

Laatija
UUMA4-ohjelma

Asiakirjatyyppi
Opas

Päivämäärä
20.12.2023, koekäyttöön

Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus

SSV.1	≤ 100
SSV.2	≤ 200
SSV.3	≤ 300
SSV.4	≤ 400
SSV.5	≤ 500
SSV.7	≤ 700
SSV.9	≤ 900

Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus

Projekti	UUMA4-ohjelma
Asiakirjatyyppi	Vähähiilisyysluokittelu
Versio	1.0 Koekäyttöön
Päivämäärä	20.12.2023
Laatija	Juha Forsman, Tuuli Teittinen

Tämä raportti on tehty UUMA4-ohjelman työryhmässä 7 ”Syvästabiloinnin uusiosideaineet” vuosina 2021-2023. Työryhmässä ovat olleet mukana:

- Mirva Koskinen, Mikko Suominen, Virpi Nikulainen / Helsingin kaupunki
- Heikki Kangas / Vantaan kaupunki
- Iina Kallio / Espoon kaupunki
- Karoliina Tuukkanen / Tampereen kaupunki, KIEPPI
- Veli-Matti Uotinen / Väylävirasto
- Tommi Itkonen / Lounais-Suomen jätehuolto Oy
- Timo Ylitalo, Jyrki Pihlajamäki/ KFS Finland Oy
- Olli Ormio / YIT infra Oy
- Niko Asikainen / Skanska Infra Oy
- Ville Niutanen / Tieluiska Oy
- Miia Paatsema /Destia
- Kari Kuusipuro / Nordkalk Oy Ab
- Pekka Rantala / UPM Kymmene Oyj
- Juha Koskinen / Tapojärvi Oy
- Jussi Reinikainen / SYKE
- Suvi Salmela, Jenni Rovio / Motiva
- Leena Korkiala-Tanttu / Aalto-yliopisto
- Juha Forsman, Merja Autiola, Otto Kaarto, Taavi Valjakka / Ramboll Finland Oy

Sisältö

1. Menetelmä syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyyden esittämiseksi	3
2. Miksi tarvitaan vähähiilisyy.luokitus?.....	4
3. Syvästabilointimenetelmä.....	5
4. SSV-luokituksen periaatteet.....	6
5. SPV-luokituksen periaatteet.....	7
6. SMV-luokituksen periaatteet	11
6.1 Täyteaine ja lisärunkoaine.....	11
6.2 Massastabilointi pilaristabilointikoneella	14
7. Päästökertoimen määrittäminen ja ilmoittaminen	15
7.1 Sideaineen valmistuksen (A1-A3) hiilidioksidipäästöjen määrittäminen.....	15
7.2 Sideaineen kuljetuksen (A4) päästöjen määrittäminen.....	16
8. Luokiteltujen sideaineiden saatavuus.....	17
9. SSV-luokitus ja syvästabiloinnin hankinta	18
9.1 Mitoitus ja luvitus	18
9.2 Leikkauslujuuden määrittäminen ja sideainereseptöinti.....	18
9.3 Sideainereseptöinti tilaajan vastuulla, SSV (ve 1.1).....	19
9.4 Sideainereseptöinti urakoitsijan vastuulla, SSV (ve 2.1)	20
10. SPV- ja SMV-luokitus Syvästabiloinnin hankinnassa.....	22
10.1 Kokonaisurakka, SPV (ve 1.2 ja 2.2)	22
10.2 Yhteenveto	23
10.4 SMV-luokitus massastabiloinnin hankinnassa.....	24
10.3 ST- tai KVR-urakka.....	25
10.5 Riskit ja menetelmän kehitystarpeet	25
Kirjallisuus	27

Liitteet

SSV- ja SPV-luokkien soveltamisen vaikutus työselostukseen, 4 × esimerkki:

Liite 1: ve 1.1 Tilaajan sideaineresepti ja max. SSV-luokka vaihtoehdoiselle sideaineelle (2 s.)

Liite 2: ve 1.2 Tilaajan sideaineresepti ja max. SPV ja SSV-luokka sideainereseptille (2 s.)

Liite 3: ve 2.1 Urakoitsijan sideaineresepti ja max. SSV-luokka sideaineelle (2 s.)

Liite 4: ve 2.2 Urakoitsijan sideaineresepti ja max. SPV- ja SSV -luokka sideainereseptille (2 s.)

Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus

1. Menetelmä syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokituksen esittämiseksi

Hankinnat on tunnustettu keskeiseksi työkaluksi erilaisten kansallisten ja organisaatiokohtaisten strategisten tavoitteiden käytäntöön viennissä. Vaatimuksena käyttöön hyväksyttävälle kriteereille on se, että niiden tulee olla hankintalain mukaisia, todennettavia, kyseiseen hankintaan keskeisesti liittyviä ja markkinoita kannustavia.

Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus helpottaa vähähiilisen sideaineen valintaa stabiloinnin suunnittelu- ja hankintavaiheessa. Tavoitteena on, että syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokituskokonaisuudesta muodostuu vallitseva, kansallinen tapa sideaineiden ja stabiloidun maan luokitteluun hiilidioksidipäästöjen perusteella. Luokitus tukee hiilidioksidipäästöjen laskentaa ja antaa vertailukelpoisia tuloksia erilaisten sideainevaihtoehtojen ja sideainereseptien (laatu+määrä) kesken.

Syvästabiloinnin Sideaineiden Vähähiilisyysluokitus (SSV), StabilointiPilareiden Vähähiilisyysluokitus (SPV) ja massaStabiloidun Maan Vähähiilisyysluokitus (SMV) ovat syvästabiloinnin hankinnassa käytettäviä kansallisia vapaaehtoisia menettelyjä syvästabiloinnin hiilidioksidipäästöjen (CO₂e) vähentämiseksi. Luokitus ei ota kantaa sideaineiden paikallisiin ympäristövaikutuksiin. SSV-luokitus on tarkoitettu käytäväksi pilari- ja massastabiloinnin sideaineille itsenäisesti tai yhdessä SPV- tai SMV-luokituksen kanssa. Luokittelujen soveltaminen pilaristabiloinnin ja massastabiloinnin hankintaan on esitetty luvuissa 9.3-9.4 ja 10.

Luokitusten tarkoituksena on luoda alalle tuotemerkeistä riippumaton yhtenäinen tapa kuvata erilaisten syvästabiloinnin sideaineiden hiilidioksidipäästöjä ja syvästabiloidun maan aikaansaamiseksi muodostuvia hiilidioksidipäästöjä. Menetelmän avulla tilaaja tai stabilointiurakoitsija voi valita vähähiilisemmän stabiloinnin sideaineen ilman, että kilpailua rajoitetaan. Tilaaja voi asettaa kohde- tai stabiloinnin osa-aluekohtaisesti sideaineelle tai stabiloidulle maalle vähähiilisyysluokan ja stabiloinnin urakointi voidaan kilpailuttaa normaaliin tapaan.

Luokituksessa lähtökohtana on se, että päästökompensatioita ei käytetä syvästabiloinnin sideaineen hiilijalanjäljen laskemiseen ja tuotteen aitojen omien valmistuksen ja kuljetuksen päästöjen on jätävä määritetty rajan eli SSV, SPV tai SMV-luokan alle.

SSV-, SPV- ja SMV-luokitukset on tehty vuosien 2021-2023 aikana UUMA4-ohjelmassa, jossa luokitusten tekemiseen ja kommentointiin ovat osallistuneet UUMA4-ohjelman työryhmä 7 ”Syvästabiloinnin uusiosideaineet” jäsenet, jotka ovat tilaajien, sideainetoimittajien, syvästabilointiurakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja muiden asiantuntijoiden edustajia.

Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyys luokittelun jalkauttaminen käytäntöön on suunniteltu tehtäväksi UUMA5-ohjelmassa. Tässä esitettyä menettelyä on mahdollista soveltaa nykyiselläänkin tilaajan tapauskohtaista harkintaa ja asiantuntemusta käyttäen.

2. Miksi tarvitaan vähähiilisyysluokitus?

Hiilidioksidipäästöjen vähentäminen rakennetussa ympäristössä on ensisijaisen tärkeää. Infrarakentamisessa on merkittävästi päästövähennyspotentiaalia (Lehtovirta 2023). Päästöjen vähentämiseen motivoivat myös päästökaupan aiheuttamat kustannukset ja EU:n tulevan taksonomian vaikutus rakentamisen hiilidioksidipäästöjen huomioimiseen.

Useiden tilaajien hiilineutraalisuuden tavoitteissa korostetaan päästövähennysten tarvetta ja kehityskohteina mainitaan mm. ympäristökriteerit hankinnoissa, ilmastovaikutusten arvioinnin kehittäminen ja kierrätysmateriaalien käytön lisäämiseen tähtäävät toimet. Näiden tavoitteiden saavuttamiseen tähtäävät myös esim. hankinnoissa käytettävät päästörajat. Päästöjä on vähennettävä nykyisestä kaikkialla, jotta hiilineutraalisuustavoitteeseen voidaan päästä. Silloin, kun on mahdollista valita ympäristölle ja/tai ilmastolle parempi tuote tai ratkaisu, tilaajan tulee edistää tällaisten tuotteiden käyttöä.

Useimmilla julkisilla tilaajilla on vähähiilisyystavoitteet, joiden toteutuminen vaatii toimenpiteitä, joilla on oikeasti vaikutusta päästöihin. Kun syvästabiloinnissa käytetään kalkkisementti sideaineseosta, on menetelmä hyvin runsaspäästöinen. Päästöihin voidaan kuitenkin vaikuttaa merkittävästi sideainevalinnalla. Esimerkkinä vaikutusmahdollisuudesta voidaan esittää sideaineiden Nordkalk Terra KC50 ja Terra GTC valmistuksen 04/2022 ilmoitetut päästökerroimet (A1-A3), jotka ovat 844 ja 186 kg CO₂e / t eli GTC:n valmistuksen päästökerroin on vain 22 % kalkkisementin KC50 valmistuksen päästökertoimesta (Nordkalk 2022).

Kalkkisementtiä on käytetty Suomessa syvästabiloinnin sideaineena 1980-luvulta ja GTC:tä 1990-luvulta alkaen (vuoteen 2008 tuotemerkillä FTC). GTC:n reseptissä on suuri osa kierrätysmateriaalia (sementti CEMIII, kipsi ja kiertotaloustuote, joka jää yli kalkin sammutusprosessista), mikä aikaansaa tuotteen pienen päästökertoimen. Muita kierrätysmateriaaleja, joita käytetään uusiosideaineissa, ovat mm. erilaiset kuonat ja lentotuhkat.

Syvästabiloinnin hiilidioksidipäästöistä valtaosa muodostuu sideaineiden valmistuksesta ja kuljetuksesta. Työsuoritteiden osuus hiilidioksidipäästöistä on esimerkkilaskelman mukaan pilaristabilointikohteessa n. 7 % kalkkisementillä KC50 ja n. 20 % GTC:llä, joten sideaineen valmistuksen ja kuljetuksen osuudet ovat n. 93 ja 80 % stabilointipilareiden hiilidioksidipäästöistä (A1-A4). Työsuoritteen päästö kg CO₂e pilarimetriä kohden on sama molemmilla sideaineilla.

Edellä käytetyt, ja muualla tekstissä käytettävät, A1-A4 viittaavat tuotteen elinkaaren vaiheisiin. Infrarakenteen elinkaari on jaettu standardissa 15643 eri vaiheisiin, jotka on edelleen jaettu informaatiomodulleihin. Käyttöä edeltävät elinkaarivaiheet koostuvat A-modulleista, jotka on jaoteltu esivalmisteluun, tuotteiden valmistukseen ja rakennusvaiheeseen. Itse käyttövaihetta varten on B-moduulit, jotka on jaoteltu vielä tarkemmin kuvaamaan eri käytön aikana tapahtuvia vaiheita. C-moduuli on taas elinkaaren loppuvaihe, joka tarkoittaa purkamista ja siihen liittyviä toimintoja. D-moduuli ei liity suoraan systeemin elinkaareen, vaan kuvaa ulkopuolisia hyöty- ja haittavaikutuksia. (SFS-EN 15643, 2021)

3. Syvästabilointimenetelmä

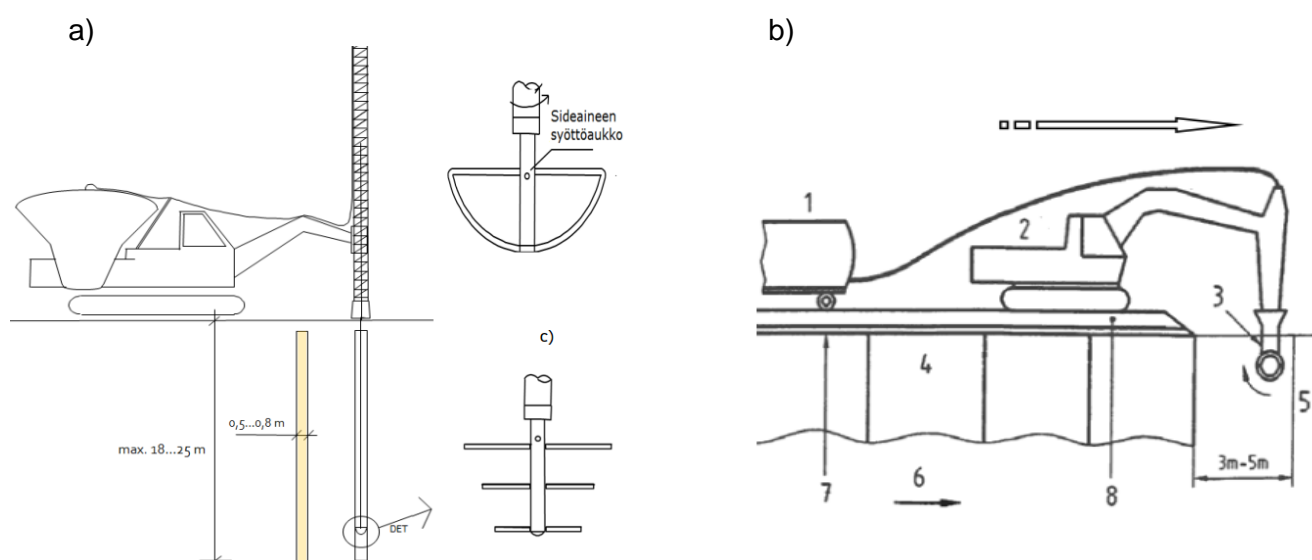
Syvästabiloinnin tavoitteena on parantaa pehmeän maa-aineksen kuten, saven, siltin, liejun ja turpeen ominaisuuksia eli lisätä leikkauslujuutta ja/tai vähentää kokoonpuristuvuutta.

Syvästabilointi tapahtuu sekoittamalla maa-ainekseen kemiallisia seosaineita, jotka reagoivat maa-aineksen kanssa. Savikerroksen lujittuminen perustuu savimineraalien pinnassa tapahtuvaan ioninvaihtoon, maapartikkelien sitomiseen kemiallisten reaktiotuotteiden kanssa ja/tai tyhjätilan täyttämiseen. Syvästabilointi luokitellaan stabilointimenetelmän perusteella (mm. kuiva-/märkästabilointi, pilari-/massastabilointi, jne.). Suomessa käytetään kuivastabilointia eli kuivamenetelmää. (Liikennevirasto 2018)

Pilaristabiloinnissa stabiloitavaan maakerrokseen sekoitetaan sideainetta, joka kovettuessaan muodostaa pystysuuntaisia pilareita. Massastabiloinnissa maaperään sekoitetaan sideainetta pysty- ja vaakasuunnassa, jolloin maahan syntyy lujittunut maakerros.

Pilaristabiloinnin kehittäminen on aloitettu Japanissa ja Ruotsissa 1960-luvulla ja otettu tuotantokäyttöön 1970-luvulla, jolloin se otettiin käyttöön myös Suomessa. Pilaristabiloinnissa sekoitinkärki työnnetään maahan sideaineensyöttötangolla (kuva 1a). Sideaine syötetään pilariin sekoitinkärkeä ylös nostettaessa ja sideaine sekoitetaan maa-ainekseen sekoitinkärkeä jatkuvasti pyörittämällä.

Massastabilointimenetelmä on kehitetty Suomessa 1990-luvun alussa. Massastabilointilaitteistossa sideaineen syöttöperiaate on vastaava kuin pilaristabilointilaitteistossa ja laitteiston ero on lähinnä sekoitinlaitteistossa ja stabilointisyvydessä (kuva 1b). Massasyvästabilointi voidaan tehdä koko pehmeän maakerroksen pohjaan saakka tai määräsyyvyteen, jolloin stabiloidun kerroksen alle jää pehmeitä maakerroksia. Voidaan myös toteuttaa yhdistelmä rakenne, jossa erityisen pehmeä pehmeikön yläosa massastabiloidaan ja alapuolinen savikerros pilaristabiloidaan.



Kuva 1. Syvästabilointilaitteistoja: a) pilaristabilointilaitteiston periaatekuva ja sekoitinkärki-tyyppejä ja b) massastabilointilaitteisto (Liikennevirasto 2018).

4. SSV-luokituksen periaatteet

SSV-luokituksella ilmoitetaan syvästabiloinnin sideaineen hiilidioksidipäästöt hankinta-asiakirjoissa. Stabiloidulle maalle suunnitelmassa esitettävän lujuusvaatimuksen kanssa analoginen päästöluokitus helpottaa vähähiilisen sideaineen määrittelyä suunnittelu- ja hankintavaiheessa. Luokituksen perimmäisenä tavoitteena on vähentää syvästabiloinnin aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä.

SSV-luokitus käsittää 7 vähähiilisyysluokkaa. Luokissa enimmäishiilidioksidipäästöt vaihtelevat taulukon 1 mukaisesti. Sideaineiden vähähiilisyysluokka määräytyy elinkaariarvioinnilla määritetyistä valmistuksen päästöistä ja kuljetuksen päästöistä sideaineen valmistuspaikalta työmaalle. Päästöjen laskentamenettely on esitetty luvussa 7.

Koska sideaineen luokka sisältää kuljetuksen päästöt (A4), voi sideaineen luokka vaihdella hankekohtaisesti hankkeen sijainnista riippuen. Sideaineen valmistajan tulee luokitella valmistamansa sideaineet vähähiilisyysluokkiin siten, että luokan yhteydessä on ilmoitettu, millä kuljetusmatkalla luokka on voimassa. Luokituksessa on esitettävä aina erikseen valmistuksen päästökerroin (A1-A3) ja kuljetuksen päästökerroin (A4).

Vähähiilisyysluokka merkitään tunnuksella "SSV.n" (esim. SSV.2). "SSV" tulee sanoista Syvästabiloinnin Sideaineen Vähähiilisyysluokitus. Tunnuksessa ".n" on ilmoitettu sideaineen valmistuksen ja työmaalle kuljetuksen päästökerroin, joka on ao. luokan vaatimukset täyttävällä sideaineella yläraja. Esimerkiksi SSV.2 tarkoittaa, että sideaineen valmistuksen ja työmaalle kuljetuksen yhteenlaskettu päästökerroin on enintään 200 kg CO₂e/t (A1-A4). Mikäli suunnitelmassa esitetään, että sideaineen päästökerroin on enintään SSV.2, niin silloin sideaineen valmistuksen ja työmaalle kuljetuksen päästöt saavat olla enintään 200 kg CO₂e/t (A1-A4).

Sideaineen kuljetuksen vaikutus sideaineen päästökertoimeen on karkeasti arvioituna suuruusluokkaa 5-25 kg CO₂e / t tavanomaisilla sideaineiden kuljetusmatkoilla.

Taulukko 1. Syvästabiloinnin sideaineen vähähiilisyysluokitus (SSV-luokitus) ja vähähiilisyysluokkia vastaavat päästökertoimet. Kertoimet sisältävät sideaineen valmistuksen (A1-A3) ja työmaalle kuljetuksen päästöt (A4). Suomessa ei tiettävästi valmisteta sideaineita, jotka ylittäisivät SSV.9-luokan mukaiset hiilidioksidipäästöt.

SSV-luokka	SSV-luokkaa vastaava päästökerroin, joka sisältää sideaineen valmistuksen ja työmaalle kuljetuksen päästöt A1-A4 [kg CO ₂ e / t]
SSV.1	≤ 100
SSV.2	≤ 200
SSV.3	≤ 300
SSV.4	≤ 400
SSV.5	≤ 500
SSV.7	≤ 700
SSV.9	≤ 900

5. SPV-luokituksen periaatteet

SPV-luokituksella ilmoitetaan stabilointipilarin tekemiseen tarvittavan sideaineen hiilidioksidipäästöt (A1-A4) hankinta-asiakirjoissa. Päästö esitetään pilarin 1 metrin pituiselle osuudelle. Pilaristabiloinnin määrä stabilointiurakoissa ilmoitetaan pilarimetreinä (m-pilari).

Luokituksessa huomioidaan sideaineen CO₂e-päästöjen lisäksi leikkauslujuusvaatimuksen saavuttamiseksi tarvittava sideainemäärä kg/m-pilari, joka on laskettu sideainemäärästä kg/m³-stabiloitu maa.

Luokituksessa stabilointipilarit jaotellaan SPV-luokkiin hiilidioksidipäästöjen perusteella taulukon 2 mukaisesti. Luokitus käsittää yhteensä 7 eri vähähiilisyysluokkaa. Taulukossa 2 esitetyt numeroarvot ovat sideaineen SSV-luokan mukaisen maksimipäästökertoimen ja sideainemäärän tulo. Luokitus on tehty pilareille, joiden halkaisija on 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m ja 0,8 m ja sideainemäärä 60-200 kg/m³. Alle 60 ja yli 200 kg/m³ sideainemääriä ei käytännössä juurikaan käytetä pilaristabiloinnissa. Yleisimmin Suomessa käytetään halkaisijaltaan 0,6-0,8 m pilareita.

SPV-luokitus käsittää 7 vähähiilisyysluokkaa. Luokissa enimmäishiilidioksidipäästöt vaihtelevat taulukon 2 mukaisesti. Luokissa huomioidaan valmistuksen päästöt ja kuljetuksen päästöt sideaineen valmistuspaikalta työmaalle.

SPV-luokan numeroarvo vastaa pilarimetrin stabiloinnissa käytetyn SSV.1-SSV.9 -luokan sideaineen valmistuksen päästöjä (kg CO₂e / m-pilari), kun pilarihalkaisija on 0,6 m ja sideainemäärä 100 kg/m³. Esimerkiksi SPV6-luokassa on hiilidioksidipäästö n. 6 kg CO₂e / m-pilari, kun käytetään SSV.2 -luokan sideainetta ja 20 kg CO₂e / m-pilari, kun käytetään SSV.7 -luokan sideainetta 100 kg/m³ (kuva 2b). Muilla sideainemäärillä ja pilarihalkaisijoilla ei SPV-luokasta näe suoraan hiilidioksidipäästön määrää pilarimetriä kohden.

Halkaisijaltaan 0,6 m pilareille määritetyt päästörajat on muunnettu vastaamaan muita pilari-kokoja käyttäen pilareiden poikkileikkaus pinta-alan perusteella laskettua kerrointa 0,69-1,78:

- pilarihalkaisija D=0,5 m (säde 0,25 m): $(0,25 \text{ m})^2 / (0,30 \text{ m})^2 = 0,69$
- pilarihalkaisija D=0,6 m (säde 0,30 m): $(0,30 \text{ m})^2 / (0,30 \text{ m})^2 = 1,00$
- pilarihalkaisija D=0,7 m (säde 0,35 m): $(0,35 \text{ m})^2 / (0,30 \text{ m})^2 = 1,36$
- pilarihalkaisija D=0,8 m (säde 0,40 m): $(0,40 \text{ m})^2 / (0,30 \text{ m})^2 = 1,78$

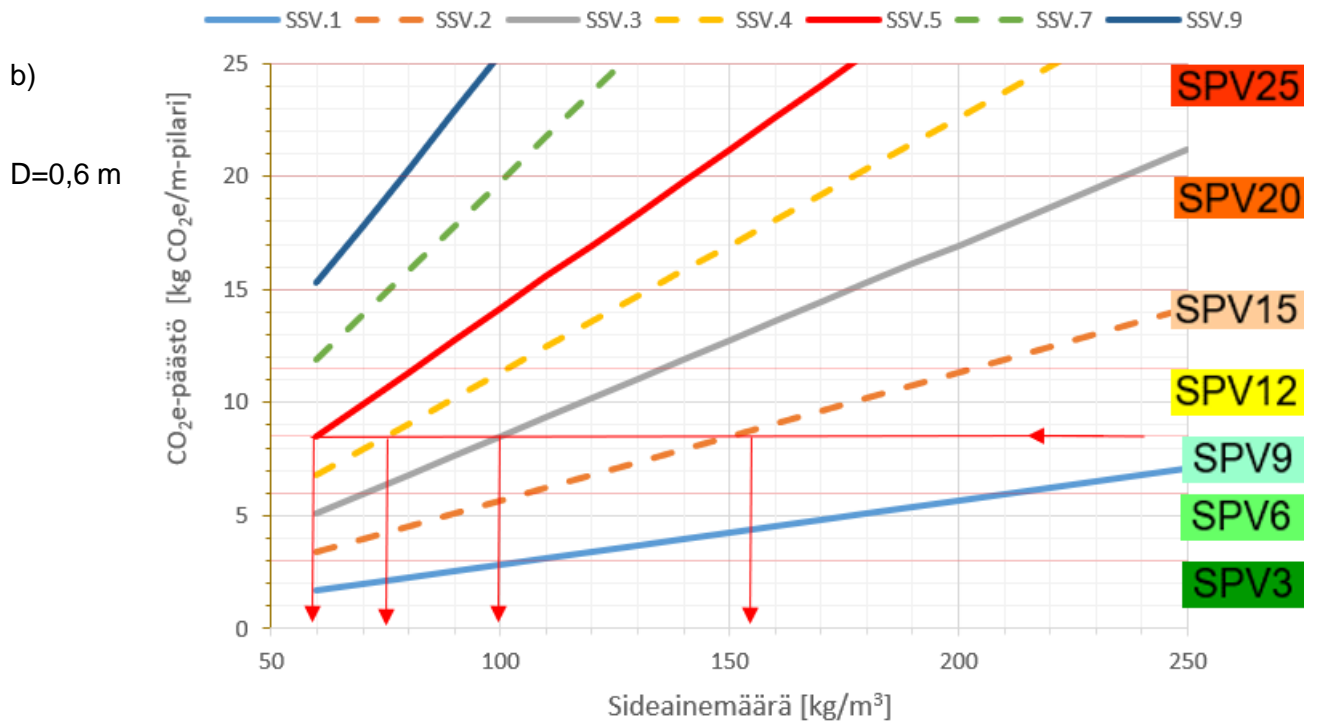
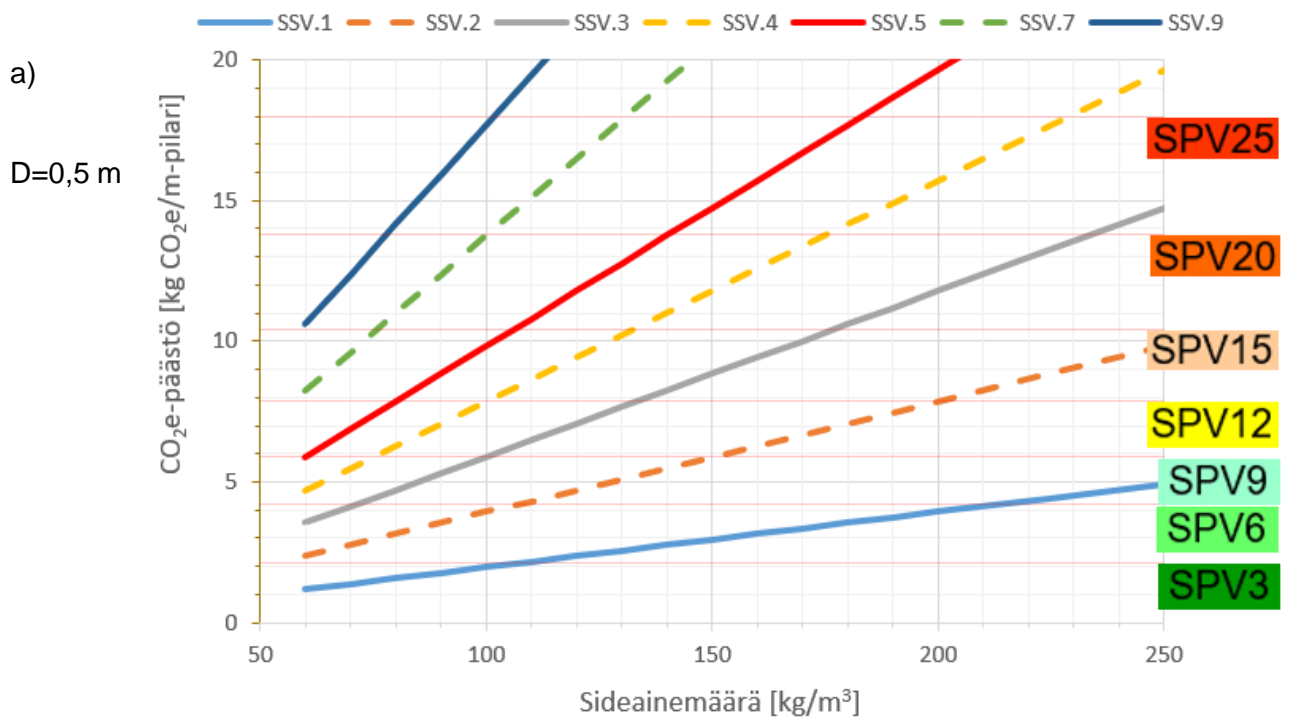
Näin lasketut PSV-luokat on esitetty taulukossa 2 sekä kuvissa 2a, c ja d. Taulukossa numeroarvot ja kuvissa punainen vaakaviiva kuvavat kunkin SPV-luokan enimmäishiilidioksidipäästöä.

Kun stabilointiurakan tai sen osa-alueen hiilidioksidipäästö lasketaan, laskelmassa käytettävän pilarin pituus on sideaineen syötön aloitussyvyyden ja lopetussyvyyden välinen etäisyys, jossa mittauspisteenä on sekoitinkärjessä sideaineen syöttöaukko (syöttö tehdään sekoitinkärkeä ylös nostettaessa).

Menettelyn käyttö on esitetty luvussa 10. Enimmäissideainemäärä kg/m³ eri SPV-luokissa vaihtelee sideaineen SSV-luokan mukaan kuvassa 2b esitetyn mukaisesti.

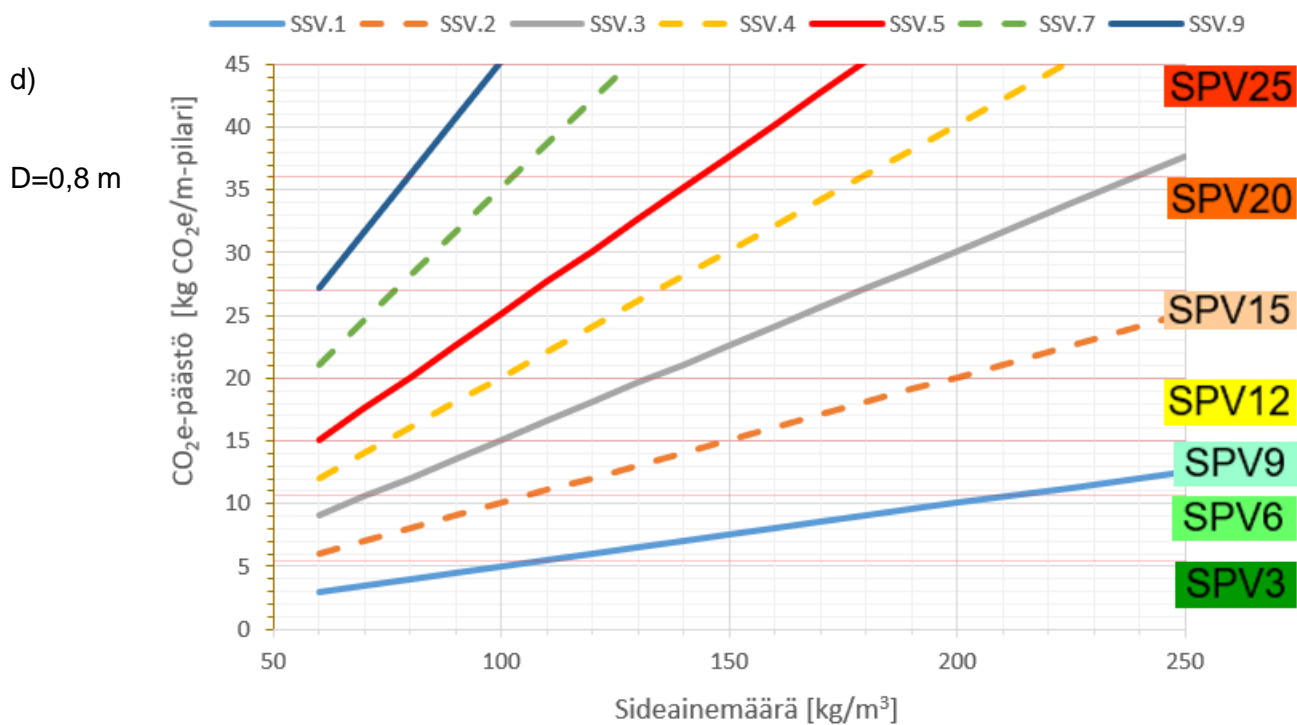
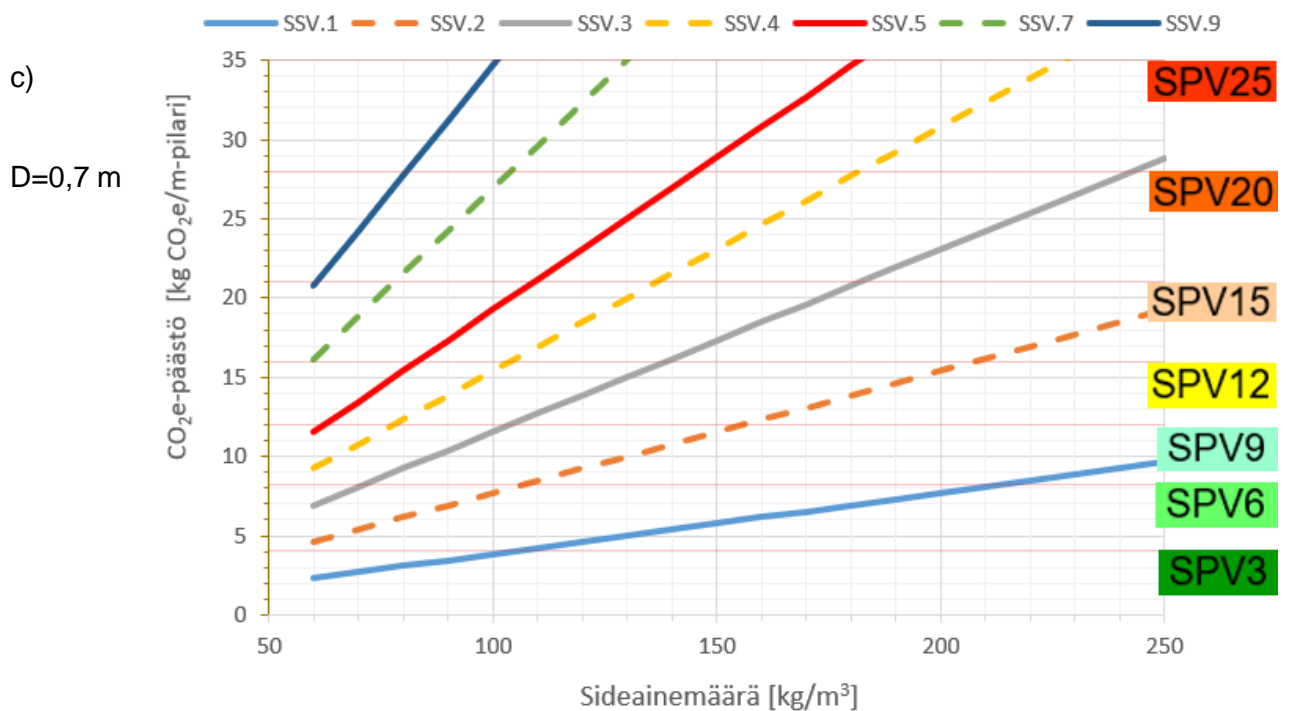
Taulukko 2. Stabilointipilarin vähähiilisyysluokitus (SPV-luokitus) ja vähähiilisyysluokkia vastaavat päästöt pilarimetriä kohden. Päästöt ovat sideaineen päästöluokkien (A1-A4) ja pilarin sideainemäärän tulo [kg CO₂e / m-pilari = kg CO₂e / t x t / m-pilari, huom! yleensä sideainemäärä ilmoitetaan kg / m-pilari]. D = pilarin halkaisija.

SPV-luokka	SPV-luokkaa vastaava CO ₂ -päästö, joka sisältää sideaineen valmistuksen ja työmaalle kuljetuksen päästöt A1-A4 pilarimetrille [kg CO ₂ e / m-pilari]				
	D [m]	0,5 m	0,6 m	0,7 m	0,8 m
SPV3		≤ 2,1	≤ 3,0	≤ 4,1	≤ 5,4
SPV6		≤ 4,2	≤ 6,0	≤ 8,2	≤ 10,7
SPV9		≤ 5,9	≤ 8,5	≤ 12,0	≤ 15
SPV12		≤ 7,9	≤ 11,5	≤ 16	≤ 20
SPV15		≤ 10,4	≤ 15	≤ 21	≤ 27
SPV20		≤ 13,8	≤ 20	≤ 28	≤ 36
SPV25		≤ 18	≤ 25	≤ 35	≤ 45



Kuva 2. Stabilointipilarin vähähiilisyysluokituksen (SPV-luokitus) taulukossa 2 esitetyt hiilidioksidipäästöt (kg CO₂e / m-pilari) kuvaajina sideainemäärän, SSV-luokan ja pilarihalkaisijan suhteen. Pilarihalkaisijat **0,5 m** (a), **0,6 m** (b), 0,7 m (c) ja 0,8 m (d). Kuvassa b on esitetty esimerkki max. sideainemääristä SPV9-luokassa, kun sideaineen SSV-luokka on .5, .4, .3 tai .2 => enimmäissideainemäärät 60, 75, 100 ja 155 kg/m³.

Kuva 2 jatkuu



Kuva 2. Stabilointipilarin vähähiilisyysluokituksen (SPV-luokitus) taulukossa 2 esitetyt hiilidioksidipäästöt (kg CO₂e / m-pilari) kuvaajina sideainemäärän, SSV-luokan ja pilarihalkaisijan suhteen. Pilarihalkaisijat 0,5 m (a), 0,6 m (b), **0,7 m** (c) ja **0,8 m** (d).

6. SMV-luokituksen periaatteet

SMV-luokituksella ilmoitetaan hankinta-asiakirjoissa sideaineen sekä mahdollisen täyte- ja/tai lisärunkoaineen enimmäishiilidioksidipäästöt massastabiloitavaa maakuutiometrin kohden. Maakuutiolla tarkoitetaan maa-aineksen tilavuutta ennen massastabilointia (kuva 3) ja ennen mahdollisen täyteaineen ja/tai lisärunkoaineen lisäämistä.

Massastabiloinnissa sideaineresepti (laatu + määrä) esitetään maakuutiota, ennen stabilointia, kohden. Kun massastabiloitava maa-aines on savea, ei stabiloitavaan maa-ainekseen sekoiteta yleensä muuta kuin kuivaa sideainetta painesyöttimellä. Mikäli stabiloitavaan maahan syötetään kuivaa täyteainetta painesyöttimellä, ilmoitetaan sen määrä maakuutiota kohden vastaavasti kuin sideaineen.

Kostean sideaineen käyttäminen on mahdollista erikoistapauksissa, jolloin sideaine levitetään stabiloitavan maakerroksen pinnalle, mistä se sekoitetaan stabiloitavaan maakerrokseen massastabilointilaitteen sekoitinkärjellä. Pinnalle levitetyn sideaineen lisäksi voidaan syöttää paineilmalla kuivaa sideainetta, joka sekoitetaan stabiloitavaan maakerrokseen.

Mahdollisen kostean sideaineen, täyteaineen ja/tai lisärunkoaineen määrä ilmoitetaan yleensä massastabiloitavan alueen pinnan neliometriä kohden. SMV-päästöä määritettäessä on pinnalle levitettävä määrä jyvitettyä stabiloitavan maakerroksen paksuudelle ($\text{kg/m}^2 \Rightarrow \text{kg/m}^3$ -massastabiloitava maa).

Luokitus käsittää yhteensä 7 eri vähähiilisyysluokkaa. Luokituksessa massastabilointi jaotellaan SMV-luokkiin hiilidioksidipäästöjen perusteella taulukon 3 mukaisesti. Taulukossa 3 sekä kuvissa 4 ja 5 esitetyt numeroarvot ovat sideaineen SSV-luokan mukaisen maksimipäästökerroimen ja sideainemäärän tulo, johon lisätään mahdollisen täyte ja/tai lisärunkoaineen hiilidioksidipäästö ($\text{kg CO}_2\text{e} / \text{m}^3$ -stabiloitava maa). Luokitus on tehty massastabiloinnille, jossa sideainemäärä on $45\text{-}400 \text{ kg/m}^3$ (taulukko 3, kuvissa 4 ja 5 esitetty kuvaajat sideainemäärille $50\text{-}250 \text{ kg/m}^3$). Alle 60 ja yli 250 kg/m^3 sideainemääriä käytetään ainoastaan poikkeuksellisesti massastabiloinnissa.

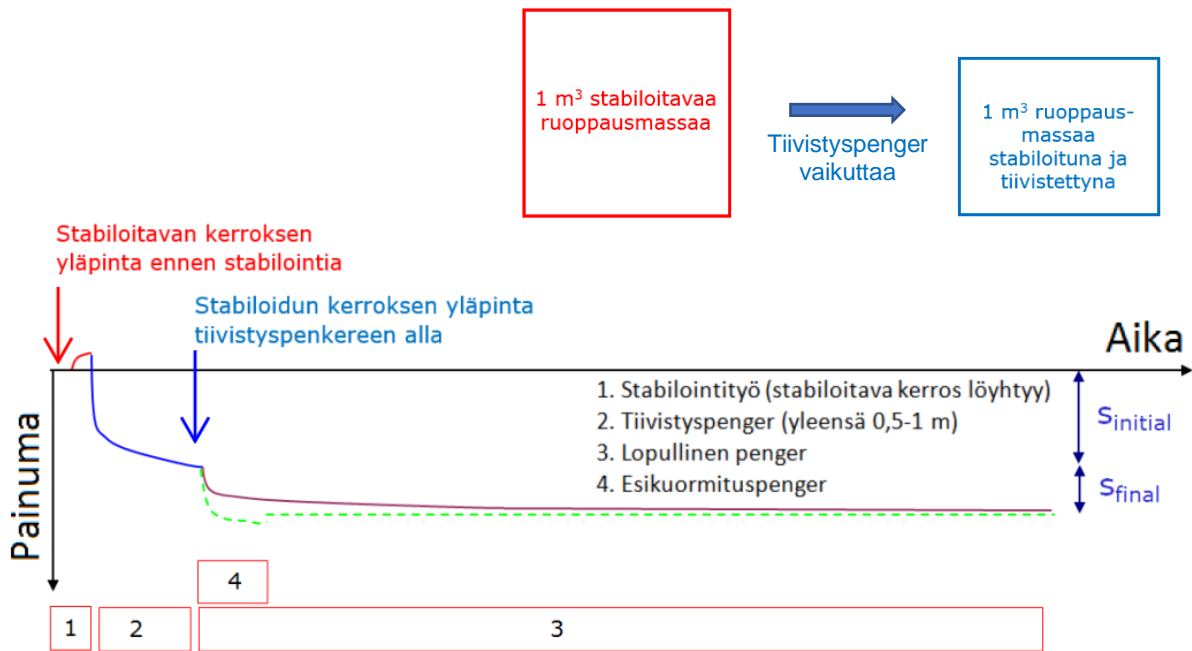
SMV-luokituksen käyttö on vastaava kuin SPV-luokituksella pilaristabiloinnissa (luku 10).

Kun stabilointiurakan tai sen osa-alueen hiilidioksidipäästö lasketaan, laskelmassa käytettävän massastabiloitavan kerroksen paksuus on massastabiloinnin alapinnan ja maanpinnan, ennen massastabilointia, välinen erotus.

6.1 Täyteaine ja lisärunkoaine

Täyteaine: Täyteaineen reaktiivisuus on vähäinen tai sitä ei ole, mutta se edistää sideaineraktiota ja siten lisää stabiloidun materiaalin lujuutta. Vaikutus voi perustua esim. täyteaineen emäksisyyteen, jolla voidaan nostaa happaman stabiloitavan maan pH-tasoa. Täyteaine voidaan syöttää kuivana painesyöttimen kautta (esim. kuiva heikosti reaktiivinen tuhka) tai se voidaan sekoittaa kosteana suoraan massastabiloitavan runkoainekerroksen pinnalle (esim. kasavarastoitu kostea tuhka). (Liikennevirasto 2018)

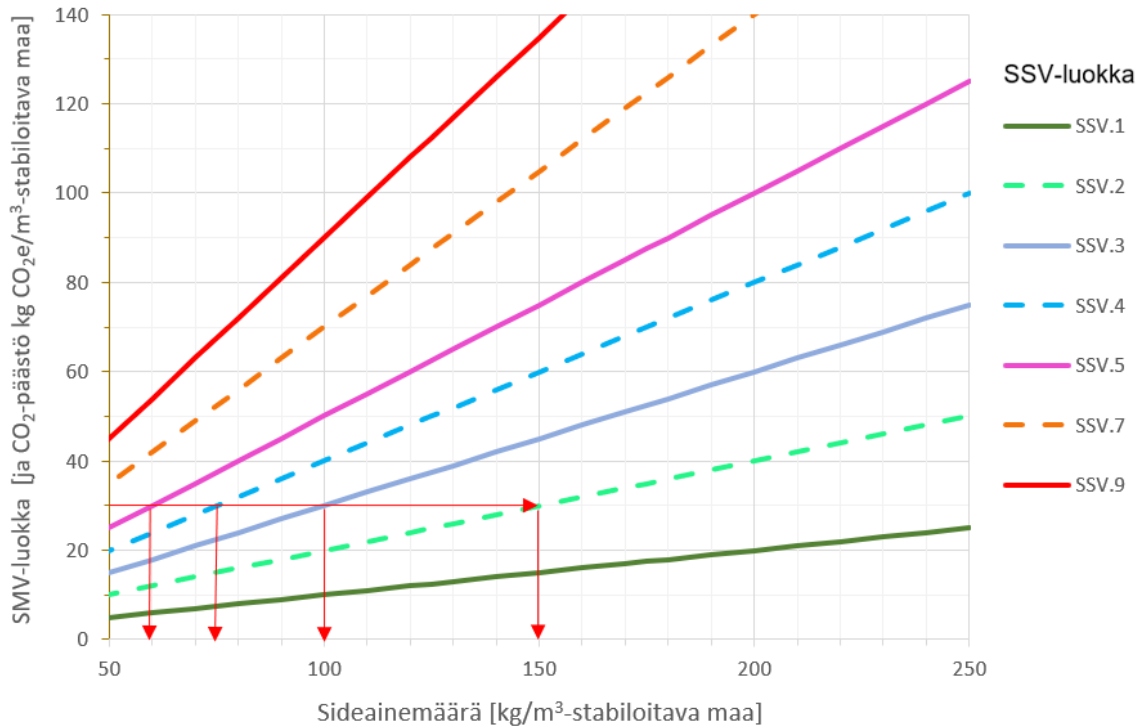
Lisärunkoaine: Massastabiloitavan orgaanisen maakerroksen (esim. turve tai lieju) mineraalainespitoisuutta voidaan kasvattaa lisäämällä stabiloitavan maakerroksen pinnalle esim. savea, hiekkaa, kivituhkaa, tms., joka sekoitetaan stabiloitavaan maakerrokseen ennen kuivan sideaineen syöttämistä painesyöttimellä ja sekoittamista (Liikennevirasto 2018).



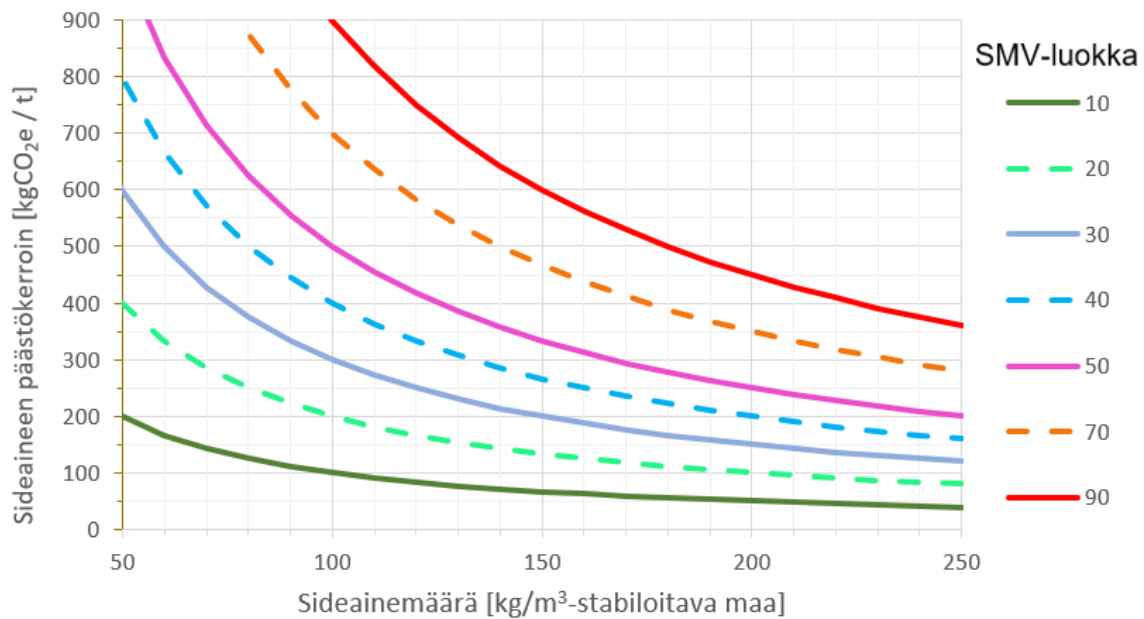
Kuva 3. Massasyvästabiloidun kerroksen painuman vaiheet esikuormitettuna (vaiheet 1–4) ja ilman esikuormitusta (vaiheet 1–3) (Liikennevirasto 2018, kuva muokattu).

Taulukko 3. Massastabiloidun maan vähähiilisyysluokat (SMV-luokitus) ja sideaineen vähähiilisyysluokan ja sideainemäärän yhdistelmä, jolla hiilidioksidipäästöt ovat enintään SMV-luokan mukaiset. SMV-luokan mukaiset päästöt ovat sideaineen valmistuksen (A1-A3) + työmaalle kuljetuksen päästöjen (A4) ja maahan sekoitettavan sideainemäärän t / m^3 tulo [$kg CO_2e / m^3$ -massastabiloitava maa = $kg CO_2e / t \times t / m^3$ -massastabiloitava maa, huom! yleensä sideainemäärä ilmoitetaan kg / m^3 -maa].

SMV-luokka [$kgCO_2e / m^3$]	Sideaineen vähähiilisyysluokka						
	SSV.1	SSV.2	SSV.3	SSV.4	SSV.5	SSV.7	SSV.9
	sideainemäärä [kg/m^3]						
SMV10	≤ 100	≤ 50	-	-	-	-	-
SMV20	≤ 200	≤ 100	≤ 65	≤ 50	≤ 40	-	-
SMV30	≤ 270	≤ 150	≤ 100	≤ 75	≤ 60	≤ 45	-
SMV40	≤ 400	≤ 200	≤ 135	≤ 100	≤ 80	≤ 55	≤ 45
SMV50	-	≤ 250	≤ 170	≤ 125	≤ 100	≤ 70	≤ 55
SMV70	-	≤ 350	≤ 235	≤ 175	≤ 140	≤ 100	≤ 80
SMV90	-	-	≤ 300	≤ 225	≤ 180	≤ 130	≤ 100



Kuva 4. Massastabiloinnissa käytetyn sideainemäärän, SSV-luokan ja SMV-luokan välinen yhteys. Esimerkki: max. sideainemäärä, kun SMV30 luokka + SSV.5 / SSV.4 / SSV.3 / SSV.2 -luokka => Sideainemäärä 60 / 75 / 100 / 150 kg/m³-stabiloitava maa.



Kuva 5. Massastabiloidun maan CO₂e-päästö (kg CO₂e/m³-stabiloitava maa) erilaisilla sideaineresepteillä SMV10 – SMV90 -luokissa. Sideaineresepti = sideainemäärä + sideainelaatu (jota tässä edustaa sideaineen päästökerroin, joka sisältää valmistuksen ja kuljetuksen päästöt A1-A4). Kuvassa sideainemäärä x-akselilla ja sideaineen päästökerroin y-akselilla. Päästökerroin 100 kgCO₂e / t vastaa SSV.1-luokkaa, 200 kgCO₂e / t SSV.2-luokkaa, jne.

6.2 Massastabilointi pilaristabilointikoneella

Massastabilointi voidaan joissakin tapauksissa toteuttaa myös pilaristabilointikoneella. Massastabilointi pilaristabilointikoneella voi olla suunnitelmassa esitetty ratkaisu esim. tapauksessa, jossa massastabilointi halutaan toteuttaa tietylle syvyydelle, jonka yläpuolelle jätetään maakerros stabiloimatta (mikä ei ole mahdollista massastabiloimalla). Ko. tapauksessa massastabilointi voidaan käsitellä SPV-luokituksen mukaisesti.

Massastabilointiurakkaa kilpailutettaessa on mahdollista, että urakkatarjouksessa urakoitsija esittää tehtäväksi massastabiloinnin pilaristabilointitekniikalla käyttäen toisiaan leikkaavia pilareita. Kun suunnitelmassa on esitetty tehtäväksi massastabilointia, käytetään SMV-luokitusta päästöjen laskennassa riippumatta siitä, käytetäänkö massa- vai pilaristabilointilaitteistoja työn toteuttamiseen.

7. Päästökertoimen määrittäminen ja ilmoittaminen

Sideaineen hiilidioksidipäästöt muodostuvat sideaineen tuotannosta ja kuljetuksesta työmaalle. Edellä mainituista sideaineiden tuotanto on tyypillisesti selkeästi päästöintensiivisin vaihe. SSV-luokituksessa hiilijalanjälki lasketaan tuotevaiheelle (A1-A3) ja kuljetukselle työmaalle (A4). Eri vaiheiden huomiointi on esitetty taulukossa 4.

Sideaineen tuotevaiheen A1-A3 hiilidioksidipäästöjen määrittämiseen ja esittämiseen kaikki kohdassa 7.1 esitetyt menettelyt eli **ympäristöseloste, ilmastoseleoste ja kriittisesti arvioitu elinkaariarviointi** ovat hyväksyttäviä. Muut menettelyt eivät ole hyväksyttäviä. Sideaineen kuljetus työmaalle (A4) lasketaan erikseen todellisen kuljetusmatkan mukaan luvussa 7.2 esitetyllä tavalla.

Kierrätysmateriaalipohjaisen sideaineen tapauksessa raaka-aineen hankinta eli vaihe A1 ei tuota päästöjä, koska muodostuvat kasvihuonekaasut kuuluvat valmistettavalle tuotteelle. Kierrätysmateriaalipohjainen raaka-aine saattaa vaatia jalostustoimenpiteitä, esimerkiksi pulverointia tai homogenisointia. Nämä jalostustoimenpiteet tulee huomioida sideaineen hiilijalanjäljen laskennassa elinkaaren vaiheessa A3 (Väylävirasto, 2023). Muiden kuin kierrätysmateriaalipohjaisten raaka-aineiden valmistuksen päästöt tulee huomioida sideaineen hiilijalanjäljen laskennassa kokonaisuudessaan (A1-A3).

Taulukko 4 Sideaineen elinkaaren vaiheiden hiilijalanjäljen huomioiminen SSV-luokituksessa.

Sideaineen elinkaaren vaihe	Huomiointi SSV-luokituksessa
A1 Raaka-aineen hankinta	Osoitetaan ympäristöselosteella, ilmastoseleosteella tai kriittisesti arvioidulla elinkaariarvioinnilla
A2 Kuljetus valmistukseen	
A3 Valmistus	
A4 Kuljetus työmaalle	Lasketaan erikseen luvun 7.2. ohjeiden mukaisesti
A5 Työmaatoiminnot	Ei arvioida SSV-luokituksessa

7.1 Sideaineen valmistuksen (A1-A3) hiilidioksidipäästöjen määrittäminen

Rakennusmateriaalien hiilidioksidipäästöt voidaan esittää **ympäristöselosteella** (EPD = Environmental Product Declaration). Eurooppalaiseen standardiin EN15804 perustuva ympäristöseloste sisältää tuotteen hiilijalanjäljen lisäksi monia muita ympäristövaikutuksia kuvaavia indikaattoreita. EPD-ympäristöselosteet ovat aina kolmannen osapuolen verifioimia ja ne julkaistaan EPD-tietokannoissa. EPD-ympäristöselostetta varten laaditaan taustaraportti, joka sisältää tietoja elinkaariarvioinnin suorittamisesta ja laskentamenetelmistä. Taustaraportin tulee olla EPD-verifioijan nähtävillä, mutta sitä ei yleensä julkaista julkiseksi dokumentiksi.

Ympäristöselostetta kevyempi vaihtoehto rakennustuotteen ilmastovaikutusten arviointiin on Rakennustiedon **Ilmastoseleoste**¹, jossa esitetään rakentamislain mukaisesti tuotteista tarvittavat hiilijalanjälki-, hiilikädenjälki- ja materiaaliselostetiedot. Menettely on suomalainen. Ilmastoseleosteen hiilijalanjälkitiedot ovat samat kuin EPD-dokumentissa ja perustuvat samaan EN15804 standardiin, mutta ilmastoseleoste ei sisällä muita ympäristövaikutuksia. Myös ilmastoseleosteet ovat kolmannen osapuolen verifioimia. Sekä ympäristöseloste että ilmastoseleoste perustuvat elinkaariarviointiin (LCA) tuotteen koko elinkaaren ajalta.

¹ <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/ymparistopalvelut/rakennustiedon-ilmastoseleoste>

Rakennustuotteen ilmastovaikutukset eli hiilijalanjälki voidaan arvioida **elinkaariarvioinnin** avulla myös ilman, että sen pohjalta laaditaan julkinen EPD tai ilmastaseloste. Elinkaariarviointi voi olla materiaalintoimittajan tai ulkopuolisen konsultin laatima. Elinkaariarvioinnin toteuttamista ohjaavat ISO 14040 ja ISO14044 -standardit. Elinkaariarvioinnille voidaan tehdä kriittinen arviointi, jossