
ELOT TS 1501-11-02-05-00:2023

**KREIKKALAINEN
TEKNINEN ERITELMÄ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Geolujitetut maarakenteet

Retaining structures with reinforced earth

Hinnoitteluluokka: **12**

© ELOT KREIKAN STANDARDOINTIJÄRJESTÖ

50, Kifisou Av., 121 33 PERISTERI

Johdanto

Tämä kreikkalainen tekninen eritelmä tarkistaa ja korvaa eritelmän ELOT TS 1501-11-02-05-00:2009.

Asiantuntijat ovat laatineet tämän kreikkalaisen teknisen eritelmän, ja sen on tarkastanut ja arvioinut alan valvoja/asiantuntija, joka avusti teknisten töiden eritelmien komiteaa ELOT/TE 99, jonka sihteeristö kuuluu Kreikan standardointijärjestön (ELOT) standardoinnista vastaavaan osastoon.

ELOT/TE 99 hyväksyi tämän kreikkalaisen teknisen eritelmän ELOT TS 1501-11-02-05-00 tekstin 17 päivänä maaliskuuta 2023 Kreikan standardien ja eritelmien laatimisesta ja julkaisemisesta annetun asetuksen mukaisesti.

ELOT on antanut saataville standardoinnin viitetiedoissa mainitut eurooppalaiset, kansainväliset ja kansalliset standardit.

Sisältö

Johdanto.....	4
1 Tavoite.....	5
2 Standardoinnin viitetiedot.....	5
3 Käsitteet ja määritelmät.....	6
4 Vaatimukset.....	12
4.1 Sisällytettäviä materiaaleja koskevat vaatimukset.....	12
5 Töiden toteuttamista koskevat menetelmät.....	19
5.1 Taustan muotoilu tukimuurin perustusta varten.....	19
5.2 Maantäytön maakerrosten rakentaminen ja kondensaatio.....	19
5.3 Lujitteen sovittaminen jokaiseen kerrokseen.....	20
5.4 Pinnoitteen rakentaminen.....	23
5.5 Kuivatusjärjestelmän rakentaminen.....	23
5.6 Sallitut poikkeamat.....	26
6 Valmiin työn hyväksymisperusteet.....	27
7 Töiden mittausmenetelmä.....	27
Liite A (tiedoksi) Terveyttä, turvallisuutta ja ympäristönsuojelua koskevat edellytykset.....	28
Lähteet.....	29

Johdanto

Tämä kreikkalainen tekninen eritelmä (HTS) on osa teknisiä tekstejä, jotka ympäristö-, aluesuunnittelu- ja rakennustöistä vastaava ministeriö ja rakennustalouden laitos (IOK) ovat alun perin laatineet ja jotka ELOT on myöhemmin laatinut, jotta niitä voitaisiin soveltaa kansallisten julkisten teknisten rakennustöiden rakentamiseen sellaisten töiden valmistamiseksi, jotka ovat vankkoja ja jotka pystyvät täyttämään ja tyydyttämään niiden rakentamisen sanelemat tarpeet ja jotka hyödyttävät koko yhteiskuntaa.

NQIS:n/ELOTin ja infrastruktuuri- ja liikenneministeriön välisen sopimuksen (verkkajulkaisunumero 6EOB465XΘΞ-02T) nojalla ELOTille annettiin 314 kreikkalaisen teknisen eritelmän toinen painos Kreikan teknisten eritelmien muokkaaminen ja päivittäminen sovellettavien eurooppalaisten standardien ja määräysten sekä Kreikan standardien ja eritelmien laatimisesta ja julkaisemisesta annetussa asetuksessa sekä teknisten standardointivälineiden perustamisesta ja toiminnasta annetussa asetuksessa säädettyjen menettelyjen mukaisesti.

Tämän kreikankielisen teknisen eritelmän on laatinut toimeksisaaja, joka osallistui suljettuun tarjouskilpailuun nro 1/2020 "Kreikkalaisen teknisen eritelmän 1. painoksen 314 tarkistaminen" (verkkajulkaisun numero ΩΕΕΑΟΞΜΓ-ΞΗΔ), ja sen on tarkastanut ja arvioinut valvoja/erityisasiantuntija, joka on alan asiantuntija, ja se on toimitettu julkiseen tarkastukseen. Sen hyväksyi teknisten töiden eritelmien komitea ELOT/TE 99, joka perustettiin NQIS, Δv.Σ:n toimitusjohtajan päätöksellä 285-19/08-02-2019 (ΑΔΑ6ΩΛΡΟΞΜΓ-15Ξ).

Tämä kreikkalainen tekninen eritelmä kattaa EU:n lainsäädännöstä, voimassa olevista uuden lähestymistavan mukaisista direktiiveistä ja kansallisesta lainsäädännöstä johtuvat vaatimukset, ja siinä viitataan yhdenmukaistettuihin eurooppalaisiin standardeihin ja se on niiden mukainen.

Geolujitetut maarakenteet

1 Tavoite

Tämän teknisen eritelmän tarkoituksena on vahvistaa vaatimukset sellaisten geolujitettujen maarakenteiden rakentamiselle, jotka mahdollisesti toimivat myös ulkoisina kantavina rakenteina (esim. sillan tukipilarit).

Kaaviossa 1 esitetään suuntaa-antavia tapauksia geolujitettujen maarakenteiden käyttöön otosta.

Huomautus: Tätä teknistä eritelmää ei sovelleta luonnollisten maa-ainesten lujittamiseen (esim. luonnonrinteiden niittaukset, pulttaukset ja kiinnityspisteet) eikä maa-ainesten vahvistamiseen paaluilla, mikropaaluilla, kalvoseinillä tai imeytämällä.

2 Standardoinnin viitetiedot

Näihin teknisiin eritelmiin sisältyy viittauksina muiden julkaisujen määräyksiä riippumatta siitä, ovatko ne päivättyjä. Nämä viittaukset viittaavat tekstin vastaaviin osiin, ja luettelo näistä julkaisuista esitetään alla. Kun kyseessä on viittaus päivättyihin julkaisuihin, sen myöhempiä muutoksia tai tarkistuksia sovelletaan tähän asiakirjaan, kun se on sisällytetty siihen muutoksineen ja tarkistuksineen. Päiväämättömien julkaisujen viittauksissa sovelletaan niiden viimeisintä versiota.

ELOT EN 1008	<i>Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete -- Betonin valmistukseen käytettävä vesi. Näytteenotto, testaus ja veden soveltuvuuden arviointi betonin valmistukseen, mukaan lukien betoniteollisuuden prosesseista talteen otettu vesi</i>
ELOT EN ISO 1461	<i>Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods (ISO 1461:2022) -- Kuumasinkityt pinnoitteet rauta- ja terästuotteille. Tekniset tiedot ja testausmenetelmät</i>
ELOT EN 1997-1	<i>Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules -- Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu – Osa 1: Yleiset säännöt</i>
ELOT EN 10025-1	<i>Hot rolled products of structural steels - Part 1 : General technical delivery conditions -- Kuumavalssatut rakenneteräkset. Osa 1: Yleiset tekniset toimitusehdot.</i>
ELOT EN 10080	<i>Steel for the reinforcement of concrete - Weldable reinforcing steel - General -- Hitsattavat betoniteräkset – Yleiset vaatimukset</i>
ELOT EN 10088-4	<i>Stainless steels - Part 4: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for construction purposes -- Ruostumattomat teräkset – Osa 4: Rakennuskäyttöön tarkoitetut korroosionkestävät levyt ja nauhat</i>
ELOT EN 10088-5	<i>Stainless steels - Part 5: Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes -- Ruostumattomat teräkset – Osa 5: Rakennuskäyttöön tarkoitetut korroosionkestävät tangot, valssilangat, langat, profiilit ja kirkkaat tuotteet</i>
ELOT EN 10218-2	<i>Steel wire and wire products - General - Part 2: Wire dimensions and tolerances -- Teräslanka ja teräslankatuotteet. Yleistä. Osa 2: Langan mitat ja toleranssit</i>

ELOT EN 10223-3	<i>Steel wire and wire products for fencing and netting - Part 3: Hexagonal steel wire mesh products for civil engineering purposes -- Teräslanka ja teräslankatuotteet aitausta ja verkkoa varten. Osa 3: Kuusikulmaiset teräsverkkotuotteet maa- ja vesirakentamiseen</i>
ELOT EN 10244-2	<i>Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 2: Zinc or zinc alloy coatings -- Vedetyt teräslangat ja lankatuotteet. Ei-rautametalliset pinnoitteet. Osa 2: Sinkki- ja sinkkiseospinnoitteet</i>
ELOT EN 10245-1	<i>Steel wire and wire products - Organic coatings on steel wire - Part 1: General rules -- Teräslanka ja lankatuotteet. Orgaaniset pinnoitteet. Osa 1: Yleiset säännöt</i>
ELOT EN ISO 10321	<i>Geosynthetics - Tensile test for joints/seams by wide-width strip method -- Geosynteettiset tuotteet – Vetokoe liitoksille/saumoille leveiden kaistaleiden menetelmällä</i>
ELOT EN 10326	<i>Continuously hot-dip coated steel flat products for cold forming - Technical delivery conditions -- Jatkuvatoimisella kuumaupotusmenetelmällä pinnoitetut ohutlevyrakenneteräkset – Tekniset toimitusehdot</i>
ELOT EN 12224	<i>Geotextiles and geotextile-related products - Determination of the resistance to weathering -- Geotekstiilit ja niihin liittyvät tuotteet – Säänkestävyyden sietokyvyn määrittäminen</i>
ELOT EN 12225	<i>Geosynthetics - Method for determining the microbiological resistance by a soil burial test -- Geosynteettiset tuotteet – menetelmä mikrobiologisen resistenssin määrittämiseksi maaperän hautauskokeella</i>
ELOT EN 13251	<i>Geotextiles and geotextile-related products - Characteristics required for use in earthworks, foundations and retaining structures -- Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Maanrakennustöissä, perustuksissa ja tukirakenteissa käytettäviltä geotekstiileiltä ja vastaavilta tuotteilta vaadittavat ominaisuudet</i>
ELOT EN 14475	<i>Execution of special geotechnical works - Reinforced fill -- Pohjarakennustyöt. Lujitettu täyttö</i>
ELOT TS 1501-02-07-01-00	<i>Construction of embankments with suitable excavation or borrow materials-- Pengerrysten rakentaminen soveltuvilla louhinta- tai kaivumateriaaleilla</i>

3 Käsitteet ja määritelmät

Tässä teknisessä eritelmässä käytetään seuraavia termejä ja määritelmiä:

3.1 Sisällyttäminen (Inclusions)

Sisällyttäminen on yleinen termi, joka kattaa kaikki maaperään sisältyvät keinotekoiset elementit sen käyttäytymisen parantamiseksi. Esimerkkejä sisällyttämisistä ovat teräsnauhat, geosynteettisten materiaalien levyt, teräs- tai polymeeriverkko, teräsniitit ja teräsköydet kiinnityselementtien välissä. Termiä "lujitus" käytetään vain niissä tapauksissa, joissa jännityksen siirtyminen niiden ja maa-aineksen välillä on jatkuvaa niiden pituudelta.

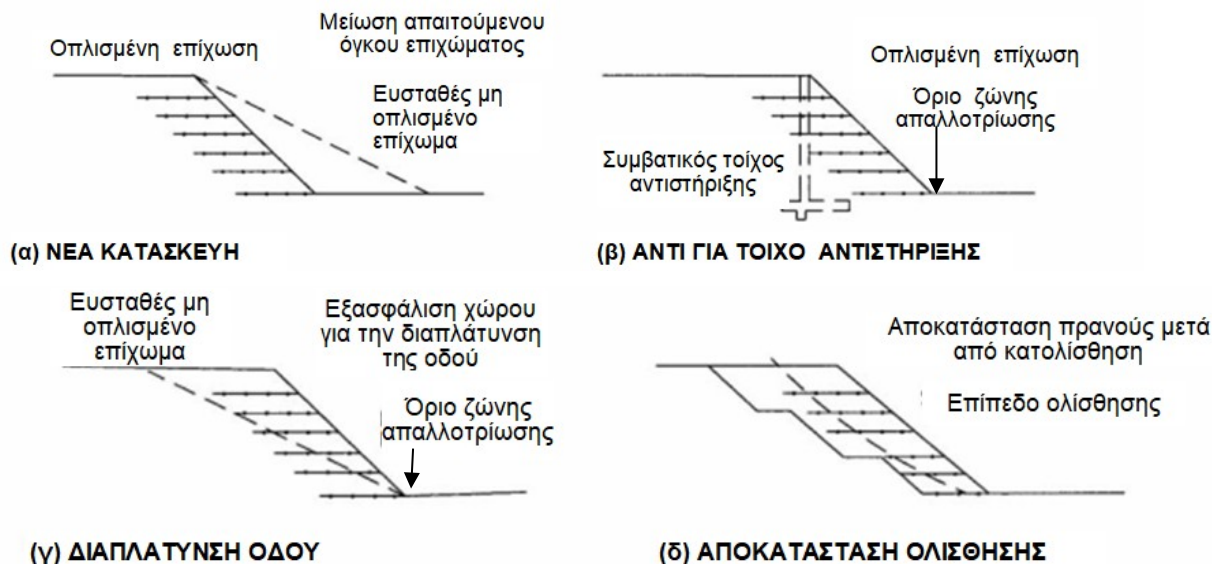
3.2 Mekaanisesti stabiloitu maaseinä – MSE seinä tai MSEW (Mechanically Stabilized Earth Wall - MSE wall or MSEW)

Yleinen termi, joka sisältää vahvistetun maan, jonka kaltevuus on suurempi tai yhtä suuri kuin 70 astetta.

Termiä käytetään, kun useat sisällytyskerrokset toimivat vahvistuksena maantäytössä. Näihin töihin sovelletaan eritelmää ELOT TS 1501-02-07-01-00.

3.3 Lujitetut penkereet (Reinforced Soil Slopes – RSS)

Lujitetut penkereet ovat lujitettuja maarakenteita, joissa on litteät raudoituselementit (vahvistus), joko koko korkeudeltaan tai paikallisesti pohjassa tai vain harjassa, ja joiden rinteiden kaltevuus on alle 70 astetta. Kerrostetut lujitteet ovat vuorovaikutuksessa kitkavoimien kautta maa-aineksen kanssa. Lujitettuja penkereitä käytetään laajalti tienrakennustöissä (ks. kuva 1).



Kuva 1 – Lujitetun penkereen soveltaminen

Οπλισμένη επίχωση	Lujitettu maantäyttö
Μείωση απαιτούμενου όγκου επιχώματος	Penkereen vaaditun tilavuuden vähentäminen
Ευσταθές μη οπλισμένο επίχωμα	Kiinteä lujittamaton penkere
(α) NEA KATAΣKEYH	a) UUDISRAKENTAMINEN
Συμβατικός τοίχος αντιστήριξης	Tavanomainen tukimuuri
Όριο ζώνης απαλλοτρίωσης	Pakkolunastusvyöhykkeen raja
(β) ANTI GIA TOIXO ANTISTHRIΞHΣ	b) TUKIMUURIN SIJAAN
Εξασφάλιση χώρου για την διαπλάτυνση της οδού	Tarjotaan tilaa tien leventämiselle
(γ) ΔΙΑΠΛΑΤΥΝΣΗ ΟΔΟΥ	c) TIEN LEVENTÄMINEN
Αποκατάσταση πρανούς μετά από κατολίσθηση	Penkereiden ennallistaminen maanvyörymisen jälkeen
Επίπεδο ολίσθησης	Liukutaso
(δ) ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ	(D) LIU'UN ENNALLISTAMINEN

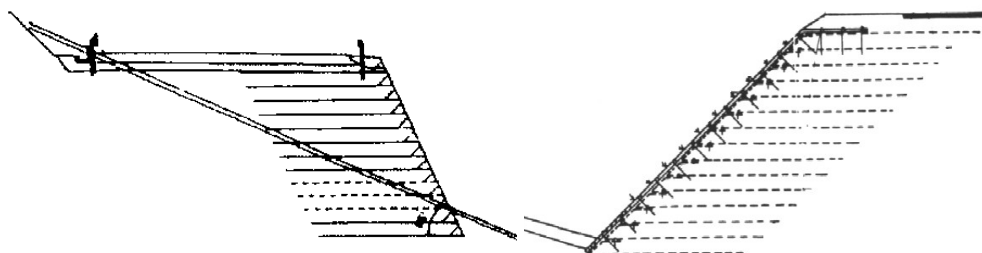
3.4 Geosynteettiset tuotteet (Geosynthetics)

Yleinen termi, joka sisältää geoteknisessä tekniikassa käytettävät joustavat polymeerimateriaalit, kuten geotekstiilit, geomembraanit, geoverkot, geosiivilät ja vastaavat geokomposiitit (koostumus vähintään 2).

3.5 Suojaverhous (Facing)

Penkereen ulkovuoraus (pintakerros) on lujitettuun penkerejärjestelmään kuuluva osa, jota käytetään estämään penkereen maa-aineksen vuotaminen raudoitusrivien välistä.

Yleisiä vuorausmateriaaleja ovat esivalmistetut betonipaneelit, paneelit, lankaverkot, hitsatut ristikot, ruiskubetoni, puurungot, polymeeriset solurakenteiset tukijärjestelmät, geosynteettiset taitettavat levyt jne. (ks. kuva 2)



Kuva 2 – Geolujitetun penkereen ulkoisen rinteen muodostaminen taittuvien ja ankkuroitujen geosyntettisten materiaalien avulla

3.6 Lujitettu täyttö (Retained backfill)

Lujitettu täyttö on se osa maan kaltevuuden poikkileikkausta, joka sijaitsee sen mekaanisesti vakautetun vyöhykkeen takana.

3.7 Maantäyttö (Reinforced fill)

Maantäyttö on osa maan kaltevuuden poikkileikkausta, johon lujitus sijoitetaan.

3.8 Lujitetut penkereet (RSS)

Lujitetut penkereet (RSS) ovat lujitetun maaperän muoto, jossa litteät vahvistuselementit liitetään kalteviin geomateriaalirakenteisiin, joiden kaltevuus on alle 70 astetta.

3.9 Maantäyttö

Maantäyttö on täyttömateriaali, johon lujitteet sijoitetaan.

3.10 Geolujitettujen maarakenteiden luokitus ja ominaisuudet

3.10.1 Luokittelu perustuu käyttöikään ja lujitteiden mahdollisen pettämisen seurauksiin

Käyttöiällä tarkoitetaan hankkeen käyttöikäluokkaa eurokoodi 1990:n mukaan. Seuraavassa eurokoodin 7 (ELOT EN 1997-1) kansallisen liitteen taulukossa (ELOT EN 1997-1) esitetään ohjeelliset geoteknisten töiden käyttöiän arvot, jotka perustuvat vuoden 1990 eurokoodin taulukkoon 2.1 (kohta 2.3):

Taulukko 1 – Geolujitettujen maarakenteiden luokat

Hankkeen elinkaaren luokka	Ohjeellinen käyttöikä (vuosina)	Esimerkkejä
0	2	Kiinnityslevyjen väliaikaiset kiinnityspisteet käytettäväksi ainoastaan rakennustyön aikana
1	10	Tavanomaiset määräaikaiset työt
2	25	Vaihdettavat rakennusosat
3	25	Maatalousrakenteet ja niiden kaltaiset rakennustyöt
4	50	Tavanomaiset maa- ja vesirakenteet, kuten tavanomaiset rakennukset, tavanomaiset tukirakenteet ja tavanomaiset tierakenteet.
5	100	Vaativat maa- ja vesirakennushankkeet, kuten sillat, julkiset rakennukset, moottoritiet jne.

Eurokoodi 7:n kansallisen liitteen (ELOT EN 1997-1) mukainen hankkeiden luokittelu geoteknisiin luokkiin perustuu mahdollisiin taloudellisiin ja sosiaalisiin seurauksiin ihmisille, naapurirakenteille ja ympäristölle, jos hanke epäonnistuu, seuraavasti:

- Geotekniseen luokkaan 1 kuuluvat hankkeet, joiden vaikutus on vähäinen.
- Geotekniseen luokkaan 2 kuuluvat hankkeet, joilla on kohtalainen vaikutus.
- Geotekniseen luokkaan 3 kuuluvat hankkeet, joilla on vakavia vaikutuksia.

Ενισχύσεις	Lujitteet
Επένδυση	Verhous
Πίσω μέρος τοίχου	Muurin takaosa
Οπλισμένο	Tukee
α) Διαμόρφωση μετώπου με συναρμολογούμενα στοιχεία	a) Etuosan konfigurointia kootuilla elementeillä
β) Κλιμακωτός τοίχος	b) Porrastettua seinää
γ) Τραπεζοειδής τοίχος	c) Puolisuunnikkaan muotoista seinää
Στηθαίο οχήματος	Ajoneuvon suojakaide
οδόστρωμα	jalkakäytävä
Στηθαίο	Suojakaide
Επάνω μέρος της ενισχυμένης πλήρωσης	Vahvistetun täytteen yläosa
δ) Αντιστήριξη σε όλο το ύψος	d) Tuki koko korkeudella
ε) Αντιστήριξη σε επιμέρους τμήμα	e) Tuki alaosassa
στ) Φράγμα	f) Pato
ζ) Οπλισμένος τοίχος αντιστήριξης	g) Geolujitettu muuri
η) Τοίχος με απότομη κλίση – (απότομο πρανές)	h) Jyrkkärintainen seinä – (jyrkkä rinne)
θ) Τοίχος σε έδαφος με απότομη κλίση	l) Muuri jyrkästi kaltevalla maalla
ι) Τοίχος με φύτευση πράσινου	J) Viherseinä
κ) Τοίχος αντιστήριξης (back to back)	k) Tukimuuri (back to back)
λ) Ακρόβαθρο από οπλισμένη γη	l) geolujitettu sillan tukipilari
μ) Μεικτό ακρόβαθρο	m) Sekalainen tukipilari

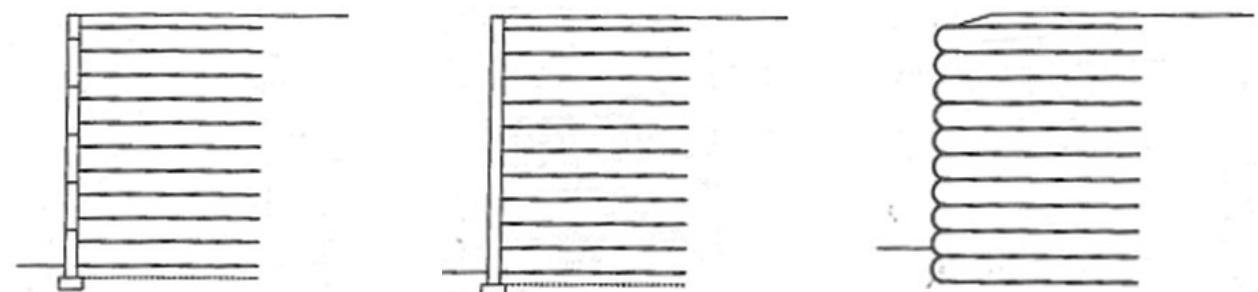
Lujitetut maarakenteet rakennetaan sisällyttämällä teräs- tai geosynteettisiä vahvistusmateriaaleja (esim. metallinauhoja, metalliristikkoja, geotekstiilejä ja geosiivilöitä) maaperän täyttömateriaaleihin täyttökerrosten rakentamisen aikana.

Muodostuneen penkereen pinnalle (kulma vaakatasoon nähden $\geq 70^\circ$) rakennetaan jäykkä tai joustava pinnoite raudoituksen ulkoista kiinnitystä varten ja esteettisistä syistä (sileän pinnan muodostaminen).

Γιακκή pinnoite voi koostua jatkuvasta elementistä (koko tukirakenteen korkeudella) tai erillisistä elementeistä (yksittäisissä osissa tukirakenteen kokonaiskorkeutta), jotka on valmistettu betonista, ruiskubetonista, metallilevyistä, metalliristikkoista, puusta tai näiden yhdistelmästä (kuva 4a, 4b).

Joustava pinnoite koostuu elementeistä, jotka ovat synteettisten lujituselementtikerrosten kelautuvia jatkeita, jotka ympäröivät täyttömateriaalia ulkoisesti (kuva 4c).

Joustaviin pinnoituselementteihin kuuluvat myös kivikorirakenteet, joissa on tai ei ole kiinnitystä lujitetun maaperän runkoon, sekä hybridirakenteet, joissa on avoimia tehdasvalmisteisiä harkkoja ja istutuksia



a) Etuosan konfigurointi kootuilla elementeillä

b) Etuosan konfigurointi täyskorkeilla paneeleilla

c) Etuosan konfigurointi taitetuilla geosynteettisillä tuotteilla

Kuva 4 – Geolujitettujen maarakenteiden pintapeitetyypit

Edellä mainitut ovat tapoja konfiguroida tukimuurit pystysuoralla tai erittäin jyrkällä rinteellä ($\geq 70^\circ$), eli jyrkemmällä kuin vapaan (ei-lujitetun) rinteiden vakaa kaltevuus.

On korostettava, että hyvin jyrkkärinteisten penkereiden rakenteen vuoksi penkereen perustukseen kohdistuvat rasitukset kasvavat, minkä vuoksi perustuksen maaperän vakauden ja muodonmuutosten tarkastaminen on erittäin tärkeää.

Tämä on vielä tärkeämpää, koska vahvistetut maaperän rinteet rakentuvat yleensä hyvin kaltevalle maaperälle tai pehmeälle ja kokoonpuristuvalla maaperällä.

Tekijät, jotka vaikuttavat geolujitetun maarakenteen pitkäaikaiseen käyttäytymiseen, esitetään taulukossa 2.

Nämä tekijät riippuvat käytetystä rakennusmenetelmästä, käytettyjen maantäyttömateriaalien ominaisuuksista ja lujituselementeistä sekä ulkoisten tekijöiden, kuten ulkoisten kuormitusten ja huokosiin kohdistuvan vedenpaineen kehitymisestä.

Taulukko 2: Tekijät, jotka vaikuttavat geolujitettujen maarakenteiden pitkäaikaiseen käyttäytymiseen

Lujituselementit	Maa-ainekset	Rakennustekniikka
Koostumus Kestävyys Tyyppi Pintojen ominaisuudet Mitat Kestävyys ja jäykkyys	Raekoko ja muoto Raekokojakauma Yhdenmukaisuusrajat Mineraloginen koostumus Kestävyys	Valmistusmenetelmä Kondensointityöt Hallinto:
Lujituselementtien järjestely	Maa-ainesten kunto	Geolujitettu rakenne
Sijoittaminen Etäisyydet Suuntaus	Tiheys Intensiivinen tilanne Saturaatioaste Kuivatusolosuhteet	Geometria Pohjan ehdot Käyttö

4 Vaatimukset

4.1 Sisällytettäviä materiaaleja koskevat vaatimukset

Sisällytetyt tai käytetyt materiaalit ovat seuraavat:

1. Maaperän täyttömateriaalit

Näiden materiaalien on täytettävä tämän teknisen eritelmän hyväksymiskriteerit ja tutkimuksen vaatimukset alkuperän, luokittelun, plastisuuden, kemiallisten ja sähkökemiallisten ominaisuuksien, kestävyden, mutta myös kondensaatiokosteuden ja kondensaatiotilan osalta (kerrospaksuus, haluttu tiheys ja kondensaatiomenetelmä).

2. Lujittaminen

Metallista (yleensä teräs)kaistaleista tai -tangoista tai geosynteettisistä tuotteista (polymeereistä) valmistetut lujituselementit kaistaleina tai verkkoina. Geosynteettiset polymeeriset lujituselementit voivat olla kudottuja geotekstiilejä, geosiivilöitä tai geoverkkoja. Lujituselementtien materiaalien on täytettävä tämän teknisen eritelmän hyväksymiskriteerit ja tutkimuksen vaatimukset seuraavien seikkojen osalta:

- a) niiden laatu ja vetolujuus, leikkaus, taivutus ja korroosio (erityisesti metallielementtien osalta) sekä kyseisten ominaisuuksien pitkän aikavälin käyttäytyminen (erityisesti polymeerien osalta); ja
- (b) niiden vuorovaikutusmekanismin kehittäminen ympäröivän maa-aineksen kanssa.

3. Julkisivumateriaalit

Julkisivuelementtejä tarvitaan lujitetuilla penkereillä, joiden kaltevuus on yli 70° lujitteen ulkoiseen kiinnitykseen ja lujitteen suojaamiseen, mutta myös toiminnallisista ja esteettisistä syistä (sileän pinnan muodostuminen).

Julkisivuelementit ovat:

- (a) synteettisistä materiaaleista (polymeereistä) tai lankaverkosta valmistettuja joustavia elementtejä, jotka sulkevat maantäyttömateriaalit ulkoisesti, tai
- (b) ruiskubetonista valmistetut jäykät elementit tai betonista, metallilevyistä tai -verkosta, puusta tai edellä mainittujen yhdistelmästä valmistetut tehdasvalmisteiset elementit.

On huomattava, että joustaviin elementteihin sisältyvät kiviverkkopäällysteet.

4.1.1 Maaperän täyttömateriaalit

Kaikissa taulukossa 1 esitetyissä geolujitettujen maarakenteiden luokissa nämä materiaalit ovat yleensä rakeisia, ja niiden raekokojakauma on hyvä, eivätkä ne ole peräisin murenevista materiaaleista (ellei tätä ole otettu huomioon suunnittelussa asianmukaisella levitys-, kostutus- ja tiivistämismenetelmällä).

Yleensä materiaalien on täytettävä ELOT TS 1501-02-07-01 -standardin vaatimukset lujittamattomien penkereiden osalta.

Saven maantäyttömateriaalien käyttöön sovelletaan ELOT-standardissa EN 14475 vahvistettuja rajoituksia.

Maantäyttömateriaalien on täytettävä tutkimuksen vaatimukset alkuperän, luokittelun, pakkasenkestävyyden, plastisuuden, leikkauslujuuden vähimmäiskulman (kitkakulma), kondensaatiokosteuden sekä levitys- ja kondensaatiomenetelmän osalta (kerrospaksuus, haluttu tiheys ja mahdollisesti kondensaatiomenetelmä).

On huomattava, että geosyntetistien lujitteiden (polymeerien) käytössä maaperän rakeiden enimmäismitat ja niiden karheus ovat tärkeitä hyväksymistekijöitä (lujitteiden mahdollisen mekaanisen vaurion vuoksi).

Lisäksi täytemateriaalien on oltava fysikaalisilta, kemiallisilta, sähkökemiallisilta, biologisilta ja mekaanisilta ominaisuuksiltaan yhteensopivia lujituksen ja pintamateriaalien kanssa, jotta vältetään pitkäaikaiset haitalliset vaikutukset lujitukseen. Jos tämä ei ole mahdollista, lujitus ja pinnoitus on suojattava asianmukaisesti.

Edellä mainittujen vaatimusten vuoksi tavallisille penkereille sopivat materiaalit eivät usein sovellu lujitettujen penkereiden rakentamiseen. ELOT-standardiin EN 14475 perustuvassa taulukossa 3 esitetään maantäyttömateriaalien sähkökemialliset ominaisuudet yhdessä erilaisten käytettyjen metallisten lujitteiden kanssa.

Taulukko3 – Maantäyttömateriaalien sähkökemialliset ominaisuudet yhdessä erilaisten metallilaitteiden kanssa ELOT-standardin EN 14475 :2006 mukaan (taulukko B.1)

ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ					Λωρίδες,				Συγκολλημ. πλέγματα, πλαίσια και ράβδοι		Συρμάτινα πλέγματα		
Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με τη διαβρωτικότητα					Μη γαλβανισμένος χαλύβας	Θερμός γαλβανισμός (35 μm)	Θερμός γαλβανισμός (70 μm)	Επίστρ. ψευδ/ρου /αλουμιν (Zn85Al15, επίστρ. με θερμ ψεκασμό 70 μm)	Μη γαλβανισμένος χαλύβας	Θερμός γαλβανισμός (70 μm)	Επίστρ/ση ψευδ/ρου /αλουμιν (Zn85Al15, επίστρ/ση εν θερμώ 35 μm)	Επίστρ/ση ψευδ/ρου/αλουμιν (Zn85Al15, επίστρ. εν θερμώ 35μm) + πολυμερ. επίστρ/ση (PVC/υ ή PE 0,5 mm)	
Σημειώσεις													
Συνήθη μεγέθη προς χρήση					3 έως 6 mm	3 έως 6 mm πάχος	4 έως 6 mm πάχος		ράβδοι Ø8 mm έως 12 mm		Σύρμα φ 2 mm έως 3 mm		
Πεδίο εφαρμογ.-Κατηγορία τεχνικού(που σχετίζεται με τη διάρκεια ζωής της κατασκευής)					(1)	Κατηγορ. 3 ή 4	Κατηγορ. 4	Κατηγορ. 4 ή 5	Κατηγορ. 4 ή 5	Κατηγορ. 4	Κατηγορ. 4 ή 5	Κατηγορ. 1	Κατηγορ. 4 για απότομες κλίσεις έως 70°
Ηλεκτρο-χημικά στοιχεία συμβατά με το συνήθη σχεδιασμό					(2)								
ΣΥΝΘΗΚΕΣ	Χερσαίο ξηρό περιβάλλον	pH		(3)	5 έως 10	5 έως 10	5 έως 10	A (9)	5 έως 10	5 έως 10	5 έως 10	3 έως 10	
		Ειδική αντίσταση	Ω cm	(4)	> 1 000	> 1 000	> 1 000		> 1 000	> 1 000	> 1 000	B (7)	
		Χλώριο Cl	ppm	(5)	< 200	< 200	< 200		< 200	< 200			
		Θειικά SO ₄	ppm	(6)	< 1 000	< 1 000	< 1 000		< 1 000	< 1 000			
	Νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα (γλυκό νερό) (8)	pH		(3)	5 έως 10	5 έως 10	5 έως 10	A (9)	5 έως 10	5 έως 10	5 έως 10	3 έως 10	
		Ειδική αντίσταση	Ω cm	(4)	> 3 000	> 3 000	> 3 000		> 3 000	> 3 000	> 3 000	B (7)	
		Χλώριο Cl	ppm	(5)	< 100	< 100	< 100		< 100	< 100			
		Θειικά SO ₄	ppm	(6)	< 500	< 500	< 500		< 500	< 500			

Μη συνήθεις Μελέτες					
ΣΥΝΘΗΚΕΣ	Θαλάσσιο περιβάλλον ή υδάτινη μάζα θαλάσσιας προέλευσης		Απαιτείται συγκεκριμένη Μελέτη. Γενικά απαιτούνται πιο παχές λωρίδες ή ράβδοι μεγαλύτερης διαμέτρου	pH 5 έως 10 καμία άλλη απαίτηση	Απαιτείται συγκεκρ. Μελέτη. Γενικά απαιτούνται ράβδοι μεγαλύτερης διαμ.
	Περιοχές επιχώσεων με υλικά βιομ/κής δραστηριότητας και υλικά υψηλής διαβρωτικότητας		Απαιτείται συγκεκριμένη Μελέτη	Απαιτ. συγκεκρ. Μελέτη	Απαιτείται συγκεκρ. Μελέτη

Υπόμνημα:



Υλικό που δεν χρησιμοποιείται συνήθως



Δοκιμή άνευ αντικειμένου



Υλικό που συνήθως δεν εφαρμόζεται

ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ	TERÄSLUJITTEET
Λωρίδες,	Nauhat,
Συγκολλημ. πλέγματα, πλαίσια και ράβδοι	Hitsatut verkot, paneelit ja tangot
Συρμάτινα πλέγματα	Lankaverkko
Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με τη διαβρωτικότητα	Luokittelu syövyttävyyden mukaan
Σημειώσεις	Huomautukset
Μη γαλβανισμένος χάλυβας	Galvanoimaton teräs
Θερμός γαλβανισμός (35 μm)	Kuumasinkitys (35 μm)
Θερμός γαλβανισμός (70 μm)	Kuumasinkitys (70 μm)
Επίστρ. ψευδ/ρου /αλουμιν (Zn85Al15, επίστρ. με θερμ ψεκασμό 70 μm)	Sinkki-/alumiinipinnoite (Zn85Al15, kuumaruisutettu 70 μm)
Επίστρ. ψευδ/ρου /αλουμιν (Zn85Al15, επίστρ/ση εν θερμώ 35 μm)	Sinkki-/alumiinipinnoite (Zn85Al15, kuupinnoite 35 μm)
Επίστρ/ση ψευδ/ρου/αλουμιν. (Zn85Al15, επίστρ. εν θερμώ 35 μm) + πολυμερ. επίστρ/ση (PVC/U ή PE, 0,5 mm)	Sinkki-/alumiinipinnoite (Zn85Al15, kuupinnoite 35 μm) + polymeeripinnoite (PVC/U tai PE 0,5 mm)
Συνήθη μεγέθη προς χρήση	Normaalikokoja, joita käytetään
3 έως 6 mm	3–6 mm
3 έως 6 πάχος	3–6 paksuus
4 έως 6 mm πάχος	4–6 mm paksuus
ράβδοι ø8 mm έως 12 mm	tangot 8 mm – 12 mm
Σύρμα ø2 mm έως 3 mm	Lanka 2 mm – 3 mm
Πεδίο εφαρμογ.-Κατηγορία τεχνικού που σχετίζεται με τη διάρκεια ζωής της κατασκευής	Soveltamisala – Rakennuksen elinkaareen liittyvä teknikon luokka
Κατηγ. 3 ή 4	Luokka 3 tai 4
Κατηγ. 4	Luokka 4
Κατηγ. 4 ή 5	Luokka 4 tai 5
Κατηγ. 1	Luokka 1
Κατηγ. 4 για απότομες κλίσεις έως 70°	Luokka 4 jyrkillä penkereillä 70° asti
Ηλεκτρ-χημικά στοιχεία συμβατά με το συνήθη σχεδιασμό	Tavanomaisen rakenteen kanssa yhteensopivat sähkökemialliset elementit
ΣΥΝΘΗΚΕΣ	EDELLYTYKSET
Χερσαίο ξηρό περιβάλλον	Maan kuiva ympäristö
Ειδική αντίσταση	Ominaisvastus
Χλώριο Cl	Kloori (Cl)
θειικά SO ₄	sulfaatit SO ₄
5 έως 10	5–10
3 έως 10	3–10
Νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα (γλυκό νερό)	Vesi, jonka suolapitoisuus on alhainen (makea vesi)
Μη συνήθεις Μελέτες	Ei-rutiinomaiset tutkimukset
Θαλάσσιο περιβάλλον ή υδάτινη μάζα θαλάσσιας προέλευσης	Meriympäristö tai merestä peräisin oleva vesimuodostuma
Περιοχές επιχώσεων με υλικά βιομ/κής δραστηριότητας και υλικά υψηλής διαβρωτικότητας	Maantäyttöalueet, joissa on teollisia materiaaleja ja erittäin syövyttäviä materiaaleja

Απαιτείται συγκεκριμένη Μελέτη. Γενικά απαιτούνται πιο παχές λωρίδες ή ράβδοι μεγαλύτερης διαμέτρου	Tarvitaan erityinen tutkimus. Yleensä tarvitaan paksummat nauhat tai halkaisijaltaan suuremmat tangot
pH 5 έως 10. Καμία άλλη απαίτηση	pH 5–10. Ei muita vaatimuksia
Απαιτείται συγκεκριμένη Μελέτη. Γενικά απαιτούνται ράβδοι μεγαλύτερης διαμ.	Tarvitaan erityinen tutkimus. Yleensä tarvitaan tangot, joiden halkaisija on suurempi.
Απαιτείται συγκεκριμένη Μελέτη	Tarvitaan erityinen tutkimus.
Υπόμνημα	Merkkien selitykset
Υλικό που δεν χρησιμοποιείται συνήθως:	Materiaali, jota ei yleensä käytetä:
Δοκιμή άνευ αντικειμένου	Testiä ei sovelleta
Υλικό που συνήθως δεν εφαρμόζεται	Materiaali, jota ei yleensä käytetä

Mahdollisessa pohjaveden kierrossa on tarkastettava myös maantäyttöön käytetyn luonnonmaan ominaisuuksien yhteensopivuus. Erityistä huomiota olisi kiinnitettävä maantäyttömateriaalien asianmukaiseen kondensoitumiseen jäykkien pinnoituselementtien tapauksessa, koska penkereen mahdolliset myöhemmät vajoamiset ja/tai muut muodonmuutokset aiheuttavat ilmeisiä vaurioita pinnoituselementeille.

4.1.2 Lujittaminen

Lujitteiden on täytettävä tutkimuksen vaatimukset lujuuden, muodonmuutoksen ja pitkäaikaisen virumiskäyttäytymisen osalta (jotta ne toimivat tyydyttävästi maantäyttömateriaalien muodonmuutosten yhteydessä) sekä syövyttävyyden ja kestävyiden osalta.

Koska teräksen käyttö maaperässä, paalujen ja putkistojen rakentamisessa on kestänyt huomattavan kauan, metallisten raudoituselementtien korroosionkestävyysvaatimukset on mahdollista määritellä asianmukaisesti. Polymeerilujitteiden (maantäyttömateriaaleissa) pitkän aikavälin virumiskäyttäytyminen katsotaan kuitenkin riittämättömäksi dokumentoiduksi ja tunnistettavaksi, vaikka useita näistä elementeistä on viime vuosina sisällytetty merkittävään määrään lujitettuja rakenteita.

Jäljempänä olevassa taulukossa 4 esitetään yhteenveto tärkeimmistä tekijöistä, jotka on tarkastettava kunkin lujitteen osalta ennen kuin niitä käytetään geolujitetuissa maarakenteissa.

Taulukko 4 – Lujitteiden tekijät, jotka on tarkastettava ja tutkittava sopivan tuotteen valitsemiseksi tapauskohtaisesti

Lähde: Sveitsin asetus SN 670 010 "Kriteerit erityyppisten geolujitettujen maarakenteiden täyttömateriaalien hyväksymiselle"

1. Fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet: Yksityiskohtainen kuvaus rakennusmateriaalista ja asiaankuuluva tekninen kirjallisuus. Lyhyen ja pitkän aikavälin käyttäytymistä koskevat tiedot: vetolujuuden raja-arvo ja suunnitteluarvo, käytettävissä olevat jännitys-venymäkäyrät, elastisuuden mittausarvo, viruminen, joustavuus, laajenettavuus, väsyminen (staattisissa ja dynaamisissa kuormitusolosuhteissa), kitkakerroin ympäröivän maa-aineksen kanssa.
2. Kestävyys
3. Käyttäytyminen sijoittelun ja käytön aikana: Kuljetuksen, varastoinnin ja hallinnan aikana aiheutuneet vahingot Vaikutus pintapeite-elementteihin
4. Tekijöiden 1, 2 ja 3 yhdistelmä
5. Rakentamisen yksityiskohdat (esim. liitännät) ja niiden vaikutus tekijöihin 1 ja 2
6. Altistuminen ulkoisille ympäristötekijöille ennen rakentamista (esim. ultraviolettisäteilyn pitkäaikaiset ja lyhytaikaiset vaikutukset)

Teräslujitteet (ks. kuva 5) voivat olla ELOT EN 10080 -standardin mukaisia tankoja (betoniraudoitukseen tarkoitettut tangot), ELOT EN 10025-1 -standardin mukaisia kuumavalssattuja teräsnauhoja tai ELOT EN 10218-2 ja ELOT EN 10223-3 standardien mukaisia teräsverkkoja.

Korroosiosuojausaste riippuu rakenteen teknisen käyttöiän vaatimuksista, ja se on määriteltävä tutkimuksessa.

Huomioithan, että ELOT EN ISO 1461 -standardin mukaisen galvanoinnin paksuuden on ELOT EN 14475 -standardin mukaan oltava vähintään 70 µm (paikallisesti). Ohuet nauhat on galvanoitava ELOT EN 10326 -standardin mukaisesti siten, että paikallinen paksuus on vähintään 35 µm.

Teräsverkossa voi olla vähintään 30 µm paksua sinkki-alumiiniseosta (Zn95Al5) oleva suojaava pinnoite ELOT EN 10244-2 -standardin mukaisesti ja lisäksi sen on lisäksi oltava suojattu PVC- tai PE-pinnoitteella, jonka paksuus on 0,5 mm.

ELOT EN 10088-4 ja ELOT EN 10088-5 mukaisia ruostumattomia teräksiä käytetään vain erityisrakenteissa.

Metalliset lujitteet on suojattava hapettumiselta varastoimalla ne kuiville ja tuuletetuille alueille valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Synteettiset lujitteet voivat olla polymeerikaistaleita, polymeerilevyjä tai polymeerisiivilöitä (ks. kuva 6), jotka ovat koostumukseltaan polyesteriä tai polyeteeniä (muita koostumuksia ei ole poissuljettu), ja niiden on täytettävä ELOT EN 13251 -standardin vaatimukset.

Tutkimuksessa on otettava huomioon niiden kestävyys ympäristön vaikutuksille (kestävyys) ELOT EN 13251 -standardin liitteen B mukaisesti ja niiden kestävyys mikro-organismien vaikutuksille ELOT EN 12225 -standardin mukaisesti.

Synteettiset lujitteet on suojattava pitkäaikaiselta altistumiselta valolle, erityisesti auringon säteilylle ja erittäin korkeille lämpötiloille varastoimalla ne suljetuissa, katetuissa tiloissa, joissa on riittävä eristys (kesäaikana). Edellä mainituista syistä ne on peitettävä maa-aineksella pian niiden sijoittamisen jälkeen.

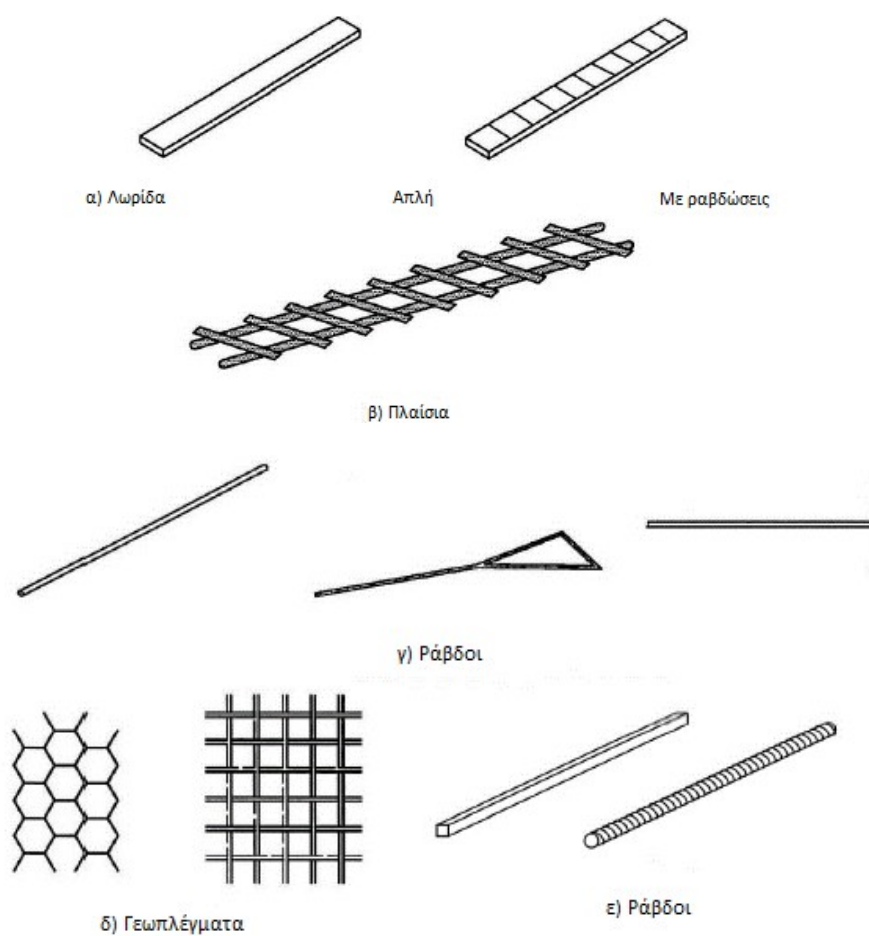
Kuumavalssatuista teräsprofiileista ja ruostumattomasta teräksestä valmistettujen lujitteiden sekä geosynteettisistä materiaaleista valmistettujen lujitteiden on oltava yhdenmukaistettujen standardien ELOT EN 10025-1, ELOT EN 10088-4, ELOT EN 10088-5 ja ELOT EN 13251 mukaisia, ja

a) niissä on oltava CE-merkintä; ja

b) niihin on liitettävä delegoidun asetuksen (EU) N:o 574/2014 mukainen suoritustasoilmoitus.

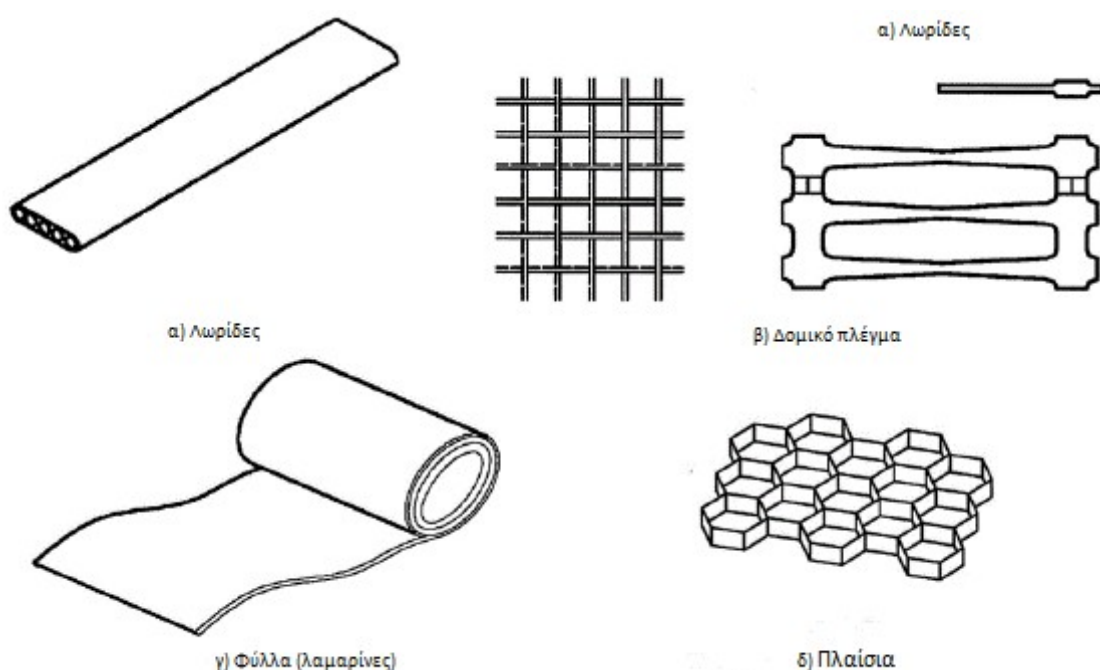
Lisäksi niiden mukana on oltava EU:lle ilmoitettujen laitosten antamat vaatimustenmukaisuustodistukset, jotka esitetään toimivaltaisen viranomaisen pyynnöstä.

Edellä mainittujen lujitetyyppien perusominaisuuksien arvojen on oltava tutkimuksen vaatimusten mukaisia, ja tutkimuksen on oltava edellä mainittujen standardien liitteessä ZA tarkoitettujen perusominaisuuksien mukainen.



Kuva 5 – Geolujitettujen maarakenteiden teräslujitteiden tyypit
(lähde ELOT EN 14475:2006 kuva D.1)

α) Λωρίδα	Απλή	Με ραβδώσεις	a) Nauhat	Yksinkertainen	Uurteinen
	β) Πλαίσια			b) Paneelit	
	γ) Ράβδοι			c) Tangot	
	δ) Γεωπλέγματα			d) Geosiivilät	
	ε) Ράβδοι			e) Tangot	



Kuva 6 – Geolujitettujen maarakenteiden polymeerilujitteiden tyypit
(lähde ELOT EN 14475:2006 kuva D.2)

α) Λωρίδες	a) Nauhat
β) Δομικό πλέγμα	b) Rakenneverkko
γ) Φύλλα (λαμαρίνες)	c) levyt (rullalevyt)
δ) Πλαίσια	d) Paneelit

4.1.3. Julkisivumateriaalit

Pinnoituselementeillä on oltava tarvittava lujuus ja joustavuus, jotta ne mahdollistavat

a) sellaisten pintojen muodostumisen, joilla on vaaditut huipputoleranssit ja planimetrinen poikkeama;

b) odotettujen differentiaalisten liikkeiden vastaanottamisen aiheuttamatta vahinkoa niille ja niiden yhteyksille lujitteisiin.

Kaikissa tapauksissa, joissa käytetään päällyste-elementtejä, niiden rakennemateriaalien on täytettävä ELOT EN 14475 -standardin kestävyysvaatimukset taulukossa 5 esitetyn yhteenvedon mukaisesti.

Lujitteiden liittäminen päällyste-elementteihin on tehtävä järjestelmän valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Joka tapauksessa pinnoituselementin on voitava vastaanottaa (säätelyturvakertoimella) vähintään yhtä suuri kuormitus kuin siihen kiinnitetyn lujitteen kantavuus.

Taulukko 5. Pinnoituselementtejä koskevat vaatimukset (ELOT EN 14475)

Vaatimukset	PINNOITUSJÄRJESTELMÄT					
	Betonipaneelit	Segmentoitu muurijärjestelmä	Hitsatun metalliverkon pinnoitusjärjestelmä	Teräsverkkojen ja kivikorien pinnoitusjärjestelmä	Puolielliptinen teräspinnoitusjärjestelmä	Pinnoitejärjestelmä, jossa on taitto
Betonin laatu	EN 206	EN 771-3				
Teräsvahvistus (paneelissa)	EN 10080 / EN 1992-1-1					
Mittatoleranssit	a	a				
Rasituksenkestäminen asennuksen aikana	a	a				
Pinnan laatu	a	a				a
Teräksen laatu			EN 10080	EN 10218-2 EN 10223-3	EN 10025-1	a
Galvanoinnin laatu			EN ISO 1461	EN ISO 1461	EN ISO 1461	
Orgaanisen pinnoitteen laatu				EN 10245-1, -2, -3		
a: Vaatimuksia on, mutta asiaa koskevaa direktiiviä/asetusta ei ole.						

5 Töiden toteuttamista koskevat menetelmät

5.1 Taustan muotoilu tukimuurin perustusta varten

Geolujitetun tukimuurin rakentaminen aloitetaan muotoilemalla perustuksen pinta täyttöpohjan rakentamista varten tarvittavaan leveyteen ja asentamalla alempi lujitekerros. Tämä pinta on kaivettava ja muotoiltava sileäksi vaaditun kaltevuuden mukaisella pinnalla ja suunnitelmassa esitetyillä välipinnoilla (jos välipinnat on suunniteltu). Perustuksen tason tulisi olla tutkimuksessa määritetyn mukainen.

Jos tutkimuksen vaatimukset eivät täyty tällä tasolla (esim. tutkimuksen ja paikan päällä vallitsevan tilanteen välisten geoteknisten olosuhteiden eron vuoksi), tutkimusta on muutettava (tarvittaessa) ja tutkimuksen uusia vaatimuksia on sovellettava (esim. louhimalla edelleen, parantamalla pohjamaata asentamalla geosiiviliä tai parannuskerros jne.).

Lopullinen perustustaso on kostutettava (tarvittaessa) ja tiivistettävä tutkimuksen vaatimusten mukaisesti. Epäsopivien materiaalien taskut on poistettava ja korvattava maaperän pengermateriaaleilla.

Yleensä julkisivun perustamispaikkaan muodostetaan kaivanto, jonka sisälle rakennetaan betoniperustus tukemaan julkisivun lisääntyneitä kuormia ja vähentämään laskeumia sekä muodostamaan tasainen pinta julkisivuelementtien kokoonpanoa varten. Tämän perustan rakentaminen on tehtävä tutkimuksen vaatimusten mukaisesti.

5.2 Maantäytön maakerrosten rakentaminen ja kondensaatio

Maantäytön maakerrosten rakentaminen ja tiivistäminen on suoritettava suunnitelman vaatimusten ja maanrakennustöiden maantäytön rakentamista ja tiivistämistä koskevien teknisten eritelmien yleisten vaatimusten mukaisesti. Lisäksi kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

1. Maantäyttömateriaalien sijoittaminen, levittäminen, tasoittaminen ja kondensaatio on suoritettava muurin julkisivun suuntaisesti. Maantäytön kerrosten pinnan on oltava hieman kallistunut (2–4 %), jotta sadevesi ei pysähdy vaan virtaa hallitulla tavalla asianmukaiseen reseptoriin.
2. Kun on kyse maantäytön materiaaleista, joissa on paljon hienojakoista kiviainesta, kondensaatiosta johtuvat ylipaineet on otettava huomioon rakentamisen aikana. Tällaisissa tapauksissa ja kun kondensaatio tapahtuu korkealla kosteuspitoisuudella, on otettava huomioon pinnoitteen mahdolliset

muodonmuutokset, koska nämä materiaalit käyttäytyvät plastisesti kondensaatiokuormituksen vuoksi (esim. vähentämällä kondensaatiokuormitusta kevyemmällä koneilla tai pienentämällä kondensaatiokosteutta).

3. Kun lujitteen ensimmäiset kerrokset levitetään (luonnolliseen maaperään) veden läsnä ollessa, lujitteet on esiasennettava niiden sijoittamisen helpottamiseksi. Jos synteettiset verkot ovat vettä kevyempiä, kaivannon pohjassa on oltava säätöjärjestelmä (esim. satunnaiset painot). Kun luonnonmaa on hyvin tiivistynyttä, on ensin sijoitettava maa-aineksen parantamiskerros (mahdollisesti geotekstiilierottimen päälle) ja sen päälle on sijoitettava lujitteen ensimmäinen kerros.

5.3 Lujitteen sovittaminen jokaiseen kerrokseen

Kun materiaali on tiivistetty lujitevyöhykkeen tasolle, lujitteet (tangot, kaistaleet tai verkot) voidaan asentaa ja kiinnittää pinnoitteen elementteihin (jos kyseessä on jäykkä pinnoite) tutkimuksen vaatimusten ja valmistajan eritelmien mukaisesti. Pinnoitteen elementteihin kiinnittymisen jälkeen lujitteet on hieman jännitetty niin, että niiden leviäminen ei aiheuta "aaltoja". Lujitteet voidaan asentaa käsin ja/tai käyttämällä kevyitä kumipyöräisiä ajoneuvoja.

Pääkuormitus suunnassa (kohtisuoraan muurin julkisivuun nähden) lujitteiden on oltava yhtäjaksoisia ilman saumoja (liitoksia) koko niiden vaaditulta pituudelta. Kuitenkin poikittaissuunnassa (muurin pituussuunnassa) lujitteiden ja nivelten muodostumisen epäjatkuvuus on väistämätöntä. Tämäntyyppisten metalliristikoiden liitokset on muodostettava siten, että vierekkäiset kerrokset limittyvät leveydeltään suunnittelun vaatimusten mukaisesti.

Jos suunnittelussa ei ole asiaa koskevaa määräystä, geosiivilöiden tai geotekstiilien käytön osalta päällekkäisyyden vähimmäiskorkeudeksi asetetaan 0,30 metriä, kun taas metalliverkkojen käytön osalta on mahdollista liittää ne toisiinsa (esim. hitsaamalla), jotta kehittyvät vetokuormat voidaan ottaa turvallisesti vastaan.

Jos käytetään isotrooppisia verkkoja (joissa on sama lujuus molempiin suuntiin), ankkurin pituus on luonnollisesti sama molempiin suuntiin.

Polymeerimateriaalien lujitekerrosten väliset liitokset (linkit) jaetaan esivalmistettuihin ja rakennustöiden aikana valmistettuihin liitoksiin.

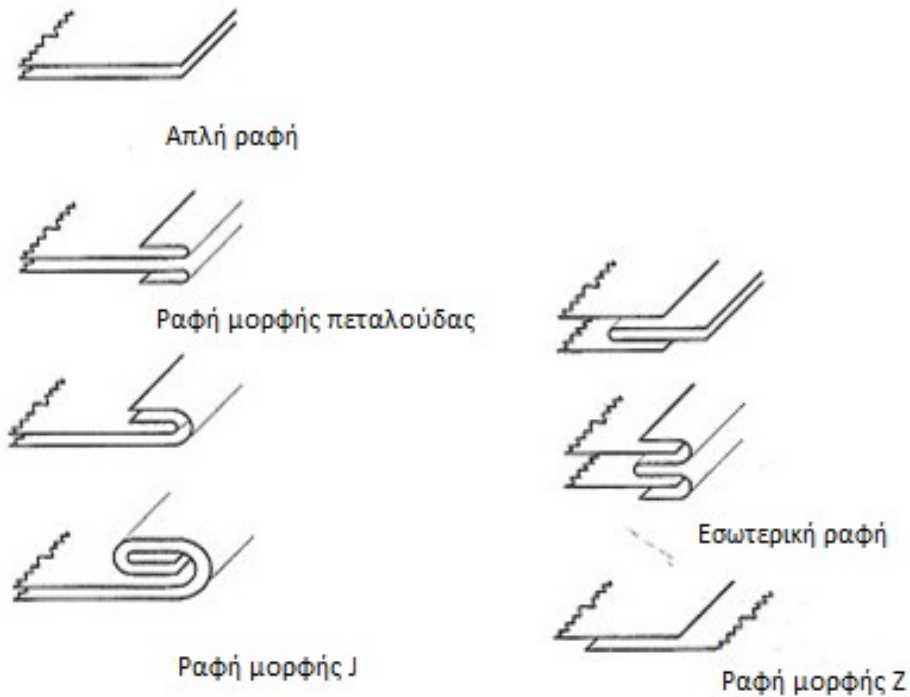
Tyypillisiä geosynteettisiä liitoksia, joissa kuormansiirtoa tarvitaan, ovat kuvan 7 saumat. Kahden geosiivilän kerroksen liittäminen toteutetaan yleensä limittämällä ne päällekkäin ja käyttämällä samanaikaisesti tankoa niiden reikien läpi (Bodkin-tyyppinen solmu, kuva 8). Erityisen huolellisesti on varmistettava, että käytetyn tangon poikkileikkaus ja lujuus on sopiva liiallisen muodonmuutoksen välttämiseksi ja että sen mitat ovat yhteensopivat geosiivilän reikien mittojen kanssa. Huomioithan, että edellä mainitut liitännät on tehtävä, jotta saavutetaan mahdollisimman suuri mekaaninen lujuus ja kestävyys. Pysyvissä lujiterakenteissa liitännöiden laadunvalvonta on suoritettava ELOT EN ISO 10321 -standardin mukaisesti.

Seinän pinnan joustavan pinnoitteen tapauksessa (jossa lujitekerrokset taittuvat muurin julkisivulla) lujiteverkkoa asennettaessa on seinäpinnan reunaan jätettävä riittävä lujitepituus myöhempää taittoa ja kiinnitystä varten suunnittelun vaatimusten mukaisesti. Kun lujitetta taitetaan, syntyvien kaarevuussäteiden on oltava yhteensopivia materiaalin teknisten ominaisuuksien kanssa halkeamien välttämiseksi.

Jos julkisivun taittomateriaali on eri kuin penkereen lujitteen materiaali, näiden kahden materiaalin liitos on tehtävä valmistajan ohjeiden mukaisesti, jotta varmistetaan maantäytön lujitteen kiinnitykseen tarvittava vetolujuus.

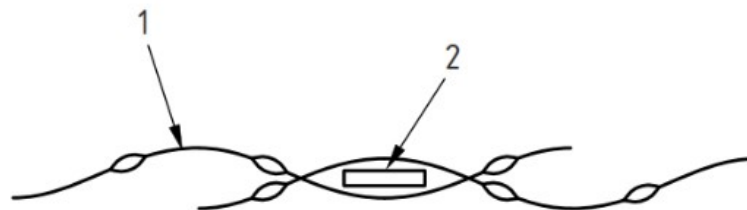
Kun kyseessä on joustava verhous, jossa muurin julkisivun lujitekerrokset taitetaan, on maakerrosten asentamisen ja verhouksen lujituksen taittamisen ja kiinnityksen välisenä aikana asennettava julkisivumateriaalin väliaikainen tukijärjestelmä (tukemattomalle korkeudelle) joko ulkoisen tukemisen avulla, esim. (kuva 9) tai sisäisellä itsekantavalla tuella, esim. asettamalla julkisivun päälle maa-aineksella täytettyjä säkkejä, jotka tukevat tilapäisesti niiden takana olevaa täyttömateriaalia, kunnes täyttömateriaalin tarvittava paksuus ja verhouksen lujitteen taittaminen on suoritettu.

Lujitteen asentaminen ja seuraavan maantäyttömateriaalin kerroksen asentaminen on suoritettava siten, että lujitteen asentamiseen ja seuraavan maantäyttökerroksen asentamiseen käytettävät koneet eivät kierrä jo asennetun lujitteen päällä ennen seuraavan täyttökerroksen asentamista.



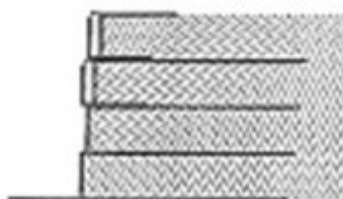
Kuva 7 – Geotekstiilisaumojen tyypit (Lähde: BS 8006, 2010 +A1:2016)

Απλή ραφή	Yksinkertainen sauma
Ραφή μορφής πεταλούδας	Perhosen muotoinen sauma
Εσωτερική ραφή	Sisäsauma
Ραφή μορφής J	J:n muotoinen sauma
Ραφή μορφής Z	Z:n muotoinen sauma



1) geotekstiiliosa, 2) sijoitettu palkki (Lähde: BS 8006, 2010 +A1:2016)

Kuva 8 – Bodkin-tyyppisten geosiivilöiden liittäminen



Σύστημα με εσωτερική αυτο-υποστήριξη

Kuva 9 – Ulkoinen tukijärjestelmä geolujitetun maarakenteen tukimuurin julkisivua varten

εξωτερική στήριξη (όταν υπάρχει χώρος)	ulkoinen tuki (jos tilaa on)
Στύλος σκαλωσιάς	Rakennustelineen pylväs
Γεωύφασμα ή γεωπλέγμα	Geotekstiili tai geosiivilä
Προσωρινή σφράγιση	Väliaikainen sinetöinti
Σύστημα προσωρινής υποστήριξης	Väliaikainen tukijärjestelmä
Σύστημα με εσωτερική αυτο-υποστήριξη	Järjestelmä, jossa on sisäinen itsekantava tuki

Lujitteen asentamisen sekä täyttömateriaalin levittämisen ja tiivistämisen aikana on noudatettava erityistä varovaisuutta, jotta vältetään päällysteen jo asennettujen pinnoituselementtien vaurioituminen (liikkeet, muodonmuutokset, halkeamat jne.), jotka ylittävät suunnittelun rakennetoleranssit ja valmistajan asettamat vaatimukset. Koneet, joiden pyöräkuorma on yli 350 kg (3,5 kN), eivät saa lähestyä muurin julkisivua tai jyrkän penkereen vapaata reunaa (jos muureissa on taipuisaa pinnoitetta) alle metrin etäisyydellä.

Raskaiden koneiden (nosturit jne.) lähestyminen penkereellä alle 1,5 kertaa muurin rakennetun korkeuden suuruisen etäisyyden päähän on suoritettava vakaustarkastuksen jälkeen.

Raskaiden lauhdutuslaitteiden (tiejyrät) vähimmäisetäisyys seinän etupuolelta on määriteltävä suunnittelussa, mutta se ei missään tapauksessa saa olla alle yksi metri. Maantäyttömateriaalin tiivistäminen osassa, johon raskailla tiivistyskoneilla ei ole pääsyä, on suoritettava jollakin seuraavista tavoista:

- a) käsikäyttöinen tai hinattava tärylevy (tärylevytiivistäjä), jonka massa on enintään 1000 kg,
- b) yksirumpuinen vedettävä tai itseliikkuva täryjyry, jonka massa on enintään 1300 kg rummun juoksumetriä kohti ja kokonaismassa enintään 1500 kg.

5.4 Pinnoitteen rakentaminen

Jäykkien julkisivuelementtien asennuksen on tapahduttava ennen maantäytön asentamista ja tiivistämistä siten, että tasoero on vähintään 15 cm (eli julkisivuelementtien on oltava vähintään 15 cm korkeammalla tasolla kuin maantäytön taso). Näiden elementtien alemman kerroksen on sisällettävä myös puolielementtejä (eli puolet täydestä korkeudesta), jotta pinnoituselementtien kiinnitysverkko muodostuu tutkimuksen ja valmistajan ohjeiden mukaisesti.

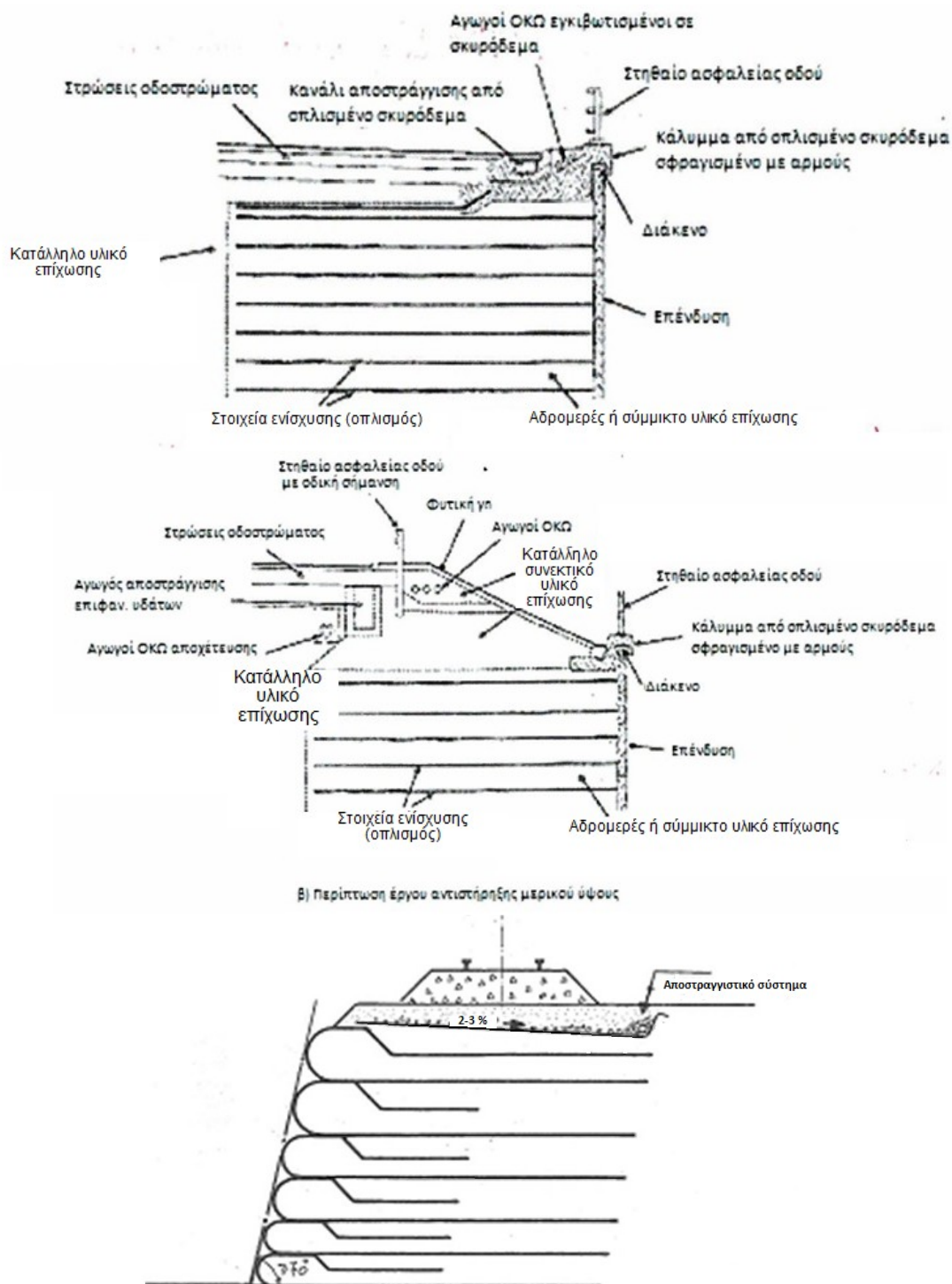
5.5 Kuivatusjärjestelmän rakentaminen

Rakenteen kuivatusjärjestelmä on välttämätön, jotta vältetään vedenpaineen kehittyminen ja lujitteiden lujuusominaisuuksien väheneminen.

Kun kyseessä ovat täyskorkeat moottoritien tai rautateiden pengertyöt (tienpohjan tai päällysrakenteen painolastin tasoon asti), pintaveden poisto voidaan toteuttaa vesitiiviillä kanavalla tienpohjan reunalla (ks. kuva 10a) tai kuvassa 10b esitetyllä järjestelyllä (veden imeytymisen estämiseksi maaperän täyttömateriaaliin).

Osittaisen korkeuden lujiterakenteiden osalta on toteutettava toimenpiteitä pinnoitteen yläosaan muodostuneen rinteeseen pintavesien tyhjentämiseksi (kuva 10).

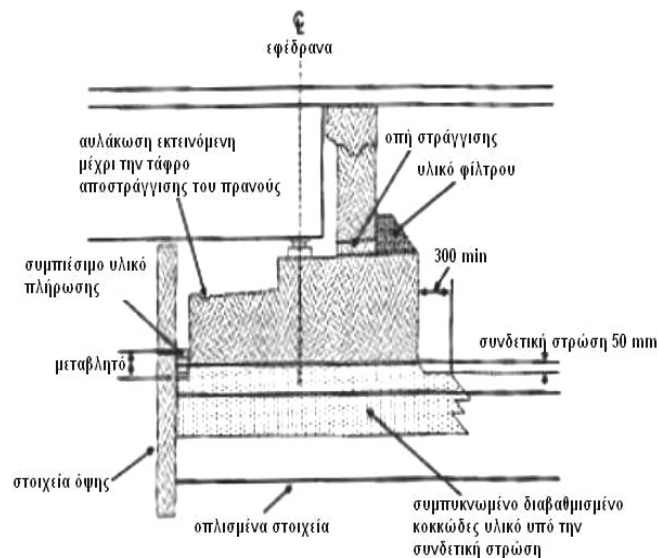
Siltojen tukipilarirakenteissa kannelta tulevien vuotojen vedenpoisto voidaan toteuttaa kuvion 11 rakenteella. Jos pohjaveden odotetaan suodattuvan luonnollisesta maaperästä (penkereen takaa) lujitettuun penkereeseen, suunnittelussa on varauduttava siihen, että penkereen pintaan ja pohjaan rakennetaan salaojituseros, joka on kosketuksissa luonnolliseen maaperään, jotta mahdollinen pohjaveden suodattuminen voidaan johtaa pois ja turvallisesti reseptoriin (kuva 12).



Kuva 10 – Esimerkki pintaveden kuivatuksesta tietöiden penkereiden geolujitetuissa maarakenteissa

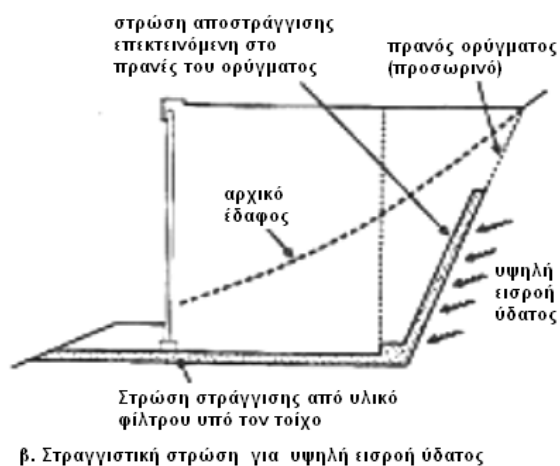
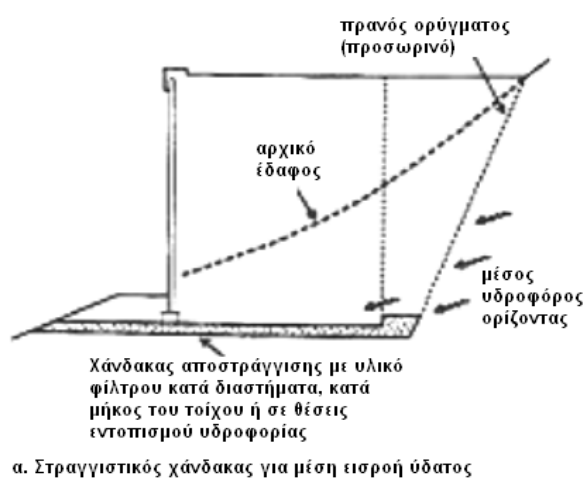
Αγωγοί ΟΚΩ εγκιβωτισμένοι σε σκυρόδεμα	Betoniin upotetut julkiset yleishyödylliset putkistot
Στρώσεις οδοστρώματος	Päällystekerrokset
Κανάλι αποστράγγισης από σπλισμένο σκυρόδεμα	Teräsbetoninen kuivatuskanava
Στηθαίο ασφαλείας οδού	Ajotien suojakaide

Κάλυμμα από οπλισμένο σκυρόδεμα σφραγισμένο με αρμούς	Teräsbetoninen kansi, jonka saumat on tiivistetty
Κατάλληλο υλικό επίχωσης	Sopiva maantäyttömateriaali
Διάκενο	Kuilu
Επένδυση	Verhous
Στοιχεία ενίσχυσης (οπλισμός)	Lujitteet (lujitus)
Αδρομερές ή σύμμικτο υλικό επίχωσης	Karkea tai sekoitettu maantäyttömateriaali
Στηθαίο ασφαλείας οδού με οδική σήμανση	Liikenneturvaeste, jossa on liikennemerkit
Φυτική γη	Kasvien maa-alueet
Αγωγοί ΟΚΩ	Julkiset yleishyödylliset putkistot
Κατάλληλο συνεκτικό υλικό επίχωσης	Sopiva yhtenäinen maantäyttömateriaali
Αγωγοί ΟΚΩ αποχέτευσης	Julkiset yleishyödylliset viemäriputket
Αγωγός αποστράγγισης επιφαν. υδάτων	Pintaveden tyhjennysputki
β) Περίπτωση έργου αντιστήριξης μερικού ύψους	b) osittaisen korkeuden lujitetun rakenteen tapaus
Αποστραγγιστικό σύστημα	Kuivatusjärjestelmä



Kuva 11 – Pintaveden viemäröinti geolujitetuissa siltojen tukipilareissa

εφέδρανα	laakerit
αυλάκωση εκτεινόμενη μέχρι την τάφρο αποστράγγισης του πρανούς	ura ulottuu penkereen ojaan
οπή στράγγισης	tyhjennysreikä
υλικό φίλτρου	suodatinmateriaali
συμπιεσίμο υλικό πλήρωσης	kokoonpuristuva täyttömateriaali
μεταβλητό	muuttuja
συνδετική στρώση 50 mm	sideainekerros 50 mm
στοιχεία όψης	julkisivuelementit
οπλισμένα στοιχεία	lujitteet
συμπυκνωμένο διαβαθμισμένο κοκκώδες υλικό υπό την συνδετική στρώση	sideainekerroksen alla oleva tiivistetty rakeinen materiaali



Kuva 12 – Pohjaveden poistaminen geolujitetuissa maarakenteissa

πρανός ορύγματος (προσωρινό)	kaivannon kaltevuus (väliaikainen)
αρχικό έδαφος	alkuperäinen maaperä
μέσος υδροφόρος ορίζοντας	keskimääräinen pohjaveden pinta
Χάνδακας αποστράγγισης με υλικό φίλτρου κατά διαστήματα, κατά μήκος του τοίχου ή σε θέσεις εντοπισμού υδροφορίας	Suodatinmateriaalia sisältävä salaoja seinää pitkin tai paikoissa, joissa on vettä
α. Στραγγιστικός χάνδακας για μέση εισροή ύδατος	a. Salaoja keskimääräiseen veden sisään virtaukseen
στρώση αποστράγγισης επεκτεινόμενη στο πρανές του ορύγματος	kaivannon rinteeseen ulottuva salaojituserros
υψηλή εισροή ύδατος	korkea veden sisään virtaus
Στρώση στράγγισης από υλικό φίλτρου υπό τον τοίχο	Muurin alla oleva suodatinmateriaalista valmistettu salaojituserros
β. Στραγγιστική στρώση για υψηλή εισροή ύδατος	B. Kuivauserros korkealle veden sisään virtaukselle

5.6 Sallitut poikkeamat

Maantäyttökerrosten rakentamisessa ja tiivistämisessä on otettava huomioon myös seuraavat seikat:

1. Maantäyttömateriaalin raemitta saa olla enintään 2/3 kunkin kerroksen paksuudesta tiivistämisen jälkeen.
2. Tiivistämisen jälkeen maakerrosten paksuuden on oltava yhtä suuri tai pienempi kuin peräkkäisten lujituskerrosten välinen pystysuora etäisyys, jonka enimmäisarvo saa olla enintään 0,90 m.

6 Valmiin työn hyväksymisperusteet

Geolujitettujen maarakenteiden rakentamisen aikana on tehtävä seuraavat tarkastukset:

1. Sen tarkastaminen, että rakenne vastaa tutkimuksessa määriteltyjä korkeuksia ja sen planimetristä sijaintia, sekä siinä määriteltyjen geometristen toleranssien noudattaminen.
2. Sopivien maantäyttömateriaalien käytön todentaminen (rahtikirjojen tarkastaminen sisällytettävien materiaalien osalta) sekä menettelyt niiden levittämiseksi ja tiivistämiseksi tämän teknisen eritelmän mukaisesti (laboratoriotestitietojen todentaminen).
3. Varmistus siitä, että lujitteet ja pinnoituselementit ovat ne, jotka on määritelty tutkimuksessa.
4. Julkisivun lujitteiden ja pinnoituselementtien, niiden sidosten ja lujitteiden kiinnityspisteiden oikean sijoittelun tarkastaminen.
5. Tarkastetaan, että muurin pinnan muodonmuutokset ovat tutkimuksen toleranssirajojen sisällä ja että ne täyttävät toiminnalliset vaatimukset.
6. Tarkastetaan, että kuivatusjärjestelmä on konfiguroitu tutkimuksen vaatimusten mukaisesti.

7 Töiden mittausmenetelmä

Mittaus tehdään kuutiometreinä rakennettua lujitettua maantäyttömateriaalia tutkimuksen ja tämän teknisen eritelmän vaatimusten mukaisesti.

Edellä mainittuihin mitattuihin työyksiköihin kuuluvat seuraavat:

1. Töiden suorittamiseen tarvittavan henkilöstön, laitteiden ja välineiden tarjoaminen ja käyttöön ottaminen tämän sopimuksen ehtojen mukaisesti.
2. Kaikkien tarvittavien materiaalien ja tarvikkeiden toimittaminen ja kuljetus etäisyyden päästä ja niiden väliaikainen varastointi
3. Niiden sisällyttäminen urakkaan
4. Materiaalien kulumisen ja huononeminen sekä poistot ja laitteiden pysähtyminen
5. Vaadittujen testien ja tarkastusten suorittaminen tämän teknisen eritelmän mukaisesti sekä korjaavien toimenpiteiden toteuttaminen (työt ja materiaalit), jos vaatimustenvastaisuuksia havaitaan testien ja tarkastusten aikana.

Sisällytetyt lujitteet mitataan painon (metallielementtien) tai pinnan perusteella niiden teknisten ominaisuuksien mukaisesti, kuten urakan sopimusasiakirjoissa on määritelty.

Sisällytetyt julkisivun jäykät pinnoituselementit mitataan neliömetreinä, kuten urakan sopimusasiakirjoissa on määritelty.

Viemärit mitataan metreissä, kuten on määritelty urakan sopimusasiakirjoissa.

Lujittamaton osa penkereestä (lujitettu maantäyttö) mitataan kuutiometreinä maan tavanomaisena kaltevuudena ELOT TS 1501-02-07-01-00 -standardin mukaisesti.

Liite A

(tiedoksi)

Terveyttä, turvallisuutta ja ympäristönsuojelua koskevat edellytykset

A.1 Yleistä

Töiden toteuttamisen aikana on noudatettava sovellettavia työterveys- ja työturvallisuustoimenpiteitä koskevia säännöksiä, ja työntekijöillä on oltava tarvittavat henkilönsuojaimet, joiden on oltava asetuksen (EU) 2016/425 säännösten mukaisia.

Urakan hyväksytyssä terveys- ja turvallisuussuunnitelmassa (HSP)/Terveyttä ja turvallisuutta koskevassa asiakirja-aineistossa (HSF) vahvistettuja vaatimuksia on myös noudatettava tiukasti ministerien päätösten ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) ja ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (ΦΕΚ/266 Β'/14-01-2001) mukaisesti.

A.2 Vaaran aiheuttajat töiden toteuttamisessa

1. Tarvittaessa työskentelyolosuhteet suljetussa tilassa tai jopa korkealla maanpinnan yläpuolella.
2. Sähköiskun riski.
3. Oikosulun ja tulipalon vaara tai tulipalon leviäminen hydraulikkaöljyihin.
4. Paineilman käyttö.
5. Raskaiden esineiden kuljetus.
6. Työskentely meluisissa olosuhteissa.

A.3 Terveys- ja turvallisuustoimenpiteet

Työn terveys- ja turvallisuussuunnitelman (HSP) määräykset on joka tapauksessa pantava täytäntöön .

Vähimmäisvaatimukset ovat seuraavat:

Turvallisuutta ja terveyttä koskevien vähimmäisvaatimusten täytäntöönpanosta tilapäisillä tai liikkuvilla rakennustyömailla annetun direktiivin 92/57/ETY (sellaisena kuin se on saatettu osaksi Kreikan lainsäädäntöä presidentin asetuksella 305/96) sekä terveyttä ja turvallisuutta koskevan Kreikan lainsäädännön (presidentin asetukset 17/96 ja 159/99 jne.) noudattaminen on pakollista.

Kaikkien yksittäisten mekaanisten laitteiden on täytettävä sovellettavat koneturvallisuusstandardit. Laitteita ja työkaluja saa käsitellä vain kokenut henkilöstö työnjohtajan valvonnassa.

Työntekijöillä on kaikissa tapauksissa oltava vaaditut henkilönsuojaimet suoritettavan työn kohteen ja sijainnin sekä käytettävien laitteiden tyyppin mukaan. Henkilönsuojaimen on oltava hyvässä kunnossa, vahingoittumaton, siinä on oltava CE-merkintä ja vaatimustenmukaisuusvakuutus asetuksen (EU) 2016/425 säännösten mukaisesti ja sen on oltava seuraavien standardien mukainen:

Taulukko A.1 – Henkilönsuojainten vaatimukset

Henkilönsuojaimen tyyppi	Asianmukainen standardi
Mekaanisilta vaaroilta suojaavat turvakäsineet	ELOT EN 388
Teollisuusturvakypärät	ELOT EN 397
Suojavaatetus – Yleiset vaatimukset	ELOT EN ISO 13688
Henkilönsuojaimet – Turvakengät	ELOT EN ISO 20345

Lähteet

- [1] BS 8006-1:2010+A1:2016, *"Lujitetun/geolujitetun maaperän ja muiden maantäyttöjen käytäntösäännöt"*
- [2] Sveitsiläinen säädös SN 670 010 " *Maaperän täyttömateriaalien hyväksymisperusteet erityyppisille geolujitetuille maarakenteille*"
- [3] Laki 1568/85 *"Työterveys ja turvallisuus"* (A' 177).
- [4] Presidentin asetus 396/94 *"Terveyttä ja -turvallisuutta koskevat vähimmäisvaatimukset työntekijöiden käyttämille henkilönsuojaimille työpaikoilla direktiivin 89/656/ETY mukaisesti"* (A' 220).
- [5] Presidentin asetus 397/94 *"Terveyttä ja -turvallisuutta koskevat vähimmäisvaatimukset kuormien manuaaliselle käsittelylle silloin, kun on olemassa erityisesti työntekijöiden selkävamman vaara neuvoston direktiivin 90/269/ETY mukaisesti"* (A' 221).
- [6] Presidentin asetus 105/95, *"Vähimmäisvaatimukset työturvallisuus- ja/tai terveystarkkailun antamiselle työssä direktiivin 92/58/ETY mukaisesti"* (A' 67).
- [7] Presidentin asetus 305/96 *"Turvallisuutta ja terveyttä koskevat vähimmäisvaatimukset tilapäisillä tai liikkuvilla rakennustyömailla direktiivin 92/57/ETY mukaisesti"*, yhdessä työministeriön kiertokirjeen 130159/7.5.97 ja ympäristön, aluesuunnittelun ja yleisten töiden ministeriön kiertokirjeen nro 11 (Pöytäkirja nro. Δ16α/165/10/258/AΦ/ 19.5.97) kanssa, joka koskee mainittua asetusta (A' 212).
- [8] Presidentin asetus 338/2001, *"Työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden suojeleminen kemiallisista tekijöistä aiheutuvalta riskeiltä"* (A' 227).
- [9] Euroopan parlamentin ja neuvoston 9 päivänä maaliskuuta 2016 annettu asetus (EU) 2016/425 *henkilönsuojaimista ja neuvoston direktiivin 89/686/ETY kumoamisesta*.
- [10] Ohjeet sellaisten tutkimusten laatimiseksi, jotka koskevat lujitettuja penkereitä *Egnatia Motorway SA – 3. painos – lokakuu 2007*.
- [11] F.H.W.A.-NHI-00-043 (2001), *"Mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes design and construction guidelines"*, U.S. Department of Transportation U.S.A.
- [12] HA 68/94 (1994), *"Design Methods for the reinforcement of the Highway Slopes by reinforced soil and soil Nailing techniques"* Highways Agency, UK.