na izbjeljivanje i vlagu kako bi bile čitljive u trenutku instalacije. Etikete na rolama moraju u najmanju ruku označavati sljedeće:

- Duljinu i širinu role
- Ukupnu težinu role
- Vrstu GCL materijala
- Broj proizvedenog lota i pojedinačni broj role.

### 4.6.1. Tekuća kontrola kvalitete

Prije početka izvođenja radova Izvođač je Inženjeru/Nadzoru dužan predati sljedeću dokumentaciju i uzorke:

Podaci o proizvodu:

- upute za postupanje, skladištenje i ugradnju materijala
- priručnik o proizvođačevoj kontroli kvalitete
- detalji krajnjeg šava ili preklopa
- detalji probijanja cijevi, propusta i plinskih bunara

Izvješća o ispitivanju:

- rezultati ispitivanja proizvođačeve kontrole kvalitete. Ako rezultati ispitivanja ne zadovoljavaju uvjete iz tablice 3.6.1., upotreba rola materijala iz kojih je uzorak uzet neće biti dozvoljena. Proizvođač GCL-a dužan je predati potrebnu dokumentaciju za Kontrolu kvalitete Inženjeru/Nadzoru za svaku pošiljku materijala
- Akreditaciju laboratorija za tekuću kontrolu kvalitete

Potvrda o proizvođačevoj kontroli kvalitete:

- potvrde o kontroli kvalitete moraju se izdati od strane proizvođača GCL-a za svaku pošiljku materijala. Voditelj kontrole kvalitete proizvođača ili neka druga odgovorna strana dužna je potpisati te potvrde koje moraju sadržavati sljedeće informacije:
    - popis sadržaja pošiljke - popis koji navodi role za svaku pošiljku kamiona
    - tovarni list - otpremna dokumentacija za kamion korišten za tu otpremu
    - potvrda o usklađenosti materijala s definiranim karakteristikama
    - popis karakteristika - specifikacija materijala za GCL dobavljenog u skladu sa specifikacijama izvedbenog projekta.

Izvođač je dužan pribaviti rezultate ispitivanja svojstava izdržljivosti GCL-a kao što su ponašanje pri smrzavanju-odmrzavanju, pri skupljanju-bujanju i vrijeme procurivanja vode kroz GCL. Proizvođač je također dužan pribaviti rezultate ispitivanja trajnih karakteristika.

Minimalne prihvatljive dimenzije GCL-a moraju biti 4,5 m širine i 40 m duljine.

Učestalost tekućih ispitivanja određena je temeljem norme HRN CEN/TR 15019:2005 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Kontrola kvalitete na gradilištu i izvodi se uzorkovanjem dopremljenog materijala na gradilište prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici - Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Tekuća ispitivanja GCL-a obuhvaćaju ispitivanje:

- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između GCL-a (tkana strana) i geokompozitnog drena za plin, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između GCL-a (netkana strana) i geokompozitnog drena za vodu, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Unutarnje posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) GCL-a, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Čvrstoće na guljenje gotovog proizvoda, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Vlačne čvrstoće i izduženja pri maksimalnom opterećenju gotovog proizvoda, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Mase bentonita, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$

- CBR-a gotovog proizvoda, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$

Svaka promjena materijala koji se ugrađuje (vrsta materijala, proizvođač i sl.) zahtijeva dodatno jedno ispitivanje. Pokusi smicanjem se moraju izvesti na potpuno saturiranim uzorcima GCL-a.

Po završetku tekućih ispitivanja potrebno je izraditi Izvješće o provedenim ispitivanjima i kontrolama predmetnog materijala.

Svaki uzorak mora biti dug 1000 mm i imati punu širinu jedne role. Uzorci se ne smiju uzeti od prvih 1000 mm role. Uzorci moraju imati oznaku s proizvođačevim imenom, identifikacijom proizvoda, brojem pošiljke i role. Izvođač je dužan zabilježiti datum, jedinstveni broj uzorka te smjer proizvodnje, a Inženjer/Nadzor je dužan ovjeriti ih. Uzorci se moraju ispitati u ovlaštenom laboratoriju, a Izvođač je dužan platiti ispitivanja.

Ispitivanja čiji rezultati ne zadovoljavaju navedene zahtjeve trebaju rezultirati u odbijanju ispitanih rola. Na rolama koje su proizvedene neposredno prije i neposredno poslije nevaljale role moraju se ispitati isti manjkavi parametri. Ispitivanje se mora nastaviti sve dok najmanje tri role za redom s obje strane prvotne nevaljale role zadovolje manjkavi parametar. Potrebna dodatna ispitivanja dužan je platiti Izvođač.

Smjernice za minimalne preklope te označena crta koja ocrtava zonu preklopa moraju se utisnuti nebrisivom tintom s obje strane ruba GCL-a kako bi se osiguralo da šav/preklop bude precizan. Ove će se crte upotrebljavati za vrijeme ugradnje i kontrole kvalitete ugradnje kako bi se postigli minimalni preklopi. Smjernice za minimalne preklope moraju označavati gdje se mora postaviti rub plohe kako bi se postiglo punih 15 cm bentonitnog preklopa za svaku plohu.

Sve role GCL-a se moraju pakirati u plastične omote otporne na vlažnost. Kartonske sredine moraju biti dovoljno čvrste kako se ne bi zdrobile tijekom prijevoza i rukovanja njima.

Inženjer/Nadzor provodi i vizualnu kontrolu oštećenja, spojeva, načina rada i poštivanje projektiranih dimenzija.

### 4.6.2. Ugradnja materijala

Prije ugradnje rola Izvođač je dužan izraditi plan polaganja i dostaviti ga Inženjeru/Nadzoru na odobrenje. Materijal se ugrađuje sukladno Planu ugradnje umjetnih materijala završnog prekrivnog sustava koji mora definirati metode, tehnologiju i redoslijed ugradnje materijala, a koji mora uvažiti dostavljene upute proizvođača te specifičnosti Projekta. Plan polaganja potrebno je izraditi grafički i vremenski te je potrebno obuhvatiti sidrenja materijala.

Oprema za otpremu i rukovanje:

- Strana odgovorna za istovar GCL-a dužna je stupiti u kontakt s proizvođačem prije otpreme kako bi saznala koje su točno metode istovarivanja i oprema koju smije upotrijebiti, u slučaju da se razlikuju od prethodno odobrenih i definiranih metoda.
- GCL se mora poduprijeti prilikom rukovanja kako bi se osigurala sigurnost radnika i spriječilo oštećenje brtvenog sloja. Ni u kojem se slučaju role ne smiju vući, podizati

samo s jednog kraja, podizati samo vilicama viličara ili odgurnuti na tlo s vozila za isporuku.
- Inženjer/Nadzor je dužan provjeriti postoji li odgovarajuća oprema koja ne predstavlja nikakvu opasnost za osoblje i ne predstavlja nikakav rizik od oštećenja ili deformacije samog materijala za brtveni sloj.

Kontrola GCL-a nakon dostave:

- Svaka se rola mora pregledati nakon istovara kako bi se provjerilo jesu li se ambalaža ili materijal oštetili prilikom prijevoza. Popravci oštećenog GCL-a moraju se izvesti u skladu s uputama proizvođača.
- Oštećene role moraju se označiti i odvojiti radi pomnijeg pregleda za vrijeme razmještaja.
- Manji raspori ili rupe u plastičnoj ambalaži moraju se popraviti ljepljivom trakom otpornom na vlažnost prije skladištenja, kako bi se spriječilo oštećenje zbog vlage.
- Role GCL-a isporučene na gradilište moraju biti samo one role koje su navedene na potvrdama o kontroli kvalitete proizvodnje GCL-a.

Skladištenje:

- Skladištenje GCL rola odgovornost je Izvođača. Sve role GCL-a moraju se odložiti na ravnu površinu na lokaciji, daleko od područja gustog prometa, ali dovoljno blizu aktivnoj radnoj zoni kako bi se smanjila potreba za rukovanjem materijalom.
- U slučaju da je unutar zapakiranih armiranih GCL-ova prisutna voda, ta će se rola morati odvojiti radi daljnjeg pregleda kako bi se ustanovio stupanj oštećenja. Voda unutar zapakiranih armiranih GCL-ova razlog je da se takva rola odbaci.
- GCL se ne smije skladištiti na veću visinu od tri do četiri role, ili ne više od visine do koje osoblje može sa sigurnošću upravljati opremom za rukovanje tim materijalom. Hrpe ili redovi rola moraju se složiti tako da ne dođe do sklizanja ili kotrljanja uslijed "prenatrpavanja" donjeg reda rola.
- Role se ne smiju slagati na hrpu na neravnim površinama kako ne bi došlo do savijanja i deformacije GCL-a ili do teškoća u umetanju cijevi u sredinu role pri rukovanju.
- Dodatna cerada ili plastični prekrivač mora se prebaciti preko naslaganih rola kako bi se GCL materijal koji je uskladišten na otvorenom dodatno zaštitio.
- Bentonitni materijal stavljen u vreće mora se uskladištiti uz role GCL-a, osim ako su dostupne neke druge, bolje zaštitne mjere. Vreće se moraju spremiti na palete ili na neku drugu prikladnu suhu površinu.

Uređenje posteljice:

- Površine moraju biti prikladne za ugradnju GCL materijala, ovisno o primjenjivim poglavljima iz ovih specifikacija i uputama proizvođača.
- Prije razmještaja GCL-a, Inženjer/nadzor je dužan geosintetsku površinu te ostale donje ležeće materijale na koje se postavlja GCL pregledati i odobriti u skladu s uvjetima projektnih specifikacija.
- Posteljica od zemljanih i geosintetskih materijala mora se neprestano kontrolirati, te odobriti i ovjeriti od strane Inženjera/Nadzora, a prije ugradnje GCL-a.

- Nakon odobrenja, Izvođač je dužan upozoriti Inženjera/Nadzora o svim promjenama u stanju posteljice, a koje bi mogle utjecati na usklađenost s bilo kojim od uvjeta u ovom poglavlju ili u projektnim specifikacijama odnosno uputama proizvođača.

Ugradnja GCL-a:

- GCL materijal se mora ugraditi općenito u skladu s postupcima definiranim u daljnjem tekstu ili se mora modificirati tako da se prilagodi uvjetima na gradilištu.
- Pokusna polja moraju se koristiti kako bi se provjerila i izabrala optimalna metoda za ugradnju GCL-a, drenova i armiranog geopletiva, te za ugradnju izravnavajućeg i rekultivacijskog sloja kao i za provjeru opreme i strojeva koji će se upotrebljavati za vrijeme izgradnje.
- Kako bi se odredilo prihvatljivo ubrzanje buldožera, mora se izvesti pokus na gradilištu za tri debljine rekultivacijskog sloja, i to 0,35 m, 0,55 m i 0,80 m.
- Za svaku debljinu buldožer mora voziti pri raznim brzinama kako bi se ustanovilo pri kojem ubrzanju dolazi do urušavanja ili neprihvatljivog pomaka GCL-a odnosno geosintetskog kompozita, tj. mješvitog materijala u sklopu rekultivacijskog sloja. Mora se zabilježiti sljedeće:
    - brzina vožnje buldožera na raznim lokacijama kako bi se ustanovilo ubrzanje.
    - pomak prekrivnih slojeva paralelnih s pokosom.
- U slučaju da pri najvećem ubrzanju buldožera ne dođe do urušavanja, treba se provesti vizualna kontrola kako bi se provjerio relativni pomak između slojeva.
- In-situ ispitivanje mora se provesti u prvoj fazi zajedno s ugradnjom mješovitog materijala niz pokos. Međutim, pri ugradnji mješovitog materijala guranjem mješovitog materijala uzbrdo, treba se također izvesti dodatno ispitivanje pri ugradnji mješovitog materijala guranjem tog mješovitog materijala uzbrdo.
- Pokusno polje mora biti min. 10 m dugačko i min. 5 m široko. Pokusna polja moraju biti izvedena jedno uz drugo.
- Gdje god je to moguće, sve pokosne plohe trebale bi se ugraditi paralelno s maksimalnim pokosom.
- Razmještaj ploha:
    - GCL materijali se moraju ugraditi općenito u skladu s postupcima istaknutim u ovom poglavlju, ovisno o specifičnim uvjetima na gradilištu zbog kojih bi bile potrebne modifikacije.
    - Razmještaj se treba vršiti od najviše kote prema najnižoj kako bi se olakšala drenaža u slučaju padalina.
    - Razmještaj na ravnim dijelovima mora se provesti na isti način kao i na pokosima, no međutim, treba biti pažljiv i smanjiti "povlačenje" GCL-a.
    - Uzdužni preklopi moraju iznositi minimalno 15 cm dok krajnji preklopi moraju imati najmanje 30 cm, te se ne smiju borati.
    - Izvođač je dužan ugraditi samo onoliko GCL-a koliko stigne na kraju tog dana prekriti. GCL se ne smije preko noći ostavljati neprekriven. Izloženi krajevi GCL-a moraju se privremeno prekriti ceradom ili sličnim prekrivačem otpornim na vodu, sve do sljedećeg radnog dana.

- Šavovi/preklopi:
    - Kako bi se pospješila kontrola kvalitete pri izvedbi preklopa, na rubove s obje strane gornjeg dijela geotekstila mora se ucrtati linija preklopa na 15 cm od ruba role i linija preklopa na 30 cm od kraja role. Crte moraju biti iscrtkane i to vidljivom nebrisivom tintom.
    - Rahli granulirani bentonit trebao bi se postaviti između ploha i to 0,40 kg po metru šava/preklopa.
- Detalji:
    - Detaljni radovi, definirani kao brtvljenje sloja radi probijanja cijevi, temeljni zidovi, drenažni objekti, preljevi i ostali pripadni dijelovi moraju se izvesti prema preporuci proizvođača GCL-a.
- Popravljanje oštećenja:
    - Prije ugradnje ostalih slojeva završnog prekrivnog sustava, Izvođač je dužan provjeriti je li došlo do oštećenja i popraviti ga. Oštećenje se odnosi na raspore ili rupe u geotekstilu, raslojavanje geotekstila ili na pomaknutu plohu.
    - Raspori i rupe na ravnom dijelu mogu se popraviti tako da se potpuno otkrije oštećeni dio, da se uklone svi strani objekti ili zemlja, a potom da se preko oštećenja stavi zakrpa odrezana od neupotrijebljenog GCL-a (oštećeni materijal može se ostaviti) s najmanjim preklopom od 30 cm na svim rubovima. Dodatni bentonit trebao bi se ugraditi između rubova zakrpe i popravljenog materijala i to 0,40 kg/m dužinski po rubu, nasipan u kontinuiranim trakama od 15 cm.
    - Oštećeni GCL materijal na pokosima mora se popraviti istim postupkom opisanim gore, međutim, rubovi zakrpe bi se također trebali zalijepiti na popravljeni brtveni sloj kako bi zakrpa ostala na svome mjestu za vrijeme zatrpavanja ili prekrivanja.
    - Pomaknute plohe moraju se namjestiti tako da budu točno položene i okrenute. Namještene će se plohe potom pregledati radi mogućih oštećenja geotekstila ili gubitka bentonita. Oštećenja se onda moraju popraviti prema gore opisanom postupku.
    - Ako GCL preuranjeno hidrira, Izvođač je dužan obavijestiti Inženjera/Nadzora kako bi se odredilo, na temelju osebujnosti gradilišta, je li taj materijal prihvatljiv ili je potrebno primijeniti alternativne mjere kako bi se osigurala kvaliteta projekta – zavisno o stupnju oštećenja.
- Prekrivni materijal:
    - Prekrivni materijal mora odgovarati i biti prikladan za upotrebu preko GCL-a, te ugrađen na način koji odgovara određenoj posteljici. U najmanju ruku, prekrivni materijal mora biti geokompozitni dren za vodu i armirano geopletivo, uz najmanje 35 cm rekultivacijskog sloja. Bez obzira na prekrivni materijal, neprekriveni rubovi ploha GCL-a moraju se zaštititi na kraju radnog dana nepromočivom prekrivkom koja se mora odgovarajuće pričvrstiti balastom.

- Moraju se poduzeti mjere opreza kako bi se spriječilo oštećenje na GCL-u tako da se ograniči upotreba teške opreme preko brtvenog sustava na najviše 30 kN/m² pritiska na tlo.

## 4.7. GEOKOMPOZITNI DREN ZA VODU

### 4.7.1. Općenito

Polimer koji se koristi za proizvodnju sastavnog dijela jezgre geokompozitnog drena za vodu mora biti polipropilen (PP) koji ne sadrži nikakve strane zagađivače. Jezgra geokompozita je izrađena kao trodimenzionalna, V oblika sa uzdužnim kanalima. Kanali nisu zatvorena struktura već su otvoreni te je na taj način omogućeno protjecanje tekućine u bilo koji od kanala V strukture.

Jezgra mora s obje strane biti prekrivena netkanim geotekstilom. Geokompozit nastaje spajanjem geotekstila na jezgru termičkim procesom. Geotekstili kao i geokompozit ne smiju biti oštećeni i moraju zadovoljiti uvjete navedene u tablici 4.7.1.

Geokompozit nastaje isključivo tvorničkim spajanjem sastavnih elemenata, odnosno geosintetika (jezgre i geotekstila), te se kao takav dostavlja na gradilište. Zasebna nabavka sastavnih dijelova i njihovo međusobno spajanje na terenu u svrhu izrade geokompozita je strogo zabranjeno.

Proračun potrebne transmisivosti drena i proračun potrebne transmisivnosti odnosno kapacitet tečenja u ravnini geokompozitnog drena proveden je na osnovu intenziteta trajanja oborina (ITP krivulje) i propusnosti tla iznad geokompozita.

Geokompozit je dimenzioniran tako da je kapacitet drenaže veći od maksimalne količine oborine koja se kroz rekultivirajući sloj infiltrira u geokompozit.

Opseg radova

Izvođač je dužan pribaviti svu radnu snagu, materijale, opremu, alat i pribor potreban za izvođenje radova na postavljanju geokompozitnog drena za vodu u završnom prekrivnom sustavu. Nabavljeni materijal i izvedena ugradnja moraju biti u skladu s ovim uvjetima i nacrtima.

Norme

Geokompozitni dren za vodu mora biti obilježen sukladno normi ISO 10320 i izrađen sukladno ISO 9001 sustavu kvalitete. Geokompozitni dren za vodu mora imati oznaku «CE» sukladno zahtjevima slijedećih normi:

| | |
|---|---|
| HRN EN 13249 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji cesta i ostalih prometnih površina (izuzimaju se željeznice i asfaltni sojevi) |
| HRN EN 13250 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji željeznica |
| HRN EN 13251 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija |
| HRN EN 13252 | Zahtijevana svojstva za uporabu u drenažnim sustavima |
| HRN EN 13254 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana |
| HRN EN 13255 | Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala |
| HRN EN 13257 | Zahtijevana svojstva za uporabu u odlagalištima krutog otpada |
| HRN EN 13265 | Zahtijevana svojstva za uporabu u odlagalištima tekućeg otpada |

Ostale norme:

| | |
|---|---|
| HRN EN ISO 9863 | Određivanje debljine pri određenim tlakovima |
| HRN EN ISO 9864 | Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom |
| HRN EN ISO 11058 | Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu, bez opterećenja |
| HRN EN ISO 12958 | Određivanje kapaciteta otjecanja vode u ravnini |
| HRN EN ISO 10319 | Vlačno ispitivanje na širokim trakama |
| HRN EN ISO 12957-1 | Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom |

### 4.7.2. Materijali

Polimer koji se koristi za proizvodnju sastavnog dijela jezgre geokompozitnog drena mora biti polipropilen (PP) koji ne sadrži nikakve strane zagađivače. Otpadni materijal koji se sastoji od odrezanih krajeva i ostalog otpada može se upotrijebiti za proizvodnju jezgre. Međutim, već upotrebljavani reciklirani materijali ne smiju se ponovo upotrijebiti.

Geokompozitni dren za oborinsku vodu mora zadovoljiti uvjete navedene u tablici 4.7.1. i ne smije biti oštećen. Jezgra s obje strane mora biti prekrivena netkanim geotekstilom. Geokompozit se proizvodi spajanjem geotekstila na jezgru termičkim procesom.

| Karakteristika | Metoda ispitivanja | Jedinica mjere | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| **Jezgra** | | | |
| Materijal jezgre | | | PP |
| Težina (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 400 |
| **Gornji geotekstil** | | | |
| Težina geotekstila (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 300 |
| Materijal geotekstila | | | PP |
| Vodopropusnost okomito na ravninu | HRN EN ISO 11058 | m/s | 0,045 |
| Veličina otvora $O_{90}$ | HRN EN ISO 12956 | mm | 0,07 |
| Vlačna čvrstoća MD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 24 |
| Vlačna čvrstoća XD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 24 |
| Izduženje MD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 45 |
| Izduženje XD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 45 |
| Otpornost na probijanje CBR (min) | HRN EN ISO 12236 | kN | 3 |
| Otpornost na dinamičko probijanje (max) | HRN EN ISO 13433 | mm | 15 |
| **Donji geotekstil** | | | |
| Težina geotekstila (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 100 |
| Materijal geotekstila | | | PP |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vodopropusnost okomito na ravninu | HRN EN ISO 11058 | m/s | 0,1 |
| Veličina otvora $O_{90}$ | HRN EN ISO 12956 | mm | 0,09 |
| Vlačna čvrstoća MD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 7 |
| Vlačna čvrstoća XD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 7 |
| Izduženje MD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 40 |
| Izduženje XD (min) | HRN EN ISO 10319 | % | 40 |
| Otpornost na probijanje CBR (min) | HRN EN ISO 12236 | kN | 1,5 |
| Otpornost na dinamičko probijanje (max) | HRN EN ISO 13433 | mm | 40 |
| **Geokompozit** | | | |
| Težina (min) | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 800 |
| Debljina pri 20 kPa | HRN EN ISO 9863-1 | mm | 9 |
| Hidraulički protok (min) | | | |
| i=1 $\sigma_v$=20 kPa | HRN EN ISO 12958 | $m^2/s$ | $1,70x10^{-3}$ |
| i=0,1 $\sigma_v$=20 kPa | HRN EN ISO 12958 | $m^2/s$ | $0,53x10^{-3}$ |
| Vlačna čvrstoća MD (min) | HRN EN ISO 10319 | kN/m | 23 |
| Parametri kontaktne i unutarnje rezidualne posmične čvrstoće, min. | HRN EN ISO 12957-1 | φ (°) | φ= 20° |
| Širina role (min) | | m | 5,0 |

Tablica 4.7.1. Zahtjevana svojstva geokompozitnog drena za vodu

Izvođač mora u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala dokazati Inženjeru/Nadzoru da predloženi materijal odgovara specifikacijama danim u sklopu tablice 4.7.1. Uz to, prethodna ispitivanja koja Izvođač mora napraviti i priložiti na uvid Inženjeru/Nadzoru u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala obuhvaćaju:

- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za vodu i GCL-a (netkana strana), 1 ispitivanje
- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za vodu i rekultivirajućeg sloja, 1 ispitivanje
- Ispitivanje unutarnje posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) geokompozitnog drena za vodu, 1 ispitivanje
- Ispitivanje hidrauličkog protoka geokompozitnog drena pri stvarnim uvjetima na terenu (normalno naprezanje i hidraulički gradijent) pri čemu dobivena vrijednost mora biti veća ili jednaka proračunskoj vrijednosti dobivenoj u sklopu glavnog projekta, 1 ispitivanje

Svaka promjena materijala koji se ugrađuje (vrsta materijala, proizvođač i sl.) zahtijeva dodatno jedno ispitivanje.

Pokusi za prihvaćanje se trebaju izvršiti na uzorcima minimalnih dimenzija 30x30 cm. Pokusi smicanjem moraju se izvesti u skladu s HRN EN ISO 12957-1 Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom kako bi se odredila unutarnja i kontaktna posmična čvrstoća geokompozitnog drena za vodu. Normalna naprezanja koja se primjenjuju iznose 10 kPa, 20 kPa i 40 kPa.

Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na prethodna ispitivanja, primijenjuju se i na tekuća i kontrolna ispitivanja.

### 4.7.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje

Materijal za geokompozitni dren za vodu ne smije se oštetiti za vrijeme otpreme, pohrane i rukovanja. Svaki komad drena koji se ošteti, mora se popraviti ili zamijeniti. Materijal se može isporučiti tek nakon što se odobri potrebna dokumentacija. Svaka rola mora imati oznaku proizvođača, identifikaciju proizvoda, broj isporuke, broj role i dimenzije role te mora biti zamotana u neprozirnu plastiku. Role se skladište u originalnoj neprozirnoj plastici, polažu se na ravnu podlogu. Skladištenje ne smije izazvati gnječenje u sredini role ili spljoštenje role. Role ne smiju biti položene više od tri po visini ili prema uputama proizvođača.

Role treba podizati i istovarivati pomoću trakastih omči koje se zakaže na krajeve čelične šipke koja se provuče kroz jezgru role ili s viličarem s produženom šipkom ili na neki sličan način. Role se ne smiju vući po zemlji, podizati na jednom kraju ili bacati na zemlju. Odmatanje role izvodi se uz pomoć dva čovjeka, na svakom kraju role po jedan.

### 4.7.4. Izvedba

Priprema površine

Inženjer/Nadzor dužan je pregledati površinu na koju se ugrađuje geokompozitni dren za vodu. Podloga geokompozitnog drena za vodu mora biti bez ikakvih nečistoća te ne smije sadržavati kamenje ili metale koji mogu oštetiti ili probiti geokompozit.

Ugradnja

Prije ugradnje rola Izvođač je dužan izraditi plan polaganja i dostaviti ga Inženjeru/Nadzoru na odobrenje. Materijal se ugrađuje sukladno Planu ugradnje umjetnih materijala završnog prekrivnog sustava koji mora definirati metode, tehnologiju i redoslijed ugradnje materijala, a koji mora uvažiti dostavljene upute proizvođača te specifičnosti Projekta. Plan polaganja potrebno je izraditi grafički i vremenski te je potrebno obuhvatiti sidrenja materijala.

Geokompozitni dren za vodu se ne smije oštetiti za vrijeme ugradnje. Neispravan ili oštećen materijal mora se zamijeniti ili popraviti.

Rola drena se mora odmotati u smjeru najvećeg pokosa, tako da jezgra bude ravna u odnosu na podlogu kako bi se izbjeglo naboravanje i preklapanje. Prije prekrivanja odgovarajući se balast (npr. vreće pijeska) mora postaviti kako bi se spriječilo uzdizanje materijala zbog djelovanja vjetra. Radovi na ugradnji moraju se prekinuti ako se očekuje kiša, a dren se mora odmah prekriti.

Preklopi moraju biti postavljeni u smjeru protoka. Krajevi jezgre geokompozitnog drena za vodu moraju se spajati na sučeljak.

Role materijala moraju se vezati plastičnim spojkama. Spojke moraju biti kontrastne boje u odnosu na boju jezgre i pričvršćenog geotekstila. Metalne spojke nisu dozvoljene.

Geotekstil kao sastavni dio geokompozita mora se preklapati u smjeru protoka. Rupe u geotekstilu namijenjene za šivanje rola jezgre moraju se prekriti zaštitnim trakama za geotekstil. Zaštitne trake moraju biti najmanje 600 mm široke i spojene termičkim procesom na geotekstil, sastavni dio geokompozita. Zaštitne trake moraju se postaviti na sve izložene rubove drena. Geotekstil jedne role se mora spojiti na geotekstilni sastojak druge role termičkim procesom.

Popravci

Popravak se mora izvršiti postavljanjem komada geokompozitnog drena preko oštećenog područja. Zakrpa mora prelaziti rubove oštećenja za najmanje 600 mm. Odobrene spojke, s razmakom od 150 mm okolo zakrpe, moraju se upotrijebiti za pričvršćivanje zakrpe. Ako je više od 25 % širine role oštećeno, mora se dobiti odobrenje da se popravi ili zamijeni oštećena rola.

Oštećeni geotekstil mora se popraviti postavljanjem komada geotekstila preko oštećenog područja s najmanje 300 mm preklopa u svim smjerovima. Zakrpa od geotekstila mora se spojiti termičkim procesom.

Zaštita i zatrpavanje

Geokompozitni dren za vodu na krovnom dijelu odlagališta mora se prekriti s barem 30 cm rekultivirajućeg sloja, a geokompozitni dren na pokosima odlagališta sa armiranim geopletivom i 30 cm rekultivirajućeg sloja najkasnije unutar 2 tjedna. Ako vremenske prilike tako zahtjevaju (npr. kiša) geokompozitni dren je potrebno prekriti i prije kako bi se onemogućila pretjerana hidratacija laminiranog kompozitnog brtvenog sloja, odnosnio GCL-a.

### 4.7.5. Kontrola kvalitete

Prije početka izvođenja radova Izvođač je Inženjeru/Nadzoru dužan predati sljedeću dokumentaciju i uzorke:

Podaci o proizvodu:

- upute za postupanje, skladištenje i ugradnju materijala
- priručnik o proizvođačevoj kontroli kvalitete
- detalji spajanja uzdužnih i poprečnih spojeva
- detalji probijanja cijevi, propusta i plinskih bunara

Uzorci:

- uzorak geokompozitnog drena točno izmjerenog na najmanje 1000x1000 mm, uključujući pričvršćene geotekstile.

Izvješća o ispitivanju:

- rezultati ispitivanja proizvođačeve kontrole kvalitete. Ako rezultati ispitivanja ne zadovoljavaju uvjete iz tablice 4.7.1., upotreba rola materijala iz kojih je uzorak uzet

neće biti dozvoljena. Proizvođač geokompozita dužan je predati potrebnu dokumentaciju za kontrolu kvalitete Inženjeru/Nadzoru za svaku pošiljku materijala
- akreditaciju laboratorija za tekuću kontrolu kvalitete

Potvrda o proizvođačevoj kontroli kvalitete:

- potvrde o kontroli kvalitete moraju se izdati od strane proizvođača geokompozita za svaku pošiljku materijala. Voditelj kontrole kvalitete proizvođača ili neka druga odgovorna strana dužna je potpisati te potvrde koje moraju sadržavati sljedeće informacije:
    - popis sadržaja pošiljke - popis koji navodi role za svaku pošiljku kamiona
    - tovarni list - otpremna dokumentacija za kamion korišten za tu otpremu
    - potvrda o usklađenosti materijala s definiranim karakteristikama
    - popis karakteristika – specifikacija materijala dobavljenog u skladu sa specifikacijama izvedbenog projekta.

Učestalost tekućih ispitivanja određena je temeljem norme HRN CEN/TR 15019:2005 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Kontrola kvalitete na gradilištu i izvodi se uzorkovanjem dopremljenog materijala na gradilište prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Tekuća ispitivanja geokompozitnog drena za vodu obuhvaćaju ispitivanje:

- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za vodu i GCL-a (netkana strana), 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između geokompozitnog drena za vodu i rekultivirajućeg sloja, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Unutarnje posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) geokompozitnog drena za vodu, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Vlačne čvrstoće geokompozita, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Debljina geokompozita, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$

Izvođač treba o svom trošku ispitati uzorke kod ovlaštenog laboratorija za ispitivanje kontrole kvalitete.

Po završetku tekućih ispitivanja potrebno je izraditi Izvješće o provedenim ispitivanjima i kontrolama predmetnog materijala.

Svaki uzorak mora biti dug 1000 mm i imati punu širinu jedne role. Uzorci se ne smiju uzeti od prvih 1000 mm role. Uzorci moraju imati oznaku s proizvođačevim imenom, identifikacijom proizvoda, brojem pošiljke i role. Izvođač je dužan zabilježiti datum, jedinstveni broj uzorka te smjer proizvodnje, a Inženjer/Nadzor je dužan ovjeriti ih. Uzorci se moraju ispitati u ovlaštenom laboratoriju, a Izvođač je dužan platiti ispitivanja.

Ispitivanja čiji rezultati ne zadovoljavaju navedene zahtjeve trebaju rezultirati u odbijanju ispitanih rola. Na rolama koje su proizvedene neposredno prije i neposredno poslije nevaljale role moraju se ispitati isti manjkavi parametri. Ispitivanje se mora nastaviti sve dok najmanje

tri role za redom s obje strane prvotne nevaljale role zadovolje manjkavi parametar. Potrebna dodatna ispitivanja dužan je platiti Izvođač.

Inženjer/Nadzor provodi i vizualnu kontrolu oštećenja, spojeva, načina rada i poštivanje projektiranih dimenzija.

Uvijek kada smatra potrebnim Inženjer/Nadzor ima pravo zatražiti provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenog materijala. Provedba ovih ispitivanja pada na teret Naručitelja. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, troškovi kontrolnih ispitivanja padaju na teret Izvođača.

## 4.8. ARMIRANO GEOPLETIVO

### 4.8.1. Opseg radova

Radovi u ovom poglavlju tehničkih uvjeta građenja uključuju osiguranje cjelokupne radne snage, materijala i opreme te provedbu svog potrebnog rada na nabavi, dopremi, skladištenju, postavljanju i ispitivanju armiranog geopletiva na pokosima odlagališta, između geokompozitnog drena za vodu i rekultivirajućeg sloja u svrhu povećanja stabilnosti završnog prekrivnog sustava.

Ugradnja se vrši po uputama proizvođača uz potrebna sidrenja u sidrene rovove te uz potrebna pridržanja klinovima.

### 4.8.2. Materijal

Armirano geopletivo je tkana geomreža s jezgrom od poliesterskog pletiva velike čvrstoće, obložena zaštitnom polimernom oblogom.

Armirano geopletivo nastaje isključivo tvorničkim spajanjem sastavnih elemenata, odnosno geosintetika (geomreže i geopletiva), te se kao takvo dostavlja na gradilište. Zasebna nabavka sastavnih dijelova i njihovo međusobno spajanje na terenu u svrhu izrade armiranog geopletiva je strogo zabranjeno.

Zahtijevana svojstva koja mora imati armirano geopletivo nabrojana su u nastavku:

- Materijal i struktura geopletiva – PA il PP 3D otvorene strukrure
- Materijal i struktura geomreže – PP ili PET geomreža
- Vlačna čvrstoća u uzdužnom smjeru – min. 200 kN/m određeno prema HRN EN ISO 10319
- Izduženje u trenutku sloma u uzdužnom smjeru – max. 13 (±2,0) % određeno prema HRN EN ISO 10319
- Širina role – min 4,0 m

Izvođač mora u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala dokazati Inženjeru/Nadzoru da predloženi materijal odgovara gore nabrojanim specifikacijama (predočenje izjave o svojstvima).

Armirano geopletivo mora biti obilježeno sukladno normi HRN EN ISO 10320 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Identifikacija na gradilištu i izrađeni sukladno HRN EN ISO 9001 Sustav upravljanja kvalitetom. Armirano geopletivo mora imati oznaku «CE» sukladno zahtjevima norme HRN EN 13251 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija.

Prije otpreme, proizvođač je dužan označiti svaku rolu. Etikete moraju biti otporne na izbjeljivanje i vlagu kako bi bile čitljive u trenutku instalacije. Etikete na rolama moraju u najmanju ruku označavati sljedeće:

- Duljinu i širinu role
- Ukupnu težinu role
- Vrstu geosintetskog materijala

- Nazivne veličine
- Primijenjene standarde/norme
- Broj proizvedenog lota i pojedinačni broj role.

### 4.8.3. Tekuća kontrola kvalitete

Prije početka izvođenja radova Izvođač je Inženjeru/Nadzoru dužan predati sljedeću dokumentaciju i uzorke:

Podaci o proizvodu:

- upute za postupanje, skladištenje i ugradnju materijala
- priručnik o proizvođačevoj kontroli kvalitete
- detalji spajanja uzdužnih i poprečnih spojeva
- detalji probijanja cijevi, propusta i plinskih bunara

Izvješća o ispitivanju:

- rezultati ispitivanja proizvođačeve kontrole kvalitete. Ako rezultati ispitivanja ne zadovoljavaju uvjete iz gore navedenih svojstava, upotreba rola materijala iz kojih je uzorak uzet neće biti dozvoljena. Proizvođač armiranog geopletiva dužan je predati potrebnu dokumentaciju za Kontrolu kvalitete Inženjeru/Nadzoru za svaku pošiljku materijala
- Akreditaciju laboratorija za tekuću kontrolu kvalitete

Potvrda o proizvođačevoj kontroli kvalitete:

- potvrde o kontroli kvalitete moraju se izdati od strane proizvođača armiranog geopletiva za svaku pošiljku materijala. Voditelj kontrole kvalitete proizvođača ili neka druga odgovorna strana dužna je potpisati te potvrde koje moraju sadržavati sljedeće informacije:
    - popis sadržaja pošiljke - popis koji navodi role za svaku pošiljku kamiona
    - tovarni list - otpremna dokumentacija za kamion korišten za tu otpremu
    - potvrda o usklađenosti materijala s definiranim karakteristikama
    - popis karakteristika – specifikacija materijala dobavljenog u skladu sa specifikacijama iz izvedbenog projekta.

Učestalost tekućih ispitivanja određena je temeljem norme HRN CEN/TR 15019:2005 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Kontrola kvalitete na gradilištu i izvodi se uzorkovanjem dopremljenog materijala na gradilište prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Tekuća ispitivanja armiranog geopletiva obuhvaćaju ispitivanje:

- Vlačne čvrstoće i izduženja pri maksimalnom opterećenju u uzdužnom smjeru, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$

Izvođač treba o svom trošku ispitati uzorke kod ovlaštenog laboratorija za ispitivanje kontrole kvalitete.

Po završetku tekućih ispitivanja potrebno je izraditi Izvješće o provedenim ispitivanjima i kontrolama predmetnog materijala.

Svaki uzorak mora biti dug 1000 mm i imati punu širinu jedne role. Uzorci se ne smiju uzeti od prvih 1000 mm role. Uzorci moraju imati oznaku s proizvođačevim imenom, identifikacijom proizvoda, brojem pošiljke i role. Izvođač je dužan zabilježiti datum, jedinstveni broj uzorka te smjer proizvodnje, a Inženjer/Nadzor je dužan ovjeriti ih. Uzorci se moraju ispitati u ovlaštenom laboratoriju, a Izvođač je dužan platiti ispitivanja.

Ispitivanja čiji rezultati ne zadovoljavaju navedene zahtjeve trebaju rezultirati u odbijanju ispitanih rola. Na rolama koje su proizvedene neposredno prije i neposredno poslije nevaljale role moraju se ispitati isti manjkavi parametri. Ispitivanje se mora nastaviti sve dok najmanje tri role za redom s obje strane prvotne nevaljale role zadovolje manjkavi parametar. Potrebna dodatna ispitivanja dužan je platiti Izvođač.

Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na tekuća ispitivanja, primijenjuju se i na kontrolna ispitivanja.

Inženjer/Nadzor provodi i vizualnu kontrolu oštećenja, spojeva, načina rada i poštivanje projektiranih dimenzija.

Uvijek kada smatra potrebnim Inženjer/Nadzor ima pravo zatražiti provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenog materijala. Provedba ovih ispitivanja pada na teret Naručitelja. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, troškovi kontrolnih ispitivanja padaju na teret Izvođača.

### 4.8.4. Ugradnja materijala

Prije ugradnje rola Izvođač je dužan izraditi plan polaganja i dostaviti ga Inženjeru/Nadzoru na odobrenje. Materijal se ugrađuje sukladno Planu ugradnje umjetnih materijala završnog prekrivnog sustava koji mora definirati metode, tehnologiju i redoslijed ugradnje materijala, a koji mora uvažiti dostavljene upute proizvođača te specifičnosti Projekta. Plan polaganja potrebno je izraditi grafički i vremenski te je potrebno obuhvatiti sidrenja materijala.

Radove je potrebno izvoditi u skladu s normom HRN EN 14475 Izvedba posebnih geotehničkih radova - Ojačani nasip.

- Uređenje posteljice
    - Površine moraju biti prikladne za ugradnju armiranog geopletiva, ovisno o primjenjivim poglavljima iz ovih specifikacija i uputama proizvođača.
    - Prije razmještaja armiranog geopletiva, Inženjer/Nadzor je dužan geosintetsku površinu te ostale donje ležeće geosintetike na koje se postavlja armirano geopletivo pregledati i odobriti u skladu s uvjetima projektnih specifikacija.
    - Posteljica od zemljanih i geosintetskih materijala mora se neprestano kontrolirati, te odobriti i ovjeriti od strane Inženjera/Nadzora, a prije ugradnje armiranog geopletiva.

- Nakon odobrenja, Izvođač je dužan upozoriti Inženjera/Nadzora o svim promjenama u stanju posteljice, a koje bi mogle utjecati na usklađenost s bilo kojim od uvjeta u ovom poglavlju ili u projektnim specifikacijama odnosno uputama proizvođača.

- Skladištenje
  - Skladištenje rola armiranog geopletiva odgovornost je Izvođača. Sve role armiranog geopletiva moraju se odložiti na ravnu površinu na lokaciji, daleko od područja gustog prometa, ali dovoljno blizu aktivnoj radnoj zoni kako bi se smanjila potreba za rukovanjem materijalom.
  - Armirano geopletivo se doprema i skladišti na gradilištu u količini potrebnoj za izvođenje radova. Uskladištenje armiranog geopletiva na gradilištu mora biti provedeno na način da je armirano geopletivo zaštićeno od jake svjetlosti, ultraljubičastih zraka, kiše, snijega, poplavnih voda i slično.

Armirano geopletivo se doprema na gradilište u rolama minimalne širine 4,0 m. S rolama mase do 150 kg manipulira se ručno. Ako su role veće mase, polaganje se izvodi pomoću pogodnih građevinskih strojeva ili vozila.

- Polaganje armiranog geopletiva
  - Smjer polaganja armiranog geopletiva je od sidrenog jarka, odnosno sidrene dionice prema dolje po pokosu odlagališta.
  - Armirano geopletivo se ne smije polagati za vrijeme kiše ili kada se ona očekuje. Armirano geopletivo treba polagati pažljivo i dobro zategnuti tako da se ne stvaraju nabori. Ukoliko je role armiranog geopletiva moguće transportirati na mjesto polaganja građevinskim strojevima (primjena na velikim površinama) moguće je direktno, ručno odmotavanje rola. Kod malih površina i loše pristupačnosti preporučuje se prethodno rezanje na potrebnu veličinu polaganja.
  - Minimalna vlačna čvrstoća armiranog geopletiva u slučaju strojnog polaganja mora iznositi u uzdužnom i poprečnom smjeru $F_{min}$ = 7,0 kN/m.
  - Položeno armirano geopletivo treba prekriti isti dan sa rekultivirajućim slojem te ga iz tih razloga treba polagati u zavisnosti od napredovanja radova.
  - Kada je armirano geopletivo položeno na tlo ne dopušta se preko njega prijelaz građevinskih strojeva, kamiona i drugih vozila, budući da bi moglo u protivnom doći do oštećenja armiranog geopletiva i geosintetika koji se nalaze ispod njega.
  - Po postavljenom armiranom geopletivu građevinski strojevi smiju prelaziti najranije nakon nanošenja rekultivacijskog sloja u debljini od minimalno 35 cm.

- Spajanje i nastavljanje armiranog geopletiva
  - Kad je površina koju treba pokriti veća od širine i dužine bale, potrebno je međusobno spojiti trake armiranog geopletiva po dužini i po širini. Način spajanja se određuje projektom, odnosno prema uputama proizvođača, a može se izvesti preklapanjem ili spajanjem posebnim spojnicama

- Spajanje preklapanjem je dozvoljeno izvesti samo u uzdužnom smjeru (niz pokos), a širina preklopa mora biti prema uputama proizvođača.
- Spajanje pomoću spojnica izvodi se za spojeve u poprečnom smjeru a upotrebljavaju se nehrđajuće metalne spojnice i/ili vezice. Metalne spojnice i/ili vezice se postavljaju na udaljenosti sukladno preporuci proizvođača i to na način da se dobije vlačna čvrstoća spoja koja je veća ili jednaka vlačnoj čvrstoći same geomreže. Kod takvog spajanja potreban je preklop od najmanje 10 cm.
- Spajanje u poprečnom smjeru izvoditi gdje su očekivana vlačna naprezanja najmanja uz uvjet osiguranja kontinuiteta prijenosa sile
- Nakon spajanja, armirano geopletivo se polaže u konačni položaj. Pri polaganju treba paziti da armirano geopletivo bude jednoliko napeta u uzdužnom i poprečnom smjeru.

- Prekrivni materijal
  - Na podlogu od armiranog geopletiva ugrađuje se materijal rekultivirajućeg sloja kako je određeno projektom. Debljina prvog sloja prekrivnog materijala mora biti dovoljna da zaštiti armirano geopletivo od rada strojeva i kamiona, a ni u kojem slučaju ne može biti manja od 35 cm.
  - Izvođač mora koristiti takve strojeve, kamione i sredstva za nabijanje da ne ošteti armirano geopletivo. Na mjestima gdje se armirano geopletivo ošteti, Izvođač je obavezan provesti odgovarajući popravak na svoj trošak.
  - Rekultivacijski sloj se ugrađuje odozdo prema gore uz prethodno osiguranje sidrišne dionice. Moguća je i ugradnja s gornje strane guranjem nizbrdo ukoliko se dokaže da je za vrijeme izvođenja, uzimajući u obzir ubrzanja buldozera uslijed kočenja niz padinu moguće osigurati zadovoljavajuću stabilnost prekrivnog djelomično izgrađenog sustava i strojeva koji rade na ugradnji.
  - Na zahtjev Inženjera/Nadzora Izvođač je obavezan izvesti pokusnu dionicu.

Ugradnja se vrši po uputama proizvođača uz potrebna sidrenja u sidrene rovove te uz potrebna pridržanja klinovima.

## 4.9. REKULTIVIRAJUĆI SLOJ

### 4.9.1. Općenito

Radovi u ovom poglavlju tehničkih uvjeta građenja uključuju osiguranje cjelokupne radne snage, materijala, opreme, alate i pribor potreban za izvođenje radova na nabavi, dopremi i ugradnji rekultivirajućeg sloja u završnom prekrivnom sustavu kako je prikazano na nacrtima.

### 4.9.2. Definicije

Rekultivirajući sloj je ne-organski materijal debljine 80 cm koji se ugrađuje u sklopu završnog prekrivnog sustava iznad geosintetskog drena za vodu na krovnom dijelu, odnosno iznad armiranog geopletiva na pokosima odlagališta. Rekultivirajući sloj se sastoji od mješovitog materijala s time da donjih 30 cm mora imati maksimalnu veličinu zrna od 50 mm. Rekultivirajući sloj ima ulogu zaštite od smrzavanja geosintetske bentonitne barijere, a s druge strane onemogućava njeno isušivanje tijekom suhih perioda.

Pod mješovitim materijalom podrazumijevaju se miješani kameni i zemljani materijali, glinoviti šljunci, zaglinjene kamene drobine, trošne stijene – škriljci, lapor, flišni materijali i slični, tj. materijali koji su manje osjetljivi na djelovanje vode (većina materijala iskopne kategorije “B” i dio materijala iskopne kategorije “C” ).

### 4.9.3. Norme

| | |
|---|---|
| HRN U.B1.010 | Geomehanička ispitivanja. Uzimanje uzoraka tla |
| HRN EN ISO 17892-1 | Geotehničko istraživanje i ispitivanje - Laboratorijsko ispitivanje tla - 1. dio: Određivanje vlažnosti |
| HRN U.B1.014 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje zapreminske mase materijala tla bez pora |
| HRN U.B1.016 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje zapreminske mase materijala tla sa porama metodom pomoću gumenog balona |
| HRS CEN ISO/TS 17892-4 | Geotehničko istraživanje i ispitivanje - Laboratorijsko ispitivanje tla - 4. dio: Određivanje granulometrijskog sastava |
| HRS CEN ISO/TS 17892-12 | Geotehničko istraživanje i ispitivanje - Laboratorijsko ispitivanje tla - 12. dio: Određivanje Atterbergovih granica |
| HRN U.B1.024 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla |
| HRN U.B1.034 | Geomehanička ispitivanja. Određivanje koeficijenata vodopropusnosti |
| HRN EN 13286-2 | Nevezane i hidrauličnim vezivom vezane mješavine - 2. dio: Metode ispitivanja za određivanje laboratorijske referentne gustoće i udjela vode - Zbijanje prema Proctoru |
| ASTM D 4972 | Standardne metode ispitivanja pH u tlu |
| HRN EN ISO 12957-1 | Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom |

### 4.9.4. Materijali

Sav mješoviti materijal treba biti dobavljen iz čistih izvora koje je pregledao Inženjer/Nadzor. Inženjer/Nadzor može pogledati predviđena područja za dobavu mješovitog materijala.

Zamrznuti materijali se ne smiju koristiti. Materijal koji se koristi mora biti bez organskih sastojaka, drva, otpada, i svih ostalih štetnih materijala koji mogu biti degradirani ili koji se ne mogu dovoljno zbiti. Isto tako, materijal ne smije u donjih 30 cm sadržavati dijelove kamena ili šljunak promjera većeg od 50 mm. Mješoviti materijal mora imati fizičke karakteristike koje omogućuju ravnomjerno rasprostiranje i zbijanje. Snijeg, led i smrznuta zemlja se trebaju ukloniti iz mješovitog materijala prije ugradnje. Materijal se ne smije ugraditi na smrznutu podlogu.

Mješoviti materijal uzet iz prostora odlagališta može se upotrijebiti za ugradnju u rekultivirajući sloj samo ako zadovoljava uvjete iz ovog poglavlja tehničkih uvjeta.

Mješoviti materijal ne smije uključivati tla koja se klasificiraju kao OH ili OL.

Prethodna ispitivanja materijala koja Izvođač mora napraviti i priložiti na uvid Inženjeru/Nadzoru u sklopu zahtjeva za odobrenje materijala kako bi dokazao da materijal odgovara specifikacijama ovih tehničkih uvjeta obuhvaćaju:

- Ispitivanje kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između reklutivirajuće sloja i geokompozitnog drena za vodu, 1 ispitivanje
- Ispitivanje granulometrijskog sastava, 1 ispitivanje

Rekultivirajući sloj od mješovitog materijala mora imati kontaktnu posmičnu čvrstoću sa geokompozitnim drenom za vodu takvu da se ispitivanjima dobije rezidualni kut trenja minimalno 20°.

Prethodna laboratorijska ispitivanja kontaktne čvrstoće se trebaju izvršiti na uzorcima minimalnih dimenzija 30x30 cm. Pokusi smicanjem moraju se izvesti u skladu s HRN EN ISO 12957-1:2005 Geosintetici – Određivanje značajka trenja – 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom kako bi se odredila kontaktna posmična čvrstoća rekultivirajućeg sloja. Normalna naprezanja koja se primjenjuju iznose 10 kPa, 20 kPa i 40 kPa.

Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na prethodna ispitivanja, primijenjuju se i na tekuća i kontrolna ispitivanja.

Kako bi se omogućilo ispravno funkcioniranje geokompozitnog drena za vodu, maksimalna propusnost rekultivirajućeg sloja mora biti barem 10 puta manja od propusnosti gornjeg geotekstila geokompozitnog drena za vodu, a koja za odabrani geotekstil iznosi 4.5 x 10-2 m/s. Iz ovog uvjeta slijedi da propusnost rekultivirajućeg mora biti ktla < 0,0045 m/s.

S obzirom na geotekstil koji je sastavni dio geokompozitnog drena za vodu, a vezano na veličinu otvora geotekstila O90 koji u ovom slučaju iznosi 0.07 mm, rekultivirajući sloj zemlje mora zadovoljiti sljedeći kriterij:

$$\frac{O_{90\ \text{geotekstila}}}{D_{85\ \text{prekrivnog sloja}}} < B$$

Za tla s manje od 50 % prolaza kroz sito veličine 0.075 mm B=1, pa stoga slijedi da D85 prekrivnog sloja ≥ 0.07 mm.

Kako bi se minimiziralo začepljenje drena česticama tla mora biti ispunjen sljedeći uvjet:

$$\frac{O_{90\ \text{geotekstila}}}{D_{15\ \text{prekrivnog sloja}}} > 3$$

Iz gornjeg uvjeta slijedi da $D_{15\ \text{prekrivnog sloja}} < 0.02$ mm.

### 4.9.5. Izvedba

Rekultivirajući sloj se ne smije ugrađivati sve dok ugradnja geosintetskog drenažnog sloja, odnosno armiranog geopletiva nije završena i odobrena od strane Inženjera/Nadzora.

Rekultivirajući sloj se ugrađuje u slojevima. Slojevi su debljine do najviše trideset (30) cm. Tolerancija za debljinu slojeva iznosi od nula (0) do plus pedeset (+50) mm.

Rekultivirajući sloj treba ugraditi i dovesti u konačan položaj pomoću opreme koja ima niski pritisak (kontaktni pritisak manji od 40 kPa) kako se ne bi oštetili prethodno postavljeni geosintetici.

Izvođač ne smije ugrađivati materijal sve dok ga Inženjer/Nadzor nije pregledao i odobrio. Ukoliko su, po mišljenju Inženjera/Nadzora, predloženi materijali neprikladni za predloženu upotrebu, Izvođač treba dostaviti dodatne potvrde za materijal drugog tipa ili za materijal iz drugih izvora.

### 4.9.6. Kontrola kvalitete

Učestalost tekućih ispitivanja određena je temeljem norme HRN CEN/TR 15019:2005 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Kontrola kvalitete na gradilištu i izvodi se uzorkovanjem dopremljenog materijala na gradilište prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Tekuća ispitivanja rekultivirajućeg sloja obuhvaćaju ispitivanje:

- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između rekultivirajućeg sloja i geokompozitnog drena za vodu, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Granulometrijskog sastava, najmanje jedno ispitivanje na svakih 2000 $m^3$
- Ispitivanje ravnosti površine sloja letvom duljine 4 m, na svakom poprečnom profilu ili prema zahtjevu Inženjera/Nadzora

- Ispitivanje sloja po visini, položaju i nagibu geodetskim snimanjem

Norme prma kojima se provode ispitivanja nabrojane su u sklopu poglavlja 1.7.3.

Izvođač treba o svom trošku ispitati uzorke kod ovlaštenog laboratorija za ispitivanje kontrole kvalitete.

Po završetku tekućih ispitivanja potrebno je izraditi Izvješće o provedenim ispitivanjima i kontrolama predmetnog materijala.

Uvijek kada smatra potrebnim Inženjer/Nadzor ima pravo zatražiti provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenog materijala. Provedba ovih ispitivanja pada na teret Naručitelja. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, troškovi kontrolnih ispitivanja padaju na teret Izvođača.

### 4.9.7. Humusni sloj, zatravnjivanje i zaštita od erozije (geopletivo)

Humusiranje i zatravljivanje je trajna mjera zaštite od erozije i krajobraznog uređenja prekrivenog tijela odlagališta, a provodi se strojnim i/ili ručnim putem.

Izvođač mora izvesti odgovarajuću zaštitu svih pokosa i drugih površina tijela odlagališta izloženih eroziji prema ovim zahtjevima, zahtjevima projekta i/ili prema uputama Inženjera/Nadzora.

Prije izrade zaštite pokosa treba urediti sve površine koje će se zaštititi. Površine pokosa treba grubo isplanirati kako bi se dobila potrebna hrapavost. Ako su te površine glatke treba ih ohrapaviti ili izbrazdati.

Nestabilni pokosi, pokosi na kojima su se pojavila plitka površinska klizanja, pokosi erodirani vodom ili na drugi način oštećeni, moraju se na odgovarajući način sanirati prije polaganja zaštite – humusnog sloja.

Ovi radovi obuhvaćaju nabavu i dovoz humusa na mjesto ugradnje, njegovo nanošenje, planiranje i zbijanje lakim sredstvima za nabijanje – u zbijenom stanju minimalne debljine 20 cm, polaganje geopletiva te naposljetku sijanje trave. U rad se uključuje i održavanje travom zasijanih površina dok travnata vegetacija dovoljno ne ojača.

Humusnim materijalom, geopletivom i travnatom vegetacijom zaštićuju se površine tijela odlagališta koje su izložene eroziji od oborinske vode. Zaštita takvih površina određuje se projektom i/ili po uputama Inženjera/Nadzora.

Humusiranje i zatravnjenje se primjenjuje početkom ili tijekom vegetacijskog razdoblja, sve do vremena za koje se, prema klimatskim obilježjima područja, može realno pretpostaviti da će se travnati pokrov razviti u zadovoljavajućoj mjeri do kraja vegetacijskog razdoblja. Dinamika gradnje građevine, koja se prema projektnom rješenju zaštićuje travnatim pokrovom, treba biti usklađena s ovim uvjetom vegetacijskog razvoja pokrova.

Za podlogu travi treba koristiti aktivni humusni materijal kojemu je sadržaj organske tvari min 3 % težine i pH između 5.8 i 7.6. Takav humus ne smije imati dodatke kao što su pijesak, šljunak, kamen, korijenje, granje i slično, koji ne pogoduju razvoju trave.

Humusni materijal se nanosi na površinu u jednom sloju koji ne smije biti tanji od 20 cm. Nanošenje humusa je odozdo prema gore. Po potrebi može se podloga vlažiti. Naneseni humus treba planirati, a potom se lagano zbija lakim nabijačima, lopatama i sličnim sredstvima.

Na uređenu podlogu od humusa se zatim polaže geopletivo te se naposljetku sije trava. Trava mora biti u skladu s vrstom tla i vlažnošću koja se očekuje.

Sjemena smjesa trava za zatravljivanje svih površina se sastoji od: FESTUCA RUBRA GENUINA, FESTUCA OVINA, FESTUCA OVINA CAPILLATA, AGROSTIS TENUIS, POA PRATENSIS, LOLIUM PERENNE u omjeru 30:30:10:10:10:10. Količina sjemena treba biti cca 50 g/m2.

Za hidro sjetvu se koristi vodena suspenzija koja se sastoji od sljedećeg:

sjemenska smjesa trave,

sredstva za popravljanje svojstava tla (treset, kompost, alginat, hidrosilikat, sintetske pjene),

organska i anorganska gnojiva (NPK = 12:12:17),

mulch (celuloza, slama, sječka i druga biljna vlakna),

sredstva za stabilizaciju (vodena bitumenska emulzija, vodena disperzija, latex disperzija, organsko tutkalo).

Omjeri količina i tehnologija svojstveni su recepturi pojedinih specijaliziranih izvoditelja.

Izvođenje hidrosjetve na površini na koju se postavlja geopletivo vrši se nanošenjem navedene vodene suspenzije na geopletivo. Kako bi se izbjegli prazni prostori između geopletiva i tla koji bi potencijalno ugrozili razvoj sjemena, koristi se suspenzija sa povećanom količinom mulcha. Korištenjem povećane količine mulcha (npr. >3000 kg/ha za drvenu sječku) površina geopletiva na koju se aplicira hidrosjetva u potpunosti se prekriva te se formira vidljivi "vezivni" sloj koji štiti i fiksira sjeme do nicanja trave.

Izvođač mora prije izvedbe hidrosjetve napraviti probno polje površine 10x10 m i nagiba 1V:3H u sklopu kojega mora ispitati pogodnost smjese hidrosjetve za primjenu s odabranom vrstom geopletiva, a sve sukladno gornjim napomenama. Ako bude potrebno, odnosno u slučaju ako hidrosjetva ne uspije, Izvođač mora u dogovoru s Projektantom prilagođavati smjesu hidrosjetve sve dok ona ne bude uspješno izvedena. Tek nakon što se hidrosjetva u sklopu probnog polja uspješno izvede, može se izvesti i na ostalim mjestima predviđenim projektom.

Prije nego što je započeo sa sijanjem trave, Izvođač mora Inženjeru/Nadzoru dati na uvid i odobrenje podatke o odabranoj vrsti trave i njezinoj kvaliteti, te podatke o kvaliteti sjemena trave i gnojiva koje namjerava koristiti.

Po završenom sijanju trave i njenom razvoju, Inženjer/Nadzor treba pregledati i preuzeti zasijane površine. Kvalitetu radova će procijeniti vizualno prema obraslim površinama jednake gustoće, te prema izgledu i boji trave.

Izvođač je dužan održavati površine zasijane travom dok trava nije sposobna za samostalan rast.

Na površinama gdje trava nije potrebne kvalitete ili postupak sijanja nije uspio, Izvođač će o svom trošku izvesti dodatno sijanje, odnosno provesti sve potrebne radnje kako bi zasijana trava bila potrebne kvalitete.

Izvođač je dužan sve površine zasijane travom održavati, redovito kositi (uz obavezan popravak oštećenih klinova, geopletiva i ostalih elemenata izvedenih na prekrivnom sustavu) i provesti sve nužne popravke (humusiranje, polaganje geopletiva i ponovno zasijavanje travnate smjese) na oštećenim površinama uzrokovane svojom aktivnošću i to sve do kraja građenja, tj. do izdavanja potvrde o preuzimanju od strane Naručitelja.

Izvođač je dužan održavati zatravnjene površine do uspostave trajnog travnatog pokrova uključujući i čišćenja obodnih kanala uslijed zapunjavanja sitnijim erodiranim česticama.

Izvođaču se dozvoljava primjena privremenih mjera zaštite od nakupljanja sedimenta u obodnim kanalima (privremene barijere) koje se nakon uspostave trajne travnate površine moraju ukloniti. U slučaju da za vrijeme trajanja radova kao i u periodu otklanjanja nedostataka dođe do nakupljanja sedimenta u obodnim kanalima, Izvođač je dužan iste očistiti i vratiti u projektirano, funkcionalno stanje, kao i ukloniti eventualna oštećenja na završnom sloju prekrivnog sustava.

Izvođač je odgovoran i za popravke vododerina nastalih na dijelovima gdje nije uspostavljena travnata površina u periodu izvođenja radova kao i u periodu otklanjanja nedostataka (humusiranje, polaganje geopletiva i ponovno zasijavanje travnate smjese).

Kako bi se pospiješila uspostava travnate površine te smanjila mogućnost erozije odnosno nakupljanja sedimenta na dnu pokosa i obodnim kanalima, Izvođač mora na gotovu površinu završnog prekrivnog sustava (na humusni sloj) položiti geopletivo prije sijanja travne smjese.

Geopletivo se polaže na pripremljenu humusnu podlogu. Na pokosu se izvode horizontalne brazde na međusobnim udaljenostima ne većim od 4,0 m mjereno po kosini. Brazde su dubine najmanje 15 cm mjereno okomito na kosinu te širine minimalno 12 cm. Položeno geopletivo učvršćuje se u brazdama. Do polovice visine brazdi, nakon polaganja geopletiva se nasipava humus i sije se trava.

Geopletivo mora nalijegati čitavom svojom površinom na podlogu, odnosno humusni sloj.

Geopletivo se učvršćuje tako da na zaštićenom pokosu ne može doći do šteta od erozije ili drugih utjecaja za što je odgovoran Izvođač. Rubovi geopletiva učvršćuju se drvenim klinovima na razmacima ne većim od 5,0 m.

Ukoliko se pokos ili druga površina tijela odlagališta štiti geopletivom s umetnutim sjemenom trave, koristi se struktura s minimalnim sadržajem pora 80% kojoj je odgovarajućim industrijskim postupkom umetnuto sjeme trave, pri čemu vrsta trave u potpunosti mora odgovarati uvjetima na terenu i zahtjevima projekta. Izvođač mora Inženjeru/Nadzoru dati na uvid i odobrenje rezultate prethodnih ispitivanja na temelju kojih se određuje vrsta trave i gnojiva te dokaze o kakvoći sjemena trave koje namjerava upotrijebiti. Polaganje geopletiva sa ugrađenim sjemenom trave može započeti tek nakon što uređenu i obrađenu površinu pregleda i preuzme Inženjer/Nadzor.

Nakon ugradbe geopletiva i sjetve obavlja se njegovanje usjeva zalijevanjem i dosijavanjem sjemena (upotpunjavanjem) na mjestima gdje se trava nije dovoljno primila u razdoblju od sjetve do uspostave dovoljno gustog sklopa travnatog pokrova.

Zahtjevi kvalitete geopletiva koje se koristi za zaštitu i uređenje pokosa i drugih površina tijela odlagališta izloženih eroziji mora zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

- Materijal – Poliamid (PA) ili polipropilen (PP)
- Struktura – trodimenzionalna jezgra otvorene strukture
- Težina – veća od 200 g/m$^2$ određeno prema HRN EN ISO 9864
- Debljina 2 kPa – max. 15 mm određeno prema HRN EN ISO 9863-1
- Otporan na utjecaj atmosferilija i UV stabilan

## 4.10. SUSTAV OTPLINJAVANJA – PLINSKE INSTALACIJE

### 4.10.1. Općenito

Radovi u ovom poglavlja tehničkih uvjeta građenja obuhvaćaju minimalne zahtjeve kakvoće za radove i materijale kod izvedbe plinskih instalacija, za potrebe izgradnje sustava aktivnog otplinjavanja do plinske stanice.

Norme i smjernice

| | |
|---|---|
| HRN EN 377 | Maziva za primjenu u aparatima i pripadajućim napravama za gorivi plin osim za one koji su predviđeni (namijenjeni) za upotrebu u industrijskim procesima |
| HRN EN | Elastomerna gradiva za brtve i membrane u plinskim uređajima i plinskoj opremi |
| HRN EN 1555-1 | Plastični cijevni sustavi za opskrbu plinovitim gorivima – Polietilen (PE) – 1. dio: Općenito |
| HRN EN 1555-2 | Plastični cijevni sustavi za opskrbu plinovitim gorivima – Polietilen (PE) – 2. dio: Cijevi |
| HRN EN 1555-3 | Plastični cijevni sustavi za opskrbu plinovitim gorivima – Polietilen (PE) – 3. dio: Spojnice |
| HRN EN 1555-4 | Plastični cijevni sustavi za opskrbu plinovitim gorivima – Polietilen (PE) – 4. dio: Ventili |
| HRN EN 1555-5 | Plastični cijevni sustavi za opskrbu plinovitim gorivima – Polietilen (PE) – 5. dio: Prikladnost sustava za uporabu |
| HRN CEN/TS 1555-7 | Plastični cijevni sustavi za opskrbu plinovitim gorivima – Polietilen (PE) – 1. dio: Ocjena sukladnosti |
| HRN EN 1983 | Industrijski ventili - čelični kuglasti ventili |
| HRN EN 10204 | Metalni proizvodi - vrsta dokumenata o ispitivanju |
| DVGW G-465/1 | Nadzor nad mrežom plinovoda pogonskog pretlaka do 4 bara |
| DVGW G-465/3 | Kriteriji za određivanje mjesta propuštanja na podzemnim plinovodima za javnu opskrbu |
| DVGW G-469 | Postupci tlačnih proba cjevovoda i postrojenja za plinoopskrbu |
| DVGW G-472 | Plinovodi od polietilena visoke gustoće za pogonski tlak do 4 bara i od polivinilklorida za pogonski tlak do 1 bar |
| DVGW GW 330 | Zavarivanje cijevi i dijelovi cjevovoda od PE-HD za plinovode i vodovode; Program obuke i polaganja ispita |
| DVS 2207 | Zavarivanje termoplastike |

Obveze Proizvođača

Kontrolu sirovine provodi Proizvođač gotovog proizvoda te uz isporučene proizvode predaje deklaraciju o ulaznoj kontroli sirovine (vrsta sirovina), kao i deklaraciju o gotovom proizvodu (vrsta cijevi, ventila, oblikovnih komada, spojnih i brtvenih elemenata, njihove osnovne dimenzije i oznake i slično). Proizvođač također predaje garanciju trajnosti proizvoda od najmanje 2 godine za ventile, do 10 godina za cijevi. Kontrola kvalitete proizvodnje uključuje i upute za skladištenje, rukovanje, postavljanje, spajanje i popravljanje cijevi, ventila, oblikovnih komada te spojnih i brtvenih elemenata.

Isporuka

Cijevi trebaju biti isporučene u palicama dužine do 12 m. Krajevi cijevi moraju biti zaštićeni kapama koje se pri ugradnji uklanjaju. Cijevi cijelom svojom dužinom moraju nalijegati na pod prijevoznog sredstva, odnosno moraju tvornički biti položene i zapakirane na palete. Prilikom utovara, transporta i istovara ih se ne smije povlačiti, vući i bacati. Oblikovni komadi, ventili te spojni i brtveni elemenati, moraju se isporučiti u tvornički zapakiranoj ambalaži s jasno vidljivom deklaracijom proizvoda.

Skladištenje

Skladištenje materijala se obavlja u skladu s preporukama Proizvođača. Potrebno je zaštititi sav materijal od pretjeranog zagrijavanja i štetnih kemikalija. Nije dozvoljeno odlaganje cijevi direktno na neravnu podlogu te direktna izloženost UV zrakama. Oblikovni komadi, ventili te spojni i brtveni elemenati se moraju skladištiti u tvornički zapakiranoj ambalaži s jasno vidljivom deklaracijom proizvoda sve do trenutka ugradnje.

Rukovanje

Sa cijevima se mora rukovati pažljivo i manipulirati njima pomoću kamiona s uređajem za istovar, viličarom ili sličnim uređajem. Nije dozvoljeno vući cijevi, povlačenje ili bacanje na zemlju.

### 4.10.2. Materijal za cijevi

Sve cijevi moraju biti izrađene od crnog polietilena visoke gustoće PE 100 SDR17, promjera sukladno tehničkom opisu i nacrtima. Cijevi opisane u ovom poglavlju koriste se i prilikom izrade ispusta kondenzata.

Karakteristike sirovine (u formi granula) potrebne za izradu cijevi su slijedeće:

- ISO 1183 – Standardna gustoća pri temperaturi 23°C mora biti ≥ 930 kg/m$^3$.
- EN ISO 1133 – Standardna granica tečenja (MFR) pri opterećenju od 5 Kg i temperaturi 190°C u vremenu od 10 min mora biti 0,5 ≤ MFR ≤1,3 g/10m ±20% od nominalne vrijednosti koju određuje proizvođač sirovine.

- EN 728 - Indukcijsko vrijeme oksidacije pri temperaturi od 200°C izmjereno na minimalno tri uzorka mora biti > 20 min.
- EN 12099 – Sadržaj isparavanja izmjereno na minimalno jednom uzorku mora biti ≤ 350 mg/kg.
- EN 12118 – Sadržaj vode izmjereno na minimalno jednom uzorku mora biti ≤ 300 mg/kg.
- ISO 6964 – Sadržaj ugljika mora biti između 2 i 2,5 %.

Karakteristike cijevi izrađene od navedenih granula su slijedeće:

- Izgled: Prema HRN EN 1555-2:2002 cijevi moraju biti glatkih površina, bez neravnina, homogenog presjeka, uz maksimalnu dozvoljenu ovalnost od 1,5%.
- Debljina stijenke: Prema HRN EN 1555-2:2002 minimalna debljina stijenki za projektirane cijevi nazivnog promjera od 110 mm, 125 mm, 250 mm i 315 mm.

Ostale fizikalne i mehaničke karakteristike cijevi:

| **Karakteristika** | **Zahtjev** | **Parametri testiranja** | | **Norma** |
|---|---|---|---|---|
| | | **Parametar** | **Vrijednost** | |
| Indukcijsko vrijeme oksidacije | > 20 min | Temperatura<br>Broj uzoraka | 200°C<br>3 | EN 728 |
| MFR | Max ±20% otklona od sirovine | Opterećenje<br>Temperatura<br>Vrijeme<br>Broj uzoraka | 5 kg<br>190°C<br>10 min<br>Prema EN ISO 1133 | EN ISO 1133 |
| Uzdužni povrat | ≤ 3% uz zadržavanje originalnog izgleda cijevi | Temperatura<br>Duljina testnog uzorka<br>Vrijeme uranjanja<br>Metoda testa<br>Broj uzoraka | 110°C<br>200 mm<br>1 h<br>Slobodno<br>Prema EN 743 | EN 743 |

| Karakteristika | Zahtjev | Parametri testiranja | | Norma |
|---|---|---|---|---|
| | | Parametar | Vrijednost | |
| Hidrostatska čvrstoća<br>(20°C, 100h) | Bez promjene uzoraka tijekom testa | Kraj cijevi<br>Orijentacija<br>Vrijeme testa<br>Broj uzoraka<br>Tip testa<br>Obodni (hoop) pritisak za:<br>PE 100<br>Vrijeme<br>Temperatura | Tip a)<br>Slobodno<br>Prema EN 921<br>3<br>Voda – voda<br><br>10 Mpa<br>100 h<br>20°C | EN 921 |
| Hidrostatska čvrstoća<br>(80°C, 165h) | Bez promjene uzoraka tijekom testa | Kraj cijevi<br>Orijentacija<br>Vrijeme testa<br>Broj uzoraka<br>Tip testa<br>Obodni (hoop) pritisak za:<br>PE 100<br>Vrijeme<br>Temperatura | Tip a)<br>Slobodno<br>Prema EN 921<br>3<br>Voda – voda<br><br>4,5 Mpa<br>165 h<br>80°C | EN 921 |
| Hidrostatska čvrstoća<br>(80°C, 1000h) | Bez promjene uzoraka tijekom testa | Kraj cijevi<br>Orijentacija<br>Vrijeme testa<br>Broj uzoraka<br>Tip testa<br>Obodni (hoop) pritisak za:<br>PE 100<br>Vrijeme<br>Temperatura | Tip a)<br>Slobodno<br>Prema EN 921<br>3<br>Voda – voda<br><br>4,0 Mpa<br>1000 h<br>80°C | EN 921 |

| Karakteristika | Zahtjev | Parametri testiranja | | Norma |
|---|---|---|---|---|
| | | Parametar | Vrijednost | |
| Izduženje do pucanja | ≥ 350% | Brzina:<br>e < 13 mm<br>e ≥ 13 mm<br>Veličina uzorka<br>Broj uzoraka | <br>100 mm/min<br>25 mm/min<br>Prema ISO 6259-3<br>Prema HRN CEN/TS 1555-7:2003 | EN ISO 6259-1 i ISO 6259-3 |
| Otpornost prema sporom rastu pukotine za e ≤ 5 mm<br>(Cone test) | v ≤ 10 mm/dan | Broj uzoraka | Prema ISO 13480 | ISO 13480 |
| Otpornost prema sporom rastu pukotine za e > 5 mm<br>(Notch test) | Bez promjene uzoraka tijekom testa | Temperatura<br>Pritisak<br>PE100, SDR17<br>Vrijeme<br>Tip testa<br>Broj uzoraka | 80°C<br><br>8 bar<br>165 h<br>Voda – voda<br>Prema EN ISO 13479 | EN ISO 13479 |

Sve ostale karakteristike, koje nisu posebno navedene, moraju biti sukladne HRN 1555-2.

Cijevi moraju prilikom proizvodnje biti označene na način da se oznaka neizbrisivom tintom utisne na samu cijev. Oznaka ne smije ni na koji način ošteti samu cijev. Oznaka mora biti vidljiva i u svemu sukladna HRN 1555-2. Minimalni zahtjevi za izgled oznake su slijedeći:

| Značenje | Oznaka ili simbol |
|---|---|
| Norma | EN 1555 |
| Proizvođačevo ime ili naziv | Ime ili simbol |
| Za cijevi $d_n$ > 32 mm:<br>nazivni vanjski promjer<br>SDR | <br>Npr. 250<br>17 |
| Materijal i oznaka | PE 100 |
| Informacije proizvođača | Npr. CE oznaka, datum i vrijeme proizvodnje ili oznaka serije. |
| Namjena cijevi | Npr. Plin |

Oznaka mora biti otisnuta na svakih 1,5 m cijevi. Sve navedene uvjete i karakteristike moraju ispunjavati i oblikovni komadi izrađeni od PE 100, opisani u tehničkom opisu i prikazani na nacrtima.

### 4.10.3. Materijal za ventile

Svi ventili (regulacioni i mjerni), moraju biti izvedeni kao kuglaste slavine punovarene konstrukcije, sukladno HRN EN 1983 s PE nastavcima. PE nastavci s obje strane ventila moraju biti izvedeni kao priključne cijevi od PE 100 prema HRN EN 1555-2.

Ugradbeno vreteno mora biti izvedeno od čelika, s dva prstenasta brtvila, izrađena sukladno HRN EN 549.

Vanjska izolacija dvokomponentna smola mora biti ispitana na električnu probojnost pri 15 kV.

Svi materijali i maziva ugrađeni u pojedinačnim dijelovima slavina, moraju odgovarati zahtjevima norme HRN EN 377.

Sav ostali, nespecificirani materijal, kao npr. spojni i brtveni materijal (vijci, gumene brtve, itd,), može se nabaviti, dopremiti na gradilište i ugrađivati isključivo ukoliko je izrađen prema hrvatskim normama i standardima ili smjernicama DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) i DVS (Deutscher Verband fur Schweissen) ili jednakovrijednim smjernicama neke od država EU, uz prethodnu suglasnost Nadzornog inženjera.

### 4.10.4. Izvedba

Izvođač može započeti s radovima tek po prihvaćanje svih materijala od strane Nadzornog inženjera.

Spajanje cijevi, ventila i oblikovnih komada, međusobno, dozvoljeno je sučeonim zavarivanjem i elektrofuzijskim spojnicama. Spajanje vertikalnih cijevi unutar bunara, dozvoljeno je isključivo elektrofuzijskim spojnicama. Spajanje ispusta kondenzata na plinovode, dozvoljeno je isključivo elektrofuzijskim spojnicama. Zbog opasnosti od nastanka požara i ekspolozije, sučeono zavarivanje nije dozvoljeno niti u zoni 0, zoni 1 i zoni 2, kako je opisano u mjerama zaštite pri izvedbi sustava otplinjavanja.

Svi aparati za zavarivanje trebaju biti sukladni smjernici DVS 2208-1 Strojevi i oprema za zavarivanje termoplastike, te odobreni od strane Nadzornog inženjera.

Zavarivanje treba biti obavljeno sukladno smjernici DVS 2207 Zavarivanje termoplastike, kojom su opisane pripremne radnje, postupak zavarivanja, završne radnje te ograničenja i optimalni uvjeti zavarivanja.

Svi djelatnici koji rade na zavarivanju moraju biti obučeni za tu djelatnost i moraju imati odgovarajuće valjane certifikate izdane od ovlaštene institucije u Republici Hrvatskoj.

Tijekom zavarivanja, potrebno je voditi pisani protokol o vremenskim uvjetima, mjestu i broju zavara, podacima o stroju za zavarivanje, trajanju zavarivanja te svim ostalim relevantnim podacima propisanim smjernicom DVS 2207 Zavarivanje termoplastike.

Polaganje zavarenih cijevi obavlja se pažljivo u segmentima. Maksimalnu dužinu spojenih cijevi s kojima se rukuje kao jednim segmentom, odredit će Nadzorni inženjer, prema preporukama Proizvođača cijevi i topografiji terena.

Cijevi se polažu unutar rova, na uređenu pješčanu posteljicu debljine 10 cm ili direktno na geosintetske materijale u prekrivnom brtvenom sloju.

Nagibi cijevi trebaju biti potvrđeni visinskim provjerama što zahtjeva konstantnu prisutnost osoblja i opreme kojom se obavlja kontrola nagiba.

Prije polaganja cijevi u rovove, potrebno je obavijestiti Nadzornog inženjera i osigurati mu dovoljno vremena za pregled.

Pri polaganju, potrebno je ispraviti sve nepravilnosti koje su ustanovljene za vrijeme pregleda.

Polaganje i spajanje potrebno je izvesti na način da ne dođe do pretjeranog opterećivanja spojeva.

Potrebno je predvidjeti dovoljno vremena da se cijevi prilagode temperaturi rova prije početka ispitivanja, spajanja segmenata ili zatrpavanja. Minimalno predviđeno vrijeme je 1 sat. Rovove je potrebno izvesti tako da je omogućeno najmanje 30 cm/30 m za toplinsko skupljanje i širenje. Prije početka ispitivanja, mora se svaka cijev u rovu prekriti - opteretiti zasipnim materijalom cca 30 cm iznad tjemena cijevi, odnosno cijevi slobodno položene u zaštitnoj cijevi, moraju se osigurati odgovarajućim razuporima na najmanje dva mjesta po dužini cijevi. Kod toga svi spojevi moraju ostati vidljivi. Isto tako cjevovod se mora poduprijeti na krajevima, odnosno počecima ispitnih dionica.

Po uspješno završenom ispitivanju, položene cijevi je potrebno elektrofuzijskim spojnicama spojiti na ispuste kondenzata i sonde te ih pažljivo zatrpati sukladno tehničkom opisu i nacrtima. Nadsloj iznad tjemena cijevi mora biti minimalno 50 cm.

Na kraju svakog radnog dana otvorene krajeve cjevovoda treba pokriti da bi se spriječio ulaz životinja ili nečistoća.

#### 4.10.5. Kontrola kvalitete

Kvaliteta izvedbe se dokazuje provedbom tlačne probe svih cjevovoda. Tlačna proba je vremenski ograničen postupak kojim se ispituju položeni i montirani cjevovodi radi provjere ispravnosti montaže i utvrđivanja eventualno nastalih oštećenja pri rukovanju u transportu i ugradnji.

Potrebno je testirati sve dijelove plinskih cjevovoda koristeći test zračnog pritiska.

Cjevovodi se ispituju po segmentima i to neposredno po ugradnji i hlađenju zavara (minimalno jedan sat od završetka izrade zadnjeg zavara). Segmenti koji se ispituju ne smiju biti duljine veće od 300 m. Dio cjevovoda koji se testira treba biti opremljen s priključcima za provođenje testiranja koji su prikladne veličine i odobreni od strane Nadzornog inženjera. Spojni dijelovi trebaju osigurati hermetičko brtvljenje i imati odgovarajuća spojna mjesta za priključenje mjerne i ostale opreme. Tesitiranje se treba provesti s onih mjesta gdje je osigurana najveća manipulativna sposobnost s jedne strane i maksimalna sigurnost u pogledu zaštite radnika koji izvode tlačnu probu, s druge strane. Za vrijeme trajanja tlačne probe, moraju se prekinuti svi radovi i mora se osigurati nazočnost Nadzornog inženjera.

Za mjerenje probnog tlaka, Izvođač je dužan osigurati baždarene manometre s podjelom skale koja omogućuje očitavanje promjene tlaka od 0,01 bar.

Dio cjevovoda koji se testira, treba biti pod pritiskom od 0,85 bara koji se mora konstantno održavati jedan sat bez gubitka pritiska. Dozvoljena je maksimalna promjena tlaka zbog korelacije s temperaturnom promjenom okolice od ±2%.

Sapunasta otopina treba se koristiti kod svih vrsta spojeva gdje se sumnja na propuštanje cjevovoda. Na spojevima će se promatrati pojava mjehurića. Svako primijećeno propuštanje cjevovoda treba se popraviti, izvršiti inspekcija i ponovno testirati. O svim ispitivanjima potrebno je dostaviti pisano izvješće Nadzornom inženjeru.

### 4.10.6. Tlačna proba

Tlačna proba je vremenski ograničen postupak kojim se ispituju položeni i montirani cjevovodi te ispusti kondenzata radi provjere ispravnosti montaže i utvrđivanja eventualno nastalih oštećenja pri rukovanju u transportu i ugradnji.

Potrebno je testirati sve dijelove plinskih instalacija koristeći test zračnog pritiska.

Ispusti kondenzata se testiraju prije ugradnje. Pri testiranju treba biti opremljen s priključcima za provođenje testiranja koji su prikladne veličine i odobreni od strane Nadzornog inženjera. Spojni dijelovi trebaju osigurati hermetičko brtvljenje i imati odgovarajuća spojna mjesta za priključenje mjerne i ostale opreme.

Cjevovodi se ispituju po segmentima i to neposredno po ugradnji i hlađenju zavara (minimalno jedan sat od završetka izrade zadnjeg zavara). Segmenti koji se ispituju ne smiju biti duljine veće od 500 m. Dio cjevovoda koji se testira treba biti opremljen s priključcima za provođenje testiranja koji su prikladne veličine i odobreni od strane Nadzornog inženjera. Spojni dijelovi trebaju osigurati hermetičko brtvljenje i imati odgovarajuća spojna mjesta za priključenje mjerne i ostale opreme. Tesitiranje se treba provesti s onih mjesta gdje je osigurana najveća manipulativna sposobnost s jedne strane i maksimalna sigurnost u pogledu zaštite radnika koji izvode tlačni pokus s druge strane. Za vrijeme tlačne trajanja probe moraju se prekinuti svi radovi.

Za mjerenje probnog tlaka Izvođač je dužan osigurati baždarene manometre s podjelom skale koja omogućuje očitavanje promjene tlaka od 0,01 bar.

Prije početka tlačne probe potrebno je obavijestiti Nadzornog inženjera i osigurati mu dovoljno vremena za prisustvo svim ispitivanjima.

Dio cjevovoda koji se testira, kao i ispusti kondenzata, trebaju biti pod tlakom od 0,85 bara. Pri ispitivanju se koriste zračni kompresori s prikladnim priključkom te se tlak od 0,85 bara mora konstantno održavati jedan sat bez gubitka pritiska. Dozvoljena je maksimalna promjena tlaka zbog korelacije s temperaturnom promjenom okolice od ±2%, odnosno maksimalno 17 mbara.

Sapunasta otopina treba se koristiti kod svih vrsta spojeva gdje se sumnja na propuštanje cjevovoda. Na spojevima će se promatrati pojava mjehurića. Svako primijećeno propuštanje cjevovoda treba se popraviti, izvršiti inspekcija i testirati.

O svim ispitivanjima potrebno je dostaviti pisano izvješće Nadzornom inženjeru.

Prihvaćanje gotovog proizvoda, spojnih dijelova, segmenata, ventila, fazonskih komada ili drugih posebno proizvedenih dijelova biti će bazirano na osnovu vizualne inspekcije na mjestu ugradnje te pregledom dokumentacije, a što će izvršiti Nadzorni inženjer minimalno 5 dana prije same ugradnje.

Ukoliko su podaci testiranja od proizvođača neadekvatni ili nedostupni, Nadzorni inženjer zadržava pravo da ih odbije ili može zahtijevati dodatna testiranja da bi se potvrdila kvaliteta materijala. Troškovi ovih testiranja idu na trošak Izvođača te ona ne smiju ni u kojem slučaju biti uzrok kašnjenju radova pošto se smatraju isključivo pogreškom Izvođača.

Cijevi mogu biti odbijene zbog slijedećih pogrešaka:

- Loma ili pukotine koje prolazi kroz cijev, osim ukoliko se radi o jednoj pukotini koja ne prelazi pedeset (30) mm dužine i nalazi se na bilo kojoj strani cijevi, pa može biti odsječena i odbačena.
- Cijevi unutar jedne pošiljke biti će odbijene okoliko pogreške postoje na više od 5% uzoraka iz pošiljke.
- Pukotine dovoljne da ugroze čvrstoću, trajnost ili uporabljivost cijevi.
- Pogreške koje pokazuju nepravilne dimenzije, miješanje materijala i loše oblikovanje.
- Oštećenje krajeva, gdje ta oštećenja mogu onemogućiti pravilnu izradu spojeva cijevi.

Prihvaćanje spojnih dijelova, segmenata ili drugih posebno proizvedenih dijelova cijevi biti će bazirano na osnovu vizualne inspekcije na mjestu ugradnje i na osnovi dokumentaciji, a izvršiti će ga Nadzorni inženjer.

### 4.10.7. Obračun radova i plaćanje

Obračun i plaćanje se obavlja prema prethodno navedenim opisima i nacrtima, što općenito uključuje slijedeći način obračuna:

- prema metru dužnom pravilno izvedenog bunara (uključeno bušenje, cijev i zasip te izgradnja pristupnih puteva, rampi i platoa),
- prema metru dužnom pravilno ugrađenih i ispitanih cijevi i oblikovnih komada,
- prema komadu pravilno ugrađenih plinskih sondi,
- prema komadu pravilno ugrađenih ispusta kondenzata,
- prema komadu pravilno ugrađenih linijskih ventila.

## 4.11. ISPUNA ZA PLINSKE ZDENCE 32-64 MM

Drenažni sloj se izrađuje se od šljunkovitih ili kamenih materijala a ugrađuje se u:

- Plinski zdenci postojećeg otpada
- Plinski zdenci novog otpada

Drenažni sloj šljunka debljine mora zadovoljiti zahtjev:

- zaobljeni šljunak ili višestruko zdrobljeni šljunak,
- k-vrijednost > $1x10^{-3}$ m/s
- šljunak treba biti ispran; max. 5 % pročišćene granulacije iz mokre analize
- max. 20 % šljunka smije imati geometrijski odnos duljina : debljina>3:1
- visoka otpornost na fizikalne, kemijske i biološke uvjete

Za postavljanje drenažnog sloja, geolog treba dokazati da materijal zadovoljava gore definirane specifikacije i da je očekivana varijacija kvalitete unutar granica navedenih u specifikaciji.

Norma koja propisuje granulometrijski sastav šljunkovitih i kamenih materijala je: HRN U.B1.018-1980. Uzimanje uzoraka: na količinu do 500 $m^3$ dovoljan je jedan uzorak, a na svakih slijedećih 500 $m^3$ uzima se još po jedan uzorak.

## 4.12. CIJEVI ZA OBORINSKE VODE

### 4.12.1. Općenito

Opseg radova
Izvođač radova mora osigurati svu potrebnu radnu snagu, materijal, opremu, alate, pribor za završavanje poslova oko nabavke, postavljanja i ugradnje cjevovodnog sustava za sakupljanje i odvodnju procjednih i oborinskih voda kako je to prikazano i određeno tehničkim uvjetima te prikazano u nacrtima.

Prilozi
Izvođač mora priložiti proizvođačev katalog s priloženim certifikatima, tehničke uvjete građenja, upute za ugradnju i drugu srodnu literaturu. Prilozi uključuju karakteristike o materijalima, oblogama, slojevima, dimenzije, tolerancije i sve druge potrebne podatke.

### 4.12.2. Materijal

Drenažne cijevi, pune cijevi sustava prikupljanja i odvodnje oborinskih voda te svi prateći dodatni elementi (spojevi, prijelazni dijelovi, oblikovni komadi, itd.) izrađuju se od polietilena visoke gustoće (HDPE).

Drenažne perforirane cijevi za oborinske vode koje se procjeđuju kroz rekultivacijski sloj izrađuju se od polietilena visoke gustoće (HDPE) prema HRN 12201-2, ISO 4427 i DIN 8074 u posebnoj kategoriji cijevi otpornih na statičko, termičko i kemijsko opterećenje. Cijevi su vanjskog promjera 200 mm, SDR11, glatke, perforirane po čitavom opsegu. Promjer perforacija (rupa) drenažne cijevi iznosi 10 mm. Broj rupa po opsegu je 8, a udaljenost rupa po dužini cijevi je 30 mm.

Pune cijevi za odvodnju oborinskih voda iz drenažne perforirane cijevi do obodnog kanala izrađuju se od polietilena visoke gustoće (HDPE) prema HRN 12201-2, ISO 4427 i DIN 8074 u posebnoj kategoriji cijevi otpornih na statičko, termičko i kemijsko opterećenje. Cijevi su vanjskog promjera 400 mm, SDR11, glatke.

### 4.12.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje

Sa svim cijevima, oknima i priborom za montažu mora se pažljivo rukovati prilikom utovara i istovara. Dizanje i spuštanje mora se izvoditi kontrolirano, bez bacanja i udaraca.

Cijevi i materijal treba skladištiti tako da one dolaze što manje u koliziju s drugim radovima na odlagalištu, putevima za vozila i sl. Po uputama Nadzornog inženjera treba premjestiti onaj materijal i opremu koji na bilo koji način ometaju aktivnosti na gradilištu.

Cijevi i dijelovi za montažu moraju se zaštititi od ultraviolentnog zračenja sunca, za bilo koji vremenski period skladištenja. Zaštita se provodi na način da se cijevi pokriju platnom ili drugim sličnim materijalima koje preporučuje proizvođač. Plastični pokrivači na mjestima

gdje se uskladištuju cijevi ne smiju se koristiti zbog mogućnosti povećanja temperature. Sve cijevi koje su se iskrivile ili na bilo koji drugi način deformirale zbog visokih temperatura moraju biti vraćene - odbijene, bez obzira, na stanje cijevi nakon vraćanja temperature na normalu. Odbijene cijevi moraju se ukloniti i zamijeniti novim cijevima o trošku Izvođača.

Moraju se slijediti preporuke proizvođača za postupak slaganja cijevi u hrpe – piramide. Kada se cijevi slažu u hrpu zbog skladištenja, najteže cijevi se moraju postaviti na dno.

Cijevi i okna moraju biti zaštićeni od oštećenja oštrim predmetima kroz sve faze obavljanja radova. Cijevi i okna moraju biti na najbolji mogući način, zaštićeni od prodora nečistoće u njihovu unutrašnjosti. Cijevi i okna moraju biti očišćeni prije ugradnje.

Gdje je potrebno, zbog težine materijala te sigurnosti i zaštite radnika, materijala, opreme, posjeda i samog posla, treba koristiti dizalice, užad i drugu prikladnu opremu za spuštanje cijevi u jarke. Posebno se treba voditi briga o tome da se izbjegne oštećivanje cijevi i okana.

Ako se otkrije bilo koja deformirana cijev i okno nakon njihovog polaganja ili postavljanja, potrebno ih je ukloniti i zamijeniti sa ispravnim materijalom o trošku Izvođača.

### 4.12.4. Izvedba

Općenito
Sav materijal mora biti pažljivo pregledan prije ugradnje. Sav materijal koji ne zadovoljava zahtjevima ovih tehničkih uvjeta ili Nadzorni inženjer na neki drugi način ustanovi da je materijal oštećen ili nezadovoljavajući, mora biti odbijen, odmah označen, a Izvođač ga mora ukloniti s odlagališta isti dan kada je to ustanovljeno.

Izvođač mora pribaviti prikladan zamjenski materijal, u skladu s ovim tehničkim uvjetima, bez dodatnih troškova za Investitora i bez promjena u vremenskom planu izgradnje.

Priprema
Unutrašnjosti cijevi, okana i slivnika te površine spojeva moraju biti temeljito očišćeni prije ugradnje u skladu s ovim tehničkim uvjetima.

Ugradnja cijevi i okana
Cijevi i spojevi moraju biti ugrađeni bez devijacija na mjestima spajanja i na način da dna cijevi budu glatka (bez lomova i skokova) uz pravilno nalijeganje na ugrađenu posteljicu (60°).

Nije dopušteno spajati cijevi i spojnice koje ne odgovaraju međusobno i na taj način ne tvore čvrst i nepropustan spoj.

Cijevi moraju biti ugrađene na mjesta i prema određenim smjerovima i nagibima kako je to prikazano na nacrtima i opisano u ovim tehničkim uvjetima, uz korištenje dokazanih metoda kontrole. Nadzorni inženjer ima ovlasti narediti uklanjanje i ponovno polaganje svih cijevi koje nisu položene u skladu s tehničkim uvjetima.

Spajanje drenažnih HDPE cijevi se obavlja sučelnim zavarivanjem. Spajanje punih HDPE cijevi promjera se obavlja elektro fuzijskim spojnicama.

Ista se pravila provode i prilikom spajanja okana i cijevi uz prethodno pravilno polaganje okana na pripremljenu betonsku podlogu sukladno nacrtima.

Zasip oko ugrađenih okana se ugrađuje ručno uz pažljivo ručno zbijanje u horizontalnim slojevima debljine do 30 cm. Materijal koji se koristi kao zasip mora biti pijesak granulacije od 0 do 16 mm, sukladno nacrtima i ATV_A 127. Nije dozvoljeno zasipavanje materijalom iz iskopa.

Poklopci i rešetke moraju biti ugrađeni na betonsku podlogu vijenca sukladno nacrtima. Poklopci i rešetke se ugrađuju u armirano – betonsku ploču izvedenu od betona C30/37 i armiranu čelikom B500B.

Ugradnja cijevi u kanalizacijske rovove

Sve cijevi u zemlji polažu se na sloj dobro nabijenog pijeska od najmanje 15 cm. Humus, otpaci građevinskog materijala, zgura i kamenje ne smije se upotrijebiti za zatrpavanje rovova. Postavljanje cijevi u rovovima može otpočeti tek nakon što je nadzorni inženjer ustanovio da je rov pravilno i po projektu iskopan. Rov se ne smije zatrpavati prije nego što je nadzorni inženjer pregledao postavljene cijevi odnosno prije nego što je instalacija ispitana na nepropusnost. Za sve spojeve treba dno kanala produbiti za 20 cm na duljini od 50 cm i sa svake strane proširiti za 10 cm da bude slobodan prostor za nabijanje brtve. Rov u kojem je položen cjevovod zatrpava se u dvije faze, prekrivanje cjevovoda prije ispitivanja i potpunim zatrpavanjem jarka nakon uspješnog ispitivanja. Položene cijevi prekrivaju se tako da spojevi ostanu slobodni. Prekrivaju se prvo slojem pijeska, a zatim uglavnom materijalom iz iskopa ali bez kamena. Ako materijal od iskopa ne odgovara bilo zbog krupnoće ili agresivnosti treba ga zamijeniti ispravnim materijalom, koji se vrlo pažljivo nabija tako da prilježe sa svih strana uz bokove rova. Suvišni materijal se slaže u pravilan nasip kao nadvišenje nasutog dijela. Tek nakon potpunog slijeganja nasipa može se izvršiti planiranje i odvoz.

### 4.12.5. Kontrola kvalitete

Kontrolu sirovine za navedene cijevi i okna provodi isporučitelj gotovog proizvoda, te uz isporučene proizvode predaje deklaraciju o ulaznoj kontroli sirovine (vrsta sirovine, E-modul (1 min.), E-modul (24 sata), E-modul (200 sati), homogenost, termička stabilnost, indeks taljenja), te deklaraciju o gotovom proizvodu (vrsta cijevi, oznaka, osnovne dimenzije). Isporučitelj također predaje garanciju trajnosti proizvoda od najmanje 10 godina.

Na zavarivanju mogu raditi samo radnici koje je Izvođač odredio za taj posao i koji posjeduju valjane ateste. Radnik dobiva atest nakon što je utvrđeno da su uzorci koje je zavario u laboratoriju i sam zavar zadovoljavajuće kakvoće. U laboratoriju se kontrolira vlačna čvrstoća zavarenih uzoraka i određuje faktor zavara za svakog djelatnika.

Provjera nagiba se obavlja u intervalima od 10 m geodetskom izmjerom s točnošću očitanja od ±1 cm.

Po završetku radova Izvođač je dužan izvršiti o svom trošku, a u prisutnosti Nadzornog inženjera i ovlaštenog laboratorija ispitivanje vodonepropusnosti svih punih cjevovoda i okana za procjedne i oborinske vode sukladno normi HRN 1610.

Ispitivanje se mora provesti vodom. Svi spojevi moraju biti vidljivi, a cijevi i okna se moraju pravilno opteretiti pijeskom cca 50 cm iznad tjemena cijevi. Ispitni tlak u cijevima mora biti 0,5 bara pri trajanju minimalno 30 minuta. Ispitivanje je uspješno provedeno ukoliko gubitak vode nije veći od 0,20 $l/m^2$ površine cijevi kroz 30 minuta. Ukoliko ispitivanje ne zadovoljava, potrebno je sanirati nedostatke i ispitivanje provoditi dok rezultati ne budu zadovoljavajući.

### 4.12.6. Obračun radova i plaćanje

Rad na polaganju cijevi se mjeri i obračunava po metru dužnom pravilno položene i ispitane cijevi.

Radovi na ugradnji okana se mjere i obračunavaju po komadima pravilno ugrađenog i ispitanog okna uključivo sve građevinske i betonske radove, spojeve okna na cijevi uključujući i ugradnju poklopca.

## 4.13. ZAŠTITNI GEOTEKSTIL 1200 g/m$^2$

### 4.13.1. Opseg radova

Geotekstil je propusni materijal proizveden od sintetičkih vlakana kao što su polipropilen, poliester, poliamid, polietilen i drugi, odnosno od prirodnih vlakana (juta, kokos) ili drvene sječke. Ovisno o tehnologiji izvedbe, geotekstil može biti pleteni, tkani ili netkani, kao i kombinacija navedenih geotekstila.

Zaštitni geotekstil se postavlja u:

- U sustavu odvodnje oborinske vode, (kod gabiona u dnu pokosa odlagališta), čije se postavljanje mora provesti usklađeno s izvedbom glatke HDPE geomembrane

U temeljnom brtvenom sustavu, primarna funkcija geotekstila jest zaštita geomembrane od oštećenja koja mogu izazvati krupnije frakcije iz drenažnog sloja koji se nalazi neposredno iznad nje. Geotekstil se dakle ugrađuje ispod sloja drenažnog materijala, a iznad obostrano hrapave geomembrane.

Radovi u ovom poglavlju tehničkih uvjeta građenja uključuju osiguranje cjelokupne radne snage, materijala i opreme te provedbu svog potrebnog rada na proizvodnji, skladištenju, dopremi, postavljanju i ispitivanju zaštitnog geotekstila mase 1200 g/m2, kao zaštitnog sloja hrapave HDPE geomembrane u temeljnom brtvenom sustavu, te glatke geomembrane u sustavu odvodnje oborinske vode.

### 4.13.2. Norme

| | |
|---|---|
| HRN EN ISO 9862 | Geosintetici - Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka |
| HRN EN ISO/IEC 17025 | Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija |
| HRN EN ISO 9863-1 | Geosintetici - Određivanje debljine pri određenim tlakovima - 1. dio: Jednoslojni |
| HRN EN ISO 9864 | Geosintetici - Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom |
| HRN EN ISO 25619-1 | Geosintetici - Određivanje ponašanja pri opterećenju tlakom - 1. dio: Svojstva puzanja pri opterećenju tlakom |
| HRN EN ISO 10319 | Geosintetici - Vlačno ispitivanje na širokim trakama |
| HRN EN ISO 12957-1 | Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom |
| HRN EN ISO 10320 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Identifikacija na gradilištu |
| HRN EN ISO 10321 | Geosintetici - Vlačno ispitivanje spojeva/šavova na širokim trakama |
| HRN EN ISO 10722 | Geosintetici - Indeksni ispitni postupak za ocjenu mehaničkog oštećenja uz ponavljano opterećenje - Oštećenje uzrokovano zrnatim materijalom |
| HRN EN ISO 11058 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu, bez opterećenja |
| HRN EN 12224 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje otpornosti na starenje |
| HRN EN 12225 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Metoda za određivanje mikrobiološke otpornosti postupkom zakapanja u tlo |
| HRN EN 12226 | Geosintetici - Opći postupci za vrednovanje nakon ispitivanja |

| | |
|---|---|
| | postojanosti |
| HRN EN ISO 12236 | Geosintetici - Ispitivanje statičkim probijanjem (CBR ispitivanje) |
| HRN EN ISO 13433 | Geosintetici - Ispitivanje dinamičkim probijanjem (ispitivanje padajućim stošcem) |
| HRN EN ISO 12956 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje karakteristične veličine otvora |
| HRN EN ISO 12958 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje kapaciteta otjecanja vode u ravnini |
| HRN EN 13249 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji cesta i ostalih prometnih površina (izuzimaju se željeznice i asfaltni sojevi) |
| HRN EN 13257 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Zahtijevana svojstva za uporabu u odlagalištima krutog otpada |
| HRN EN 13562 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje otpornosti prema prodiranju vode (hidrostatičko tlačno ispitivanje) |
| HRN EN 13719 | Geosintetici - Određivanje dugotrajne zaštitne učinkovitosti geosintetika u dodiru s geosintetičkim barijerama |

### 4.13.3. Obveze proizvođača

Kontrolu sirovine provodi isporučitelj gotovog proizvoda, te uz isporučene proizvode predaje deklaraciju o ulaznoj kontroli sirovine (vrsta sirovina), kao i deklaraciju o gotovom proizvodu (vrsta geotekstila, osnovne dimenzije, oznaka). Isporučitelj (proizvođač) također predaje garanciju trajnosti proizvoda, izjavu o sukladnosti i dokumente o kontroli kvalitete proizvoda tijekom proizvodnje. Kontrola kvalitete proizvoda između ostalog uključuje upute za skladištenje, rukovanje, postavljanje, spajanje i popravljanje geotekstila.

Izvođač je dužan predočiti dokumentaciju proizvođača (izjava o svojstvima) koji potvrđuje da su zahtjevi za geotekstil u skladu s ovim tehničkim uvjetima. Dokumentacija Izvođača treba sadržavati kopije rezultata proizvođačevih ispitivanja za kontrolu kvalitete. Proizvođač treba također potvrditi da je geotekstil kontinuirano pregledavan korištenjem fiksnog on-line metalnog detektora u punoj duljini i da ne sadrži nikakve igle koje bi mogle oštetiti geomembranu.

### 4.13.4. Materijal

Zaštitni geotekstil treba biti netkani propusni proizvod od čistog, nerecikliranog, bijelog polipropilena (PP) s osnovnim UV stabilizatorima. Stabilizatore i/ili inhibitore treba dodavati osnovnom polimeru, po potrebi, kako bi vlakna bila otporna na ultravioletno zračenje, oksidaciju i izlaganju toplini. Smrvljeni materijali, koje čine krhotine rubova ili drugi ostaci koji nisu nikad došli do potrošača, mogu se koristiti u proizvodnji zaštitnog geotekstila. Zaštitni geotekstil treba biti oblikovan u mrežu tako da vlakna ili niti sačuvaju jedan prema drugom relativnu stabilnost u dimenzijama, uključujući i rubna vlakna. Zaštitni geotekstil treba zadovoljiti uvjete navedene u tablici 4.13.1.

| Karakteristika | Metoda ispitivanja | Jedinice | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| **Mehanički parametri** | | | |
| Vlačna čvrstoća - uzdužni smjer MD<br>Vlačna čvrstoća - poprečni smjer CMD | HRN EN ISO 10319 | kN/m<br>kN/m | 81 (±10 %)<br>87 (±10 %) |
| Produljenje pri max. opterećenju<br>MD – glavni smjer<br>CMD – poprečni smjer | HRN EN ISO 10319 | <br>%<br>% | <br>65 (±20 %)<br>70 (±20 %) |
| CBR ispitivanje | HRN EN ISO 12236 | N | 15500 (±10 %) |
| Pokus dinamičkog probijanja | HRN EN ISO 13433 | mm | 0 |
| Učinkovitost zaštite<br>300 kPa<br>600 kPa | HRN EN 13719 | <br>%<br>% | <br>< 0,92<br>< 1,88 |
| **Hidraulički parametri** | | | |
| Vodonepropusnost okomito na ravninu (i=1) 2 kPA | HRN EN ISO 11058 | m/s | min. $9 \cdot 10^{-3}$ |
| Veličina pora – $O_{90}$ | HRN EN ISO 12956 | mm | 0,046 (±0,01 mm) |
| **Fizikalni parametri** | | | |
| Debljina 2 kPa | HRN EN ISO 9863-1 | mm | 8 |
| Masa | HRN EN ISO 9864 | $g/m^2$ | 1200 |
| Širina role (min) | | m | > 5 |
| **Trajnost** | | | |
| Otpornost na starenje | HRN EN 12224 | % | > 90 |

Tablica 4.13.1. Zahtjevana svojstva zaštitnog geotekstila

Isti standard/norma kao i isti uvjeti izvođenja koji se primijenjuju na prethodna ispitivanja, primijenjuju se i na tekuća i kontrolna ispitivanja.

### 4.13.5. Isporuka, skladištenje i rukovanje

Role trebaju biti pakirane u neprozirni, vodonepropusni, zaštitni plastični omot. Plastični omot ne smije biti uklonjen do ugradnje. Ako su sakupljeni uzorci za osiguranje kvalitete, role trebaju odmah biti ponovo zamotane plastičnim omotom. Geotekstil ili plastični omot koji je oštećen za vrijeme skladištenja ili rukovanja treba biti popravljen ili zamijenjen, ovisno o direktivi Inženjera/Nadzora. Svaka rola treba biti označena imenom proizvođača, tipom geotekstila, brojem role, dimenzijama role (duljina, širina, bruto težina) i datumom proizvodnje.

Role geotekstila trebaju biti zaštićene od vlaženja. Role trebaju ili biti uzdignute nad zemljom ili biti položene na plastične folije zadovoljavajuće kvalitete. Role geotekstila trebaju također biti zaštićene od sljedećeg: opreme koja se koristi pri gradnji, ultravioletnog zračenja, kemikalija, iskri i plamena, temperature iznad 70°C i bilo kojih drugih utjecaja okoliša koji mogu smanjiti fizikalna svojstva geotekstila.

S geotekstilnim rolama treba rukovati i treba ih istovarivati pomoću trakastih omči, viličara s produženom šipkom ili na neki sličan način. Role se ne smiju vući po zemlji, podizati na jednom kraju ili bacati na zemlju.

### 4.13.6. Izvedba

Materijal se ugrađuje sukladno Planu ugradnje umjetnih materijala temeljnog brtvenog sustava koji mora definirati metode, tehnologiju i redoslijed ugradnje materijala a koji mora uvažiti dostavljene upute proizvođača te specifičnosti Projekta. Plan polaganja potrebno je izraditi grafički i vremenski te je potrebno obuhvatiti sidrenja materijala. Plan polaganja izrađuje Izvođač radova.

*Postavljanje*

Podloga koja je ispod zaštitnog geotekstila treba biti bez oštećenja i bez brazdi i izbočina koje bi mogle oštetiti zaštitni geotekstil. Površina geomembrane na koju se polaže zaštitni geotekstil mora biti čista.

Role zaštitnog geotekstila koje su oštećene ili na dijelovima manjkave kvalitete trebaju biti popravljene ili zamijenjene. Zaštitni geotekstil treba biti položen vodoravno i jednolično kako bi bio u direktnom kontaktu s geomembranom. Zaštitni geotekstil ne treba biti izložen vlačnom naprezanju, savijanju i nabiranju. Na pokosima većim od 5 horizontalno i 1 vertikalno, geotekstil treba biti položen tako da smjer proizvodnje proizvoda bude paralelan sa smjerom pokosa.

*Spajanje*

Spajanje preklopom je dopušteno koristiti uz uvjet da preklop bude minimalno 300 mm ukoliko se u zaštitnom geotekstilu ne javljaju vlačna naprezanja u smjeru preklopa.

Spajanje šivanjem treba koristiti na svim pokosima strmijim od 2 horizontalno prema 1 vertikalno. Spajanje šivanjem provoditi prema uputama proizvođača.

Vlačna čvrstoća spojeva mora biti veća ili jednaka vlačnoj čvrstoći osnovnog geotekstila.

Uporaba spajalica ili igli radi pričvršćivanja zaštitnog geotekstila za određeni položaj nije dozvoljena.

*Zaštita*

Zaštitni geotekstil treba biti zaštićen od opterećivanja, cijepanja i ostalih oštećenja za vrijeme postavljanja. Oštećen zaštitni geotekstil treba biti popravljen ili zamijenjen prema uputama. Adekvatno opterećenje (npr. vreće s pijeskom) trebaju biti korištene da se spriječi podizanje geotekstila zbog vjetra. Zaštitni geotekstil se ne smije ostaviti nepokriven više od 7 dana nakon postavljanja.

*Popravci*

Zaštitni geotekstil koji je oštećen za vrijeme postavljanja treba biti popravljen postavljanjem zakrpe od zaštitnog geotekstila istog tipa koja prelazi najmanje 300 mm preko ruba oštećenja ili defekta. Zakrpe trebaju biti kontinuirano pričvršćene korištenjem metode spajanja šivanjem, vrućim zrakom ili nekom drugom metodom dokazane kvalitete. Smjer proizvodnje zakrpe se treba podudarati sa smjerom zaštitnog geotekstila koji se popravlja. Zaštitni geotekstil koji se ne može popraviti treba biti zamijenjen.

*Prekrivanje*

Direktno na zaštitni geotekstil se polaže drenažni šljunak. Zaštitni geotekstil ne smije biti prekrivan prije odobrenja Inženjera/Nadzora. Prilikom prekrivanja drenažnim šljunkom treba napredovati u smjeru niz preklop zaštitnog geotekstila. Međutim, na plohama padina, drenažni šljunak treba nanositi odozdo prema gore. Drenažni šljunak treba postavljati na način da se spriječi da šljunak ulazi u zone preklopa zaštitnog geotekstila, da se spriječi pojava vlačnih naprezanja u zaštitnom geotekstilu i da se spriječi nabiranje od preklapanja jednog preko drugog.

### 4.13.7. Kontrola kvalitete

Uzorci za kontrolu kvalitete građenja trebaju biti označeni vodootpornim flomasterom i sadržavati ime proizvođača, identifikaciju proizvoda, broj partije, broj role i smjer proizvodnje. Datum i jedinstveni broj uzorka trebaju također biti označeni na uzorku. Zaštitni omot role od zaštitnog geotekstila treba biti odbačen prije uzimanja uzoraka role. Uzorci će zatim biti sakupljeni režući punu širinu role zaštitnog geotekstila u debljini od najmanje 1 metar u smjeru proizvodnje.

Role s kojih je uzet uzorak moraju odmah biti ponovno omotane u svoj zaštitni omot.

Izvođač treba o svom trošku ispitati uzorke kod ovlaštenog laboratorija za ispitivanje kontrole kvalitete. Rezultati ispitivanja koji ne odgovaraju navedenim zahtjevima trebaju rezultirati u odbijanju odgovarajućih rola.

Učestalost tekućih ispitivanja određena je temeljem norme HRN CEN/TR 15019:2005 Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Kontrola kvalitete na gradilištu i izvodi se uzorkovanjem dopremljenog materijala na gradilište prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici - Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Tekuća ispitivanja zaštitnog geotekstila obuhvaćaju ispitivanje:

- Kontaktne posmične čvrstoće (vršne i rezidualne) na kontaktu između zaštitnog geotekstila i drenažnog sloja od šljunčanog materijala, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- CBR-a, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Vlačne čvrstoće geotekstila u uzdužnom smjeru, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$
- Mase geotekstila, 1 ispitivanje na svakih 10.000 $m^2$

Po završetku tekućih ispitivanja potrebno je izraditi Izvješće o provedenim ispitivanjima i kontrolama predmetnog materijala.

Vizualna kontrola obuhvaća kontrolu oštećenja, spojeva, načina rada i poštivanje projektiranih dimenzija. Vizualnu kontrolu vrši Inženjer/Nadzor. Ispitivanja čiji rezultati ne zadovoljavaju navedene zahtjeve trebaju rezultirati u odbijanju ispitanih rola.

Uvijek kada smatra potrebnim Inženjer/Nadzor ima pravo zatražiti provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenog materijala. Provedba ovih ispitivanja pada na teret Naručitelja. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, troškovi kontrolnih ispitivanja padaju na teret Izvođača.

### 4.13.8. Obračun radova i plaćanje

Ukupna površina koju prekriva zaštitni geotekstil mora se izmjeriti u metrima kvadratnim. Konačne količine moraju se temeljiti na izvedenom stanju. Neće se priznati korištenje otpada i materijala prema Izvođačevu vlastitu nahođenju te preklopi i gubici materijala nastalih uslijed sidrenja u sidrenom rovu.

## 4.14. GLATKA GEOMEMBRANA

### 4.14.1. Općenito

**Opseg radova**

Zadatak ovog dijela tehničkih uvjeta uključuje nabavu cjelokupne radne snage, materijala i opreme, te izvođenje svih radova potrebnih za izradu, uskladištenje, isporuku, ugradnju i ispitivanje geomembrane, uključujući ugradnju kao što je ovdje specificirano, prikazano na nacrtima i u skladu s uputama proizvođača.

**Norme**

| | |
|---|---|
| HRN G.S2.733/A | Debljina |
| HRN G.C8.510 | Izgled i boja |
| HRN G.S2.702/A | Plošna masa |
| HRN G.S2.510/A | Gustoća |
| HRN G.S2.601 | Maseni protok taline |
| HRN G.S2.612 | Naprezanje na granici razvlačenja<br>Istezanje na granici razvlačenja<br>Prekidna (vlačna) čvrstoća |
| HRN G.S2.612 | Prekidno istezanje |
| HRN G.S2.612 | Rastezni modul elastičnosti |
| HRN G.S2.734 | Ponašanje zavarenog spoja pri pokusu smikom |
| DIN 16726 | Ponašanje pri opterećenju tlakom vode kroz proreze |
| HRN G.S2.736 | Promjene dimenzija nakon izlaganja utjecaju topline |
| DIN 53361 | Ponašanje pri presavijanju na hladnoći |
| HRN G.S2.707 | Ponašanje pri paranju |
| DIN 16726 | Ponašanje pri pokusu probijanjem |
| HRN G.S2.612<br>HRN G.C8.510 | Postojanost prema umjetnom starenju |
| DIN 16726<br>HRN G.S2.734<br>HRN G.C8.510 | Ponašanje nakon držanja u vapnenom mlijeku ($Ca(OH)_2$) |
| DIN 16726<br>HRN G.S2.612<br>HRN G.C8.520 | Ponašanje nakon držanja u otopini natrijevog klorida - slana voda (NaCl) |
| DIN 16726<br>HRN G.S2.612<br>HRN G.C8 510 | Ponašanje nakon držanja u otopini sumporaste kiseline ($H_2SO_3$) |
| ASTM D 1004 | Otpornost na trganje |
| ASTM D 4833 | Otpornost pri probijanju |

Napomena: Nadzorni inženjer može na zahtjev Izvođača dozvoliti primjenu adekvatnih stranih standarda i normi.

**Prilozi**

Izvještaji o ispitivanju sirovina i geomembrane, te kontroli kvalitete proizvodnje, potvrđeni od strane proizvođača moraju biti dostavljene Nadzornom inženjeru minimalno 7 dana prije otpreme geomembrane na gradilište.

Materijal geomembrane: Izvještaji o ispitivanjima geomembrane potvrđeni od strane Izvođača moraju biti dostavljene Nadzornom inženjeru minimalno 7 dana prije otpreme geomembrane na gradilište.

Upute Proizvođača o rukovanju, postavljanju, spajanju i popravljanju geomembrane, rješavanju prodora kroz geomembranu itd.

Postupci Kontrole Kvalitete Građenja (CQC) moraju biti dostavljene Nadzornom inženjeru od izvođača i to:

- Ispitivanja, nadzori, i verifikacije
- Priručnik kontrole kvalitete od proizvođača minimalno 7 dana prije otpreme geomembrane
- Terensko spajanje
- CQC priručnik od strane izvoditelja ugradnje minimalno 7 dana prije postavljanja geomembrane.

Izjave:

- Izjave o kvalificiranosti proizvođača, izvođača i laboratorija moraju biti dostavljene Nadzornom inženjeru.

Izvještaji:

Priprema površine:

- Potvrda od Izvođača da površina na koju se postavlja geomembrana zadovoljava i to neposredno prije postavljanja geomembrane.

**Isporuka, uskladištenje i rukovanje**

**Isporuka**

Svaka rola geomembrane treba biti označena imenom tvornice, identifikacijskim brojem proizvoda, brojem role i dimenzijama role.

**Skladištenje**

Skladištenje rola geomembrane treba biti u skladu s uputama proizvođača. Privremeno skladištenje na gradilištu treba biti na ravnoj površini, zaštićeno od oštrih predmeta i na mjestima gdje nema zadržavanja vode. Geomembrana treba biti zaštićena od proboja, habanja, pretjerane topline ili hladnoće, propadanja materijala ili drugih štetnih okolnosti. Skladištenje ne smije izazvati gnječenje u sredini role ili spljoštenje role. Role ne smiju biti položene više od dvije po visini ili prema uputama proizvođača. Materijal osjetljiv na ultraljubičaste zrake treba biti pokriven tamnim, neprozirnim i vodootpornim prekrivačem ili smješten u zaštićeni prostor. Oštećena geomembrana treba biti uklonjena s gradilišta i zamijenjena geomembranom koja zadovoljava unaprijed određene zahtjeve.

**Rukovanje**

Rukovanje s rolama geomembrane treba biti u skladu s uputama proizvođača. Role se ne smiju povlačiti, podizati na jednom kraju ili bacati.

**Atmosferska ograničenja**

Geomembrana se ne smije polagati ili spajati kod prevelike vlage (npr. kiša, magla, rosa) u područjima gdje se zadržava voda ili u prisutnosti pretjeranog vjetra. Osim ako nije odobreno od Nadzornog inženjera ne smije se postavljati ili spajati geomembrana na temperaturi okoline ispod 0°C ili iznad 40°C. Okolna temperatura treba biti mjerena na visini ne većoj od 150 mm iznad zemlje ili površine geomembrane.

**Oprema**

Oprema koja se koristi za izvođenje radova treba biti u skladu s preporukama proizvođača geomembrane i treba biti održavana u zadovoljavajućem upotrebljivom stanju.

4.14.2. Proizvodi

**Općenito**

Geomembrane koje se ugrađuju u dnu lagune trebaju biti glatke, 2.5 mm debele polietilenske, fleksibilne membrane, visoke gustoće (HDPE).

**Sirovine (smola)**

Smola korištena u proizvodnji geomembrane treba biti napravljena od čistih, nezagađenih sastojaka. U proizvodnji geomembrane ne smije se koristiti više od 10 % usitnjenog, prerađenog materijala i izrezanih okrajaka. Svi usitnjeni, prerađeni ili izrezani materijali trebaju biti od istog proizvođača i identičnog sastava kao što je i proizvedena geomembrana. Već upotrijebljeni materijal ili sastojci topivi u vodi ne smiju se upotrijebiti u proizvodnji geomembrane. Kod geomembrana sa plastifikatorima, smiju se koristiti samo primarni plastifikatori koji su otporni na migracije. Izvođač treba izdati kopiju izvještaja o ispitivanju i potvrdu za materijale korištene u proizvodnji geomembrane dopremljene na gradilište.

**Geomembrana**

Geomembrane moraju biti jednake po boji i debljini. Plohe ne smiju sadržavati i moraju biti otporne na nastanak gljivica ili bakterija i ne smiju na sebi imati rupe, rezove, bilo kakve prljavštine ili plikove, te ne smiju biti nagrižene ili s bilo kakvim drugim nedostacima i nepravilnostima. Geomembrane i spojevi moraju odgovarati zahtjevima prikazanim u slijedećoj tabeli:

| Tehnička svojstva | Metoda ispitivanja | Uvjeti kvalitete | Jed. Mjere |
|---|---|---|---|
| Debljina | HRN G.S2.733/A | 2,50 + tolerancija 0.2-0.1 mm | mm |
| Izgled i boja | HRN G.C8.510 | Bez oštećenja | |
| Plošna masa | HRN G.S2.702/A | 2300 | $g/m^2$ |
| Gustoća | HRN G.S2.510/A | 0,940 | $g/cm^3$ |
| Naprezanje na granici razvlačenja | HRN G.S2.612 | ≥ 12 | $N/mm^2$ |
| Istezanje na granici razvlačenja | | ≥10 | % |
| Prekidna (vlačna) čvrstoća | HRN G.S2.612 | ≥25 | $N/mm^2$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prekidno istezanje | | ≥600 | % |
| Otpornost na trganje (min prosje | ASTM D 1004 | 300 | N |
| Otpornost pri probijanju (min prosječna) | ASTM D 4833 | 750 | N |
| Ponašanje zavarenog spoja pri pokusu smikom | HRN G.S2.734 | Prijelomi izvan spoja | $N/mm^2$ |
| Ponašanje pri opterećenju tlakom vode kroz proreze (72h/4bara) | DIN 16726 | Ne smije propuštati vodu | |
| Promjene dimenzija nakon izlaganja utjecaju topline (+80°C/6sati) | HRN G.S2.736 | ≤2 | % |
| Ponašanje pri presavijanju na hladnoći - 20° c | DIN 53361 | Ne smije nastati pukotine | |
| Ponašanje pri pokusu probijanjem | DIN 16726 | Ne propušta vodu | |
| Postojanost prema umjetnom starenju | HRN G.S2.612 | Rastezna svojstva se ne smiju promijeniti za više od 20 % | % |
| | HRN G.C8.510 | Izgled bez oštećenja | |
| Ponašanje nakon držanja u vapnenom mlijeku ($Ca(OH)_2$) | DIN 16726 HRN G.S2.734 | Rastezna svojstva se ne smiju promijeniti za više od 20 % | % |
| | HRNGC8510 | Izgled bez oštećenja | |
| Ponašanje nakon držanja u otopini natrijevog klorida - slana voda (NaCl) | DIN 16726 HRN G.S2.612 | Rastezna svojstva se ne smiju promijeniti za više od 20 % | % |
| | HRN G.C8.520 | Izgled bez oštećenja | |
| Ponašanje nakon držanja u otopini sumporaste kiseline ($H_2SO_3$) | DIN 16726 I HRNGS2612 | Rastezna svojstva se ne smiju promijeniti za više od 20 % | % |
| | HRNGC8510 | Izgled bez oštećenja | |

Tablica 4.14.1. Zahtjevana svojstva glatke geomembrane

### 4.14.3. Izvedba

**Priprema**

Priprema površine na koju se polaže geomembrana treba biti takova da se uklone zrna promjera većeg 25 mm, kao i bilo koji drugi materijali koji može oštetiti geomembranu. Deformacije na površini na koju će se postavljati geomembrana ne smiju biti dublje od 25 mm. Izvođač mora pregledati površinu na koju se postavlja geomembrana i pismeno potvrditi da je ona prihvatljiva. Popravci na posteljici moraju biti izvedeni bez naknadnih troškova za Investitora.

**Rasprostiranje geomembrane**

Postupci i oprema koji se koriste, ne smiju rastezati, naborati, izgrebati, ili na bilo koji drugi način oštetiti geomembranu ili posteljicu na koju se postavlja. Štete nastale na geomembrani za vrijeme ugradbe moraju biti uklonjene ili popravljene, prema odluci Nadzornog inžEnjera.

Samo role geomembrane koje mogu biti u istom danu učvršćene i spojene međusobno trebaju se rasprostrijeti. Za sprječavanje odizanja geomembrane vjetrom na nju treba postaviti adekvatni teret koji ne oštećuje geomembranu (npr. vreće pijeska). Ne smiju se koristiti nikakvi strojevi na gornjoj površini geomembrane.

Ugradnja geotekstila na geomembrani ne smije započeti pri okolnoj temperaturi ispod 0°C ili iznad 40°C.

Metode korištene za rasprostiranje geomembrane trebaju svesti na minimum boranje i vlačna naprezanja u geomembrani. Geomembrana ne smije biti zategnuta, da se spriječi nastajanje vlačnih naprezanja. Odnos visine i širine bore na postavljenoj geomembrani ne smije prijeći 0.5. Nadalje, bore na geomembrani ne smiju prijeći visinu od 150 mm. Bore koje ne zadovoljavaju navedene uvjete trebaju se odstraniti i popraviti.

Minimalno 5 mjerenja debljine treba izvršiti uzduž ruba svake role po širini i najmanje 2 mjerenja debljine treba izvršiti po dužini svake role. Ako su očitanja debljine manja od vrijednosti navedene u gornjoj tabeli, cijelu rolu treba ukloniti i zamijeniti.

**Spajanje na terenu**

**Terenski spojevi**

Role se moraju spajati u skladu s preporukama proizvođača geomembrane. Na uglovima i geometrijski nepravilnim mjestima broj spojeva treba svesti na minimum. Spajanje treba produžiti do vanjskog ruba role. Mokre površine treba temeljito osušiti, mekše dijelove posteljice dobro nabiti i odobriti prije spajanja. Područje spajanja treba biti oslobođeno od vlage, prašine, prljavštine i ostalog štetnog materijala za vrijeme spajanja.

Donju i gornju geomembranu lagune treba zavariti na mjestima kako je predviđeno nacrtima, kako bi se svaka laguna podijelila na 8 podjednakih površina. Ovo spajanje će omogućiti da se kontrola procjeđivanja kroz gornji sloj geomembrane provodi po dijelovima lagune. Ove spojeve treba provesti po svemu u skladu s uputama proizvođača.

**Nedostaci i popravci**

**Zakrpe**

Razderotine, rupe, plikovi i drugi nedostaci trebaju se zakrpati. Zakrpe moraju imati zaobljene rubove, biti napravljene od iste geomembrane, i produljene minimalno 150 mm preko ruba oštećenja. Neznatne ograničene pukotine treba popraviti točkastim varenjem ili spojiti kako odredi Nadzorni inženjer.

Popravci razornog ispitivanja spoja

Spojevi koji nisu zadovoljili pri razornom ispitivanju spoja mogu biti presvučeni trakom novog materijala i spojeni (prekrivena zona). Alternativno, na udaljenostima 3 m na svaku stranu od mjesta neispravnog spoja treba uzeti uzorke dimenzija najmanje 300 puta 500 mm za 2 dodatna ispitivanja posmične čvrstoće i 2 dodatna ispitivanja na guljenje, koristeći odobreni terenski mjerni tenzometar. Ako ta ispitivanja zadovoljavaju, tada preostali uzorci spoja trebaju biti poslani u QC laboratorij da bi se na 5 ispitivala posmična čvrstoća i na 5 otpornost na guljenje u skladu s odobrenim postupcima QC laboratorija. Da bi bilo prihvatljivo 4 od 5

ispitanih oglednih uzoraka trebaju zadovoljiti propisanu čvrstoću spoja. Ako su navedena laboratorijska ispitivanja zadovoljila, tada spoj treba biti prekriven (ponovno presvučen) između tog područja i područja koje nije zadovoljilo. Ako ispitivanja na terenu ili u laboratoriju nisu zadovoljila, postupak treba ponoviti. Nakon prekrivanja, cijeli prekriveni spoj treba biti nerazorno ispitan. Nerazorna ispitivanja neprekinutosti spoja izvedenog na terenu.

**Vizualni pregled i procjena**

Neposredno prije prekrivanja, geomembrana, spojevi, i područja bez spojeva trebaju biti vizualno pregledani od strane Nadzornog inženjera zbog mogućnosti pojave nedostataka, rupa, ili oštećenja zbog vremenskih uvjeta ili aktivnosti za vrijeme izvođenja. Prema odluci Nadzornog inženjera, površinu geomembrane izvoditelj ugradnje treba očistiti, propuhati, ili oprati ako količina prašine, blata, ili nekog drugog materijala ometa nadgledanje ili funkcioniranje prekrivnog materijala. Tamo gdje Nadzorni inženjer ustanovi da spojevi nisu izvedeni zadovoljavajuće, Izvođač treba o svom trošku provesti sve radove da se izvrši pravilno spajanje rola geomembrane.

**Prodori**

Izvedba prodora treba biti u skladu s preporukama proizvođača. Tamo gdje Nadzorni inženjer ustanovi da prodori nisu izvedeni zadovoljavajuće, Izvođač treba o svom trošku provesti sve radove da se prodori kroz geomembranu izvedu zadovoljavajuće.

**Zaštita i prekrivanje**

Rasprostrta i spojena geomembrana treba biti prekrivena sa zaštitnim geotekstilom (donja geomembrana), odnosno zaštitnim geotekstilom i šupljim betonskim pločama (gornja geomembrana). Ne smiju se koristiti strojevi za polaganje ovih materijala kojima bi se oštetila geomembrana. Ukoliko dođe do oštećenja geomembrane pri postavljanju Izvođač je dužan ista popraviti o svom trošku.

### 4.14.4. Ispitivanja kontrole kvalitete građenja (CQC)

Uzorci za ispitivanje kontrolore kvalitete trebaju biti uzet na svakih 600 kvadratnih metara materijala dopremljenog na gradilište (minimum tri ispitivanja po pojedinoj laguni). Uzorke ne uzimati iz 1 m role. Uzorci trebaju biti identificirani po imenu proizvođača, identifikaciji proizvoda, gradilištu i broju role. Datum, jedinstveni broj uzorka, i smjer proizvodnje mora biti zabilježeni. Nadalje, uzorak veličine 300x300 mm mora biti uzet, označen, i predočen Nadzornom Inženjeru.

Izvođač treba pribaviti CQC uzorke za QC laboratorij da bi se odredila gustoća, specifična težina i debljina u skladu s metodama specificiranim u Tablici 4.14.1. Ako uzorci nisu u skladu sa zahtjevima pripadajuće role se odbacuju. Kao minimalno, role proizvedene neposredno prije i neposredno nakon one role čiji uzorci ne zadovoljavaju, trebaju se ispitati na iste karakteristike koje nisu zadovoljavale. Ispitivanje treba nastaviti sve dok se ne dobiju najmanje tri zadovoljavajuće role prije i tri poslije role koja nije zadovoljavala određene parametre.

Nerazorna ispitivanja neprekinutosti spoja izvedenog na terenu:

- Terenski izvedeni spojevi trebaju biti nerazorno ispitani na neprekinutost po cijeloj dužini u skladu s odobrenim priručnikom izvoditelja ugradnje. Ispitivanje spoja treba vršiti paralelno kako izrada spoja napreduje, a ne po završetku spajanja. Bilo koji spoj koji ne zadovolji treba biti dokumentiran i popravljen u skladu s odobrenim CQC priručnikom izvoditelja ugradnje.

Razorna ispitivanja spoja izvedenog na terenu:

- Minimalno jedan primjer razornog ispitivanja na 200 m područja spajanja treba biti proveden na lokacijama odobrenim od Nadzornog inženjera. Područja ispitivanja ne smiju biti određena prije samog spajanja. Uzorci trebaju biti širine minimalno 300 mm na 1 m dužine s uzdužno centriranim spojem. Svaki uzorak treba izrezati na tri jednaka djela od kojih jedan zadržava izvoditelj ugradnje, jedan ide u QC laboratorij, a treći dio se daje Nadzornom inženjeru za ispitivanje i/ili trajnu evidenciju. Svaki uzorak treba biti numeriran i jednoznačno vezan s terenskom evidencijom koja uključuje: (1) broj role; (2) broj spoja; (3) datum i vrijeme izrezivanja; (4) okolna temperatura mjerena u području max. do 150 mm iznad geomembrane; (5) oznaka grupe za spajanje; (6) ime osobe koja vrši spajanje; i (7) temperature i pritisci aparata za spajanje (gdje je moguće). Deset 25 mm širokih oglednih primjeraka treba odrezati od izvoditeljevog uzorka. Pet oglednih primjeraka treba ispitati na posmik i 5 na guljenje koristeći odgovarajući terenski mjerni tenzometar. Brzina rastezanja treba biti u skladu s odobrenim CQC priručnikom. Da bi bilo prihvatljivo, 4 od 5 ispitanih oglednih uzoraka trebaju zadovoljiti određenu čvrstoću spoja propisanu u donjoj tabeli. Ako terensko ispitivanje zadovolji, 5 primjeraka će se ispitati na posmičnu čvrstoću u QC laboratoriju i 5 na guljenje u skladu s postupcima odobrenim od QC laboratorija. Da bi bilo prihvatljivo, 4 od 5 ispitanih uzoraka trebaju zadovoljiti određenu čvrstoću spoja propisanu u donjoj tabeli. Ako ispitivanje na terenu ili u laboratoriju ne zadovolji, spoj se treba popraviti. Rupe napravljene u svrhu uzimanja uzoraka za razorna ispitivanja trebaju se popraviti u istom danu kad su i izrezane.

Karakteristike spoja HDPE GEOMEMBRANE:

| Karakteristika | Ispitana vrijednost | Metoda ispitivanja |
|---|---|---|
| Posmična čvrstoća spoja (min) (1) | 35 kN/m | Izvođač osigurava postupak |
| Čvrstoća spoja na guljenje (min) (1) (2) | 25.7 kN/m i FTB (1) | Izvođač osigurava postupak |

Napomena (1): Pri ispitivanju spoja na posmik i guljenje popuštanje mora nastupiti trganjem spoja, ali ne u materijalu spoja (Film Tear Bond Mode). Ovo je popuštanje u duktilnom stadiju jedne od spojenih geomembrana trganjem ili slamanjem prije potpunog odvajanja spojnih zona.

Napomena (2): Ukoliko je izvedivo obje linije dvostrukog vruće zavarenog spoja trebaju biti ispitane na otpornost na guljenje.

## 4.15. TKANI GEOTEKSTIL (100 g/m$^2$)

### 4.15.1. Općenito

Opseg radova
Radovi u ovom poglavlju tehničkih uvjeta građenja uključuju nabavljanje cjelokupne radne snage, materijala, opreme i izvedbu svih radova potrebnih za proizvodnju, skladištenje, dopremu, postavljanje i ispitivanje tkanog geotekstila:

- U nožici pokosa odlagališta na mjestu postavljanja gabiona (geotekstil sa unutarnje strane obavija gabion),

Postavljanje tkanog geotekstila mora se provesti usklađeno s postavljanjem gabiona, te usklađeno sa ugradnjom bermi na pokosima odlagališta.

Norme

| | |
|---|---|
| HRN EN ISO 9862 | Geosintetici - Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka |
| HRN EN ISO/IEC 17025 | Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija |
| HRN EN ISO 9863-1 | Geosintetici - Određivanje debljine pri određenim tlakovima - 1. dio: Jednoslojni |
| HRN EN ISO 9864 | Geosintetici - Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom |
| HRN EN ISO 25619-1 | Geosintetici - Određivanje ponašanja pri opterećenju tlakom - 1. dio: Svojstva puzanja pri opterećenju tlakom |
| HRN EN ISO 10319 | Geosintetici - Vlačno ispitivanje na širokim trakama |
| HRN EN ISO 12957-1 | Geosintetici - Određivanje značajka trenja - 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom |
| HRN EN ISO 10320 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Identifikacija na gradilištu |
| HRN EN ISO 10321 | Geosintetici - Vlačno ispitivanje spojeva/šavova na širokim trakama |
| HRN EN ISO 10722 | Geosintetici - Indeksni ispitni postupak za ocjenu mehaničkog oštećenja uz ponavljano opterećenje - Oštećenje uzrokovano zrnatim materijalom |
| HRN EN ISO 11058 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu, bez opterećenja |
| HRN EN 12224 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje otpornosti na starenje |
| HRN EN 12225 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Metoda za određivanje mikrobiološke otpornosti postupkom zakapanja u tlo |
| HRN EN 12226 | Geosintetici - Opći postupci za vrednovanje nakon ispitivanja postojanosti |
| HRN EN ISO 12236 | Geosintetici - Ispitivanje statičkim probijanjem (CBR ispitivanje) |
| HRN EN ISO 13433 | Geosintetici - Ispitivanje dinamičkim probijanjem (ispitivanje padajućim stošcem) |
| HRN EN ISO 12956 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje karakteristične veličine otvora |
| HRN EN ISO 12958 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje |

| | |
|---|---|
| | kapaciteta otjecanja vode u ravnini |
| HRN EN 13249 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji cesta i ostalih prometnih površina (izuzimaju se željeznice i asfaltni sojevi) |
| HRN EN 13257 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Zahtijevana svojstva za uporabu u odlagalištima krutog otpada |
| HRN EN 13562 | Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Određivanje otpornosti prema prodiranju vode (hidrostatičko tlačno ispitivanje) |

Obveze Proizvođača

Kontrolu sirovine provodi isporučitelj gotovog proizvoda, te uz isporučene proizvode predaje deklaraciju o ulaznoj kontroli sirovine (vrsta sirovina), kao i deklaraciju o gotovom proizvodu (vrsta geotekstila, osnovne dimenzije, oznaka). Isporučitelj (proizvođač) također predaje garanciju trajnosti proizvoda, izjavu o sukladnosti i dokumente o kontroli kvalitete proizvoda tijekom proizvodnje. Kontrola kvalitete proizvoda između ostalog uključuje upute za skladištenje, rukovanje, postavljanje, spajanje i popravljanje geotekstila.

Izvođač je dužan predočiti dokumentaciju proizvođača (izjava o svojstvima) koji potvrđuje da su zahtjevi za geotekstil u skladu s ovim tehničkim uvjetima. Dokumentacija Izvođača treba sadržavati kopije rezultata proizvođačevih ispitivanja za kontrolu kvalitete. Proizvođač treba također potvrditi da je geotekstil kontinuirano pregledavan korištenjem fiksnog on-line metalnog detektora u punoj duljini i da ne sadrži nikakve igle koje bi mogle oštetiti ostale geosintetske slojeve.

4.15.2. Materijal

Tkani geotekstil treba biti propusni proizvod od čistog, nerecikliranog, crnog polipropilena (PP) sa bijelo narančastim prugama svakih 25 cm s osnovnim UV stabilizatorima. Stabilizatore i/ili inhibitore treba dodavati osnovnom polimeru, po potrebi, kako bi vlakna bila otporna na ultravioletno zračenje, oksidaciju i izlaganje toplini. Smrvljeni materijali, koje čine krhotine rubova ili drugi ostaci koji nisu nikad došli do potrošača, mogu se koristiti da se proizvede tkani geotekstil. Tkani geotekstil treba biti oblikovan u mrežu tako da vlakna ili niti sačuvaju jedan prema drugom relativnu stabilnost u dimenzijama, uključujući i rubna vlakna. Tkani geotekstil treba zadovoljiti uvjete navede u tablici 4.15.1. ovih tehničkih uvjeta.

| Karakteristika | Metoda ispitivanja | Jedinice | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| **Mehanički parametri** | | | |
| Vlačna čvrstoća – uzdužni smjer MD<br>Vlačna čvrstoća – poprečni smjer CMD | | kN/m<br>kN/m | 17<br>11 |
| Produljenje pri max. Opterećenju<br>MD – glavni smjer<br>CD – poprečni smjer | HRN EN ISO 10319 | <br>%<br>% | <br>19<br>11 |
| Vodopropusnost (min.) | HRN EN ISO 11058 | $l/m^2$ s | 15 |

| Karakteristika | Metoda ispitivanja | Jedinice | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| Skupljanje (2 h na 70°C) | | % | ≤1 |
| **Fizikalni parametri** | | | |
| Masa (min.) | HRN EN 965 | $g/m^2$ | 100 |
| Širina role u nožici pokosa odlagališta (geotekstil sa unutarnje strane obavija gabion) | | m | 2,5 |
| Širina role na bermi pokosa odlagališta | | m | 1,5 |
| **Trajnost** | | | |
| UV otpornost | | kLy | >400 |

Tablica 4.15.1. Zahtjevana svojstva tkanog geotekstila

Jedinica kojom se definira energija zračenja kompletnog sunčevog spektra je kLy (kilolangley). 1 kilolangley jednak je 41,84 $MJ/m^2$. Naravno ovdje treba posebno uzeti u obzir ultraviolentni dio sunčevog spektra. UV radijacija predstavlja 7 % sunčevog spektra, tako da 1 kilolangley iznosi 2,93 $MJ/m^2$.

Budući da će tkani geotekstil biti izložen približno 3 godine utjecaju UV zračenja potrebno je dokazati otpornost istog na UV zračenje. Prema svjetskoj karti na kojoj su definirane godišnje veličine kLy (kilolangley) područje grada Splita spada u pojas od 130 kLy/god. Stoga slijedi da je potrebna otpornost geotekstila na utjecaj sunčevog zračenja jednaka 4·130 kLy/god=390 kLy (za 3 godine) odnosno 1143 $MJ/m^2$ za 3 godine.

### 4.15.3. Isporuka, skladištenje i rukovanje

Role trebaju biti pakirane u neprozirni, vodonepropusni, zaštitni plastični omot. Plastični omot ne smije biti uklonjen do ugradnje. Ako su sakupljeni uzorci za osiguranje kvalitete, role trebaju odmah biti ponovo zamotane plastičnim omotom. Geotekstil ili plastični omot koji je oštećen za vrijeme skladištenja ili rukovanja treba biti popravljen ili zamijenjen, ovisno o direktivi Inženjera/Nadzora. Svaka rola treba biti označena imenom proizvođača, tipom geotekstila, brojem role, dimenzijama role (duljina, širina, bruto težina) i datumom proizvodnje.

Role geotekstila trebaju biti zaštićene od vlaženja. Role trebaju ili biti uzdignute nad zemljom ili biti položene na plastične folije zadovoljavajuće kvalitete. Role geotekstila trebaju također biti zaštićene od sljedećeg: opreme koja se koristi pri gradnji, ultravioletnog zračenja, kemikalija, iskri i plamena, temperature iznad 70°C i bilo kojih drugih utjecaja okoliša koji mogu smanjiti fizikalna svojstva geotekstila.

S geotekstilnim rolama treba rukovati i treba ih istovarivati pomoću trakastih omči, viličara s produženom šipkom ili na neki sličan način. Role se ne smiju vući po zemlji, podizati na jednom kraju ili bacati na zemlju.

### 4.15.4. Izvedba

Materijal se ugrađuje sukladno Planu ugradnje umjetnih materijala temeljnog brtvenog sustava koji mora definirati metode, tehnologiju i redoslijed ugradnje materijala a koji mora uvažiti dostavljene upute proizvođača te specifičnosti Projekta. Plan polaganja potrebno je izraditi grafički i vremenski te je potrebno obuhvatiti sidrenja materijala. Plan polaganja izrađuje Izvođač radova.

*Postavljanje*

Podloga koja je ispod geotekstila treba biti uređena i bez brazdi i izbočina koje bi mogle oštetiti geotekstil.

Role geotekstila koje su oštećene ili na dijelovima manjkave kvalitete trebaju biti popravljene ili zamijenjene. Geotekstil treba biti položen vodoravno i jednolično kako bi bio u direktnom kontaktu s podlogom. Geotekstil ne treba biti izložen vlačnom naprezanju, savijanju i nabiranju. Na pokosima većim od 2 horizontalno i 1 vertikalno, geotekstil treba biti položen tako da smjer proizvodnje proizvoda bude paralelan sa smjerom pokosa.

*Spajanje*

Spajanje preklopom je dopušteno koristiti uz uvjet da preklop bude minimalno 300 mm.

Uporaba spajalica ili igli radi pričvršćivanja geotekstila za određeni položaj nije dozvoljena.

*Zaštita*

Geotekstil treba biti zaštićen od opterećivanja, cijepanja i ostalih oštećenja za vrijeme postavljanja. Oštećen geotekstil treba biti popravljen ili zamijenjen prema uputama. Adekvatno opterećenje (npr. vreće s pijeskom) trebaju biti korištene da se spriječi podizanje zbog vjetra.

*Popravci*

Geotekstil koji je oštećen za vrijeme postavljanja treba biti popravljen postavljanjem zakrpe od geotekstila istog tipa koja prelazi najmanje 300 mm preko ruba oštećenja ili defekta. Zakrpe trebaju biti kontinuirano pričvršćene korištenjem metode spajanja šivanjem ili nekom drugom metodom dokazane kvalitete. Smjer proizvodnje zakrpe se treba podudarati sa smjerom geotekstila koji se popravlja. Geotekstil koji se ne može popraviti treba biti zamijenjen.

*Prekrivanje*

Geotekstil ne smije biti prekriven prije odobrenja Inženjera/Nadzora. Smjer prekrivanja treba se odvijati u smjeru niz preklop geotekstila.

### 4.15.5. Kontrola kvalitete

Uzorci za kontrolu kvalitete građenja trebaju biti označeni vodootpornim flomasterom i sadržavati ime proizvođača, identifikaciju proizvoda, broj partije, broj role i smjer proizvodnje. Datum i jedinstveni broj uzorka trebaju također biti označeni na uzorku. Zaštitni omot role od geotekstila treba biti odbačen prije uzimanja uzoraka role. Uzorci će zatim biti sakupljeni režući punu širinu role geotekstila u debljini od najmanje 1 metar u smjeru proizvodnje.

Uzorkovanje dopremljenog materijala na gradilište provodi se prema normi HRN EN ISO 9862:2005 Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka, od strane osoblja ovlaštenog i akreditiranog laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Akreditiranje ispitnih i umjernih laboratorija.

Vizualna kontrola obuhvaća kontrolu oštećenja, spojeva, načina rada i poštivanje projektiranih dimenzija. Vizualnu kontrolu vrši Inženjer/Nadzor. Ispitivanja čiji rezultati ne zadovoljavaju navedene zahtjeve trebaju rezultirati u odbijanju ispitanih rola.

Uvijek kada smatra potrebnim Inženjer/Nadzor ima pravo zatražiti provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenog materijala. Provedba ovih ispitivanja pada na teret Naručitelja. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, troškovi kontrolnih ispitivanja padaju na teret Izvođača.

### 4.15.6. Obračun radova i plaćanje

Ukupna površina koji prekriva geotekstil mora se izmjeriti u metrima kvadratnim. Konačne količine moraju se temeljiti na izvedenom stanju. Neće se priznati korištenje otpada i materijala prema Izvođačevu vlastitu nahođenju.

## 4.16. GABIONI

### 4.16.1. Općenito

Usvojeni su elementi s krutim koševima dimenzija 2,0x1,0x1,0 m.

### 4.16.2. Žica za izradu mreža

Žica za proizvodnju mreže mora imati min. promjera Φ2,7 mm, min. vlačnu čvrstoću 350 N/mm$^2$ te biti pocinčana (minimalna težina cinčanja 275 g/m$^2$).

### 4.16.3. Mreže

Dimenzije panela moraju odgovarati projektnima uz tolerancije dužina do ±1%.

Sva tražena svojstva moraju udovoljavati prema nekoj od relevantnih normi (BS, DIN ili ASTM) za predviđenu upotrebu.

### 4.16.4. Proizvodnja i kontrola kvalitete

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

Tvornička kontrola kvalitete uključuje vizualnu i dimenzionalnu provjeru žice na kalemu, provjeru količine pocinčanja i dimenzionalnu provjeru pletene mreže. Proizvodnja mora biti kontrolirana prema ISO 9002.

### 4.16.5. Doprema, skladištenje i manipulacija

Elementi se po dopremi na gradilište trebaju uskladištiti na mjestu udaljenom od gradilišnog prometa kako bi se izbjegao rizik slučajnog oštećenja, i trebaju ostati spakirani do trenutka ugradnje.

Naljepnica s oznakom broja certifikata, imenom proizvođača, brojem šarže i brojem proizvoda mora biti nalijepljena na svaki bunt.

### 4.16.6. Ugradnja

Prije i tijekom instalacije potrebno je voditi posebnog računa o sljedećem:

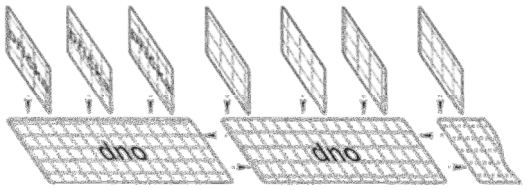
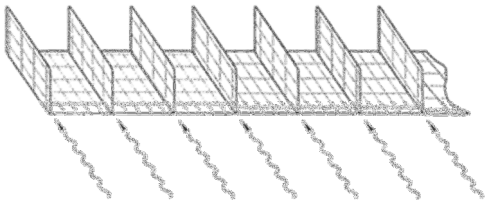
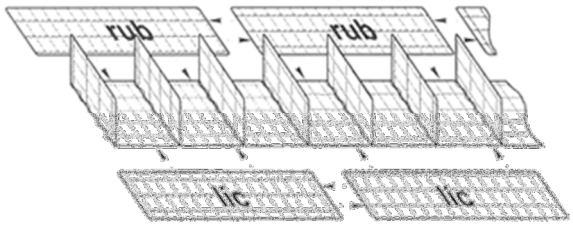
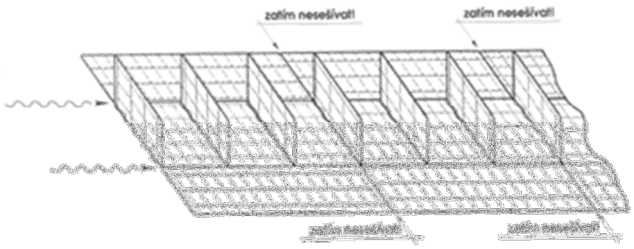
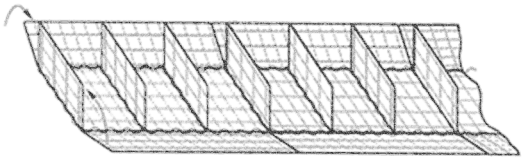
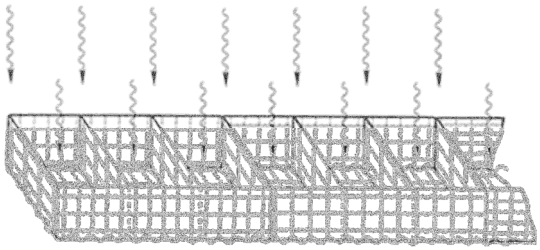
- Priprema podloge mora biti u skladu s tehničkim uvjetima projekta.
- Svojstva materijala za ispunu moraju zadovoljavati uvjete iz projekta.
- Proizvod mora biti zaštićen od oštećenja uzrokovanih prometom na gradilištu te opremom za instalaciju.
- Međusobno spajanje elemenata potrebno je obaviti također pocinčanim elementima.

Pozicije ugradnje definiraju se geodetskim iskolčenjem prema mjerama i kotama iz ovog projekta. Zahtijeva se postizanje točnosti iskolčenja ±1 cm. Geodetske kontrole ugradnje provode se kontinuirano tijekom izvedbe, a snimanje izvedenog stanja nakon ugradnje svakog bloka gabiona, sve uz istu točnost.

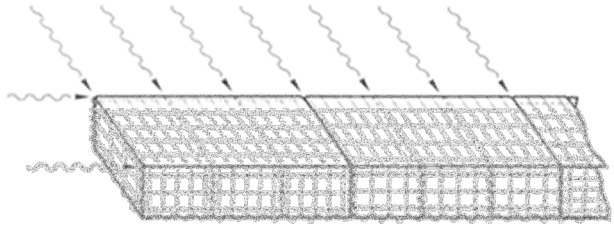
### 4.16.7. Postupak ugradnje

- Gabioni se otvaraju i slažu na prethodno izvedenu podlogu.
- Gabioni se postavljaju u nizu na ravnu podlogu te međusobno spajaju prije punjenja. Neophodno je potrebno da se svaki gabionski koš veže za susjedne gabione sa svih kontaktnih strana.
- Prvo se ispunjava lice gabiona lomljenim kamenom, a zatim ostatak gabiona
- Iza gabiona ugrađuje se geotekstil težine 300 g/m$^2$. Geotekstil se polaže uz stražnju stranu gabiona vertikalno. Geotekstil se nastavlja preklapanjem. Širina preklopa je 20 cm.
- Nakon izrade prvog reda gabiona izvodi se zasip sa stražnje strane. Zatim se ugrađuje geomreža pa tek onda slaže slijedeći red gabionskih koševa.

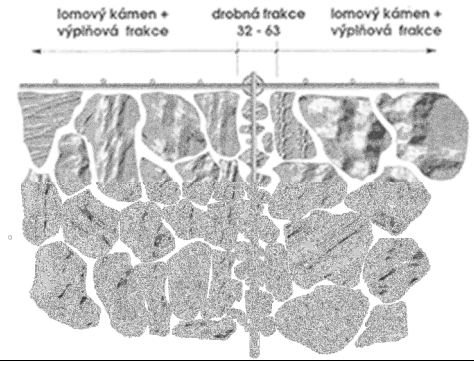
**Postupak izrade** gabiona s koševima od krutih mreža (kao npr. Algon)

| | |
|---|---|
| 1.   | 2.  |
| 3.   | 4.   |
| 5.  | 6.  |

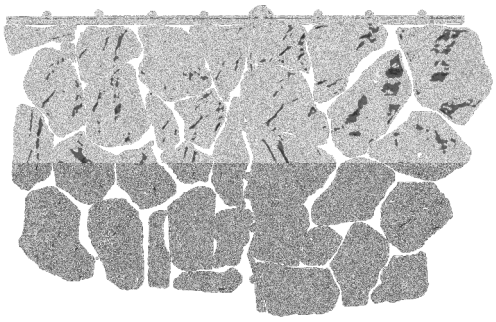
7.



Pravilno slaganje kamena uz mreže:




Nepravilno:



4.16.8. Ispitivanje materijala gabiona

Kontrola kvalitete obuhvaća:

Prethodna ispitivanja armature

- kod ispitivanja armature moraju biti zadovoljeni od proizvođača deklarirani kriteriji, a broj ispitivanja definiran je većom od sljedećih vrijednosti: jedno ispitivanje za svaku isporučenu skupinu, jedno ispitivanje za svakih 10000 $m^2$ mreže.

Tekuća i kontrolna ispitivanja armature

- kod ispitivanja armature moraju biti zadovoljeni od proizvođača deklarirani kriteriji, a broj ispitivanja definiran je većom od sljedećih vrijednosti: jedno ispitivanje za svaku isporučenu skupinu, jedno ispitivanje za svakih 5000 $m^2$ mreže.

4.16.9. Tehnički uvjeti za kamenu ispunu gabiona

Gabionski koševi pune se lomljenim kamenom, na licu ručno, a iza strojno. Kamen koji se ugrađuje na lice gabiona mora biti veličine zrna 25-35 cm i slaže se ručno. Ispuna gabiona mora imati minimalnu veličinu zrna dimenzije 15 cm kako bi se osiguralo da ne prolazi kroz mrežu. Maksimalna dozvoljena dimenzija je 25 cm.

Za kamenu ispunu se dozvoljavaju sljedeća odstupanja:

- promjer zrna veći od 25 cm pod uvjetom da ukupna količina ne prelazi 5 % volumena ćelije,
- promjer zrna manji od minimalnog, ali ne manji od 8 cm, do 10% volumena ćelije.

Kvaliteta tehničko-građevinskog kamena mora biti u skladu sa sljedećim normama:

1. Postojanost na mraz (25 ciklusa) (HRN B.B8.001)
2. Postojanost na djelovanje otopine natrijevog sulfata (5 ciklusa) (HRN B.B8.002)
3. Čvrstoća na tlak -suho stanje
   -vodom zasićeno stanje (HRN B.B8.012)
4. Upijanje vode (HRN B.B8.010)
5. Prostorna masa (HRN B.B8.032)
6. Gustoća (HRN B.B8.032)
7. Poroznost (HRN B.B8.032)

Zahtijevaju se sljedeće vrijednosti: gustoća min. 2600 kg/m3, upijanje vode max 2,5%, pritisna čvrstoća minimalno 80 MPa, postojanost max. gubitak mase 10%.

4.16.10. Obračun rada

Rad na izradi gabiona se mjeri u komadima. U stavku je uključeno osiguranje cjelokupne radne snage, materijala, opreme i provedbu svog potrebnog rada na nabavi, ispitivanju i postavljanju gabionskih koševa veličine 2x1x1m.

## 4.17. RIP-RAP

### 4.17.1. Općenito

Ovo poglavlje obuhvaća nabavu cjelokupne radne snage, materijala, opreme, i izvođenja svih radova nužnih za nabavu i ugradnju protuerozijskog završnog sloja u prekrivnom sustavu, a u suglasnosti s ovim poglavljem tehničkih uvjeta ugradnje.

HRN U.B1.010 Uzimanje uzoraka

HRN U.B1.018 Određivanje granulometrijskog sastava

ASTM C127 Metoda ispitivanja specifične težine i apsorpcije krupnog agregata

### 4.17.2. Materijal

Materijal za izradu rip-rap-a mora biti ekološki čist, zdrav, čvrst i trajan sitniji lomljeni kamen u skladu sa zahtjevima ovog poglavlja, te ne smije biti grudast, ne smije sadržavati šljaku, trosku, pepeo, led, razne druge nečistoće i organske materijale. Kameni materijal također ne smije sadržavati značajniju količinu plosnatih, slojevitih ili duguljastih zrna.

Jedinična masa čvrstih čestica (specifična težina) ne smije biti manja od 2,50 t/m3.

Kameni materijal treba biti dobro graduiran. Prosječna veličina zrna kamena je 300 mm.

Širina zrna u oba smjera ne smije biti manja od 1/3 duljine tog zrna.

Sav kameni materijal mora biti dobiven iz čistih izvora izvan gradilišta, koji su posebno pregledani od strane nadzornog inženjera. Nadzorni inženjer može u bilo koje vrijeme skupiti uzorke materijala za testiranje i to o svom trošku. Zagađeni materijal s terenskih izvorišta koji je ugrađen, mora biti uklonjen i zamijenjen prikladnim materijalima o trošku izvođača bez zakašnjenja u vremenskom planu izvođenja koji je prvobitno usvojen.

Izvođač se obavezuje uskladištiti dovoljno materijala kako bi se osigurala kontinuirana ugradnja.

Izvođač se obavezuje održavati kameni materijal bez nečistoća, a bilo koji kameni materijal koji je od strane nadzornog inženjera ocijenjen kao zagađen, neće se koristiti za tražene građevinske aktivnosti.

### 4.17.3. Izvedba

Kameni materijal ugrađuje se na izlazu cijevi ispod privremene prometnice radi sprečavanja udara vode, kako je to prikazano na nacrtima u ovom projektu.

Kameni materijal treba ugrađivati u jednom sloju minimalne debljine od 30 cm.

Izvedbu rip-rapa mora se prekinuti uvijek kada po mišljenju nadzornog inženjera nisu osigurani svi potrebni uvjeti za kvalitetan rad.

Debljina sloja mora se dokazati provjerom visina početnih i završnih površina sloja, pod

nadzorom terenskog geodeta. Prihvatljiva vertikalna tolerancija iznosi od 0 (nula) do plus pedeset (50) mm. Debljina rip-rap-a određuje se kao visinska razlika između završne i početne površine.

Rip-rap treba postavljati u debljinama i nagibima kako je naznačeno u nacrtima ili kako zahtjeva nadzorni inženjer.

Postavljanje rip-rapa treba biti izvršeno od strane izvođača na način da je nagib i položaj materijala takav da se sjedini s postojećim ili predviđenim okolnim nagibima i da spriječi skupljanje površinske vode ili eroziju.

Rip-rap treba postaviti na način koji ne oštećuje građevine ili druge sadržaje. Rip-rap se ne smije bacati s visine iznad jednog (1) metra.

Tolerancija u debljini postavljenog rip-rapa je od 0.0 do plus 0.1 metar.

Ugradnju treba izvršiti bez oštećivanja podloge od geotekstila.

### 4.17.4. Kontrola kvalitete

Izvođač mora dvadeset (20) dana prije upotrebe predloženog materijala, dati NADZORNOM inženjeru na uvid potvrdu da predloženi materijal udovoljava zahtjeve iz poglavlja 2.1 ovih tehničkih uvjeta. Ova potvrda uključuje ispitivanje veličine kamena iz svakog pojedinog izvorišta.

Izvođač je odgovoran za ispitivanja. Ispitivanja se moraju izvoditi u specijaliziranom laboratoriju.

Izvođač treba podnijeti nadzornom inženjeru, uz potvrdu o ispravnosti, minimalno četrdesetpet (45) kg kamenog materijala iz svakog izvorišta kojeg namjerava koristi.

Izvođač ne smije ugrađivati materijale dok nadzorni inženjer posebno ne pregleda i odobri predloženi materijal.

Ukoliko po mišljenju nadzornog inženjera, materijal koji je predložen od strane izvođača, nije prikladan za upotrebu, izvođač mora priložiti na razmatranje gore navedene potvrde za drugi materijal iz drugog izvora.

Nadzorni inženjer može u bilo koje vrijeme tražiti uzimanje uzoraka dovezenog materijala za dodatna ispitivanja karakteristika na trošak investitora. Bilo koji kameni materijal dovezen s terena za koji se ustanovi da nije u skladu sa specifikacijom, ili se ustanovi da je zagađen, mora se odmah ukloniti i zamijeniti prikladnim materijalom na trošak izvođača, a bez produženja rokova izvođenja.

Granulometrijsko ispitivanje mora se izvoditi najmanje jednom na 1500 $m^3$.

## 4.18. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

Prilikom izvođenja radova s betonom i armiranim betonom izvoditelj se mora pridržavati Tehničkih propisa za betonske konstrukcije (NN 139/09, 14/10, 125/10, 136/12).

Beton s dodatkom za vodo nepropusnost naručiti iz betonare. Beton mora biti ugrađen pažljivo da ne dođe do segregacije i gnijezda. Beton izvibrirati. Kod betona spravljanih na gradilištu za izradu betona upotrijebiti istu vrstu cementa i granulirani agregat. Kod nastavka betoniranja po visini, zaštiti površinu betona od procijeđenog cementnog mlijeka. Ne smiju se upotrijebiti takvi premazi oplate koji se ne bi mogli oprati s gotove betonske površine ili bi nakon pranja ostale mrlje na betonskim površinama.

Sve radove izvesti prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije (NN 139/09, 14/10, 125/10, 136/12).

U jediničnim cijenama treba predvidjeti strojnu pripremu i ugradbu betona s propisanim materijalom, sve transporte, pripremne i pomoćne radove, podupiranje i druge radove potrebne za dobivanje gotovog proizvoda. Vibriranje betona, njegu betona, zaštitu betonskih i armiranobetonskih konstrukcija od djelovanja atmosferskih nepogoda, vrućina, hladnoća i sl.

Sve nepravilno i nesolidno izvedene elemente, izvoditelj mora porušiti i ukloniti o svom trošku.

Pri betoniranju jedne cjelovite betonske, odnosno armiranobetonske konstrukcije treba upotrijebiti isključivo jednu vrstu cementa.

Izvoditelj je dužan dati na ispitivanje betonske uzorke prema Pravilniku o tehničkim mjerama bez posebne naplate. Beton se mora miješati strojno i to za sve betonske i armiranobetonske konstrukcije. Razred tlačne čvrstoće određuje se prema proračunu.

Armatura mora odgovarati propisima HRN C.B0.500, HRN C.B3.031, HRN C.K6.021, HRN C.K6.022-55. Savijanje po nacrtu savijanja. Ostatke komada željeza i željeza nejednolične debljine zabranjeno je ugrađivati. Armatura se upotrebljava po oznakama: RA 400/500 rebrasta armatura od visokovrijednog prirodno tvrdog čelika, MAG 500/560 zavarena mrežasta armatura od hladno vučene žice od glatkog čelika, MAR 500/560 zavarena mrežasta armatura od hladno vučene žice od rebrasta čelika.

Komadi armature koji po planu savijanja trebaju biti od jednog komada, ne smiju se spajati od kraćih komada. Prije betoniranja armaturu treba očistiti, dobro povezati i podložiti da se osigura zaštitni sloj betona. Prije početka betoniranja armaturu pregledava nadzorni inženjer. Betoniranje može početi tek nakon upisa nadzornog inženjera u Gradilišni dnevnik da je armatura po položaju i broju komada ispravno postavljena.

Obračun se vrši prema GN 400 i to po kubičnom ili kvadratnom metru odnosno po komadu, a sve prema dotičnoj stavci troškovnika. Armatura se obračunava posebnom stavkom za sve armiranobetonske konstrukcije po kg određene armature na bazi teoretske težine dotičnog profila. Za mrežnu armaturu računa se teoretska težina u koju su uračunati rastur i podmetači.

Projektant:

Maja Vuković Bogović, mag.ing.aedif.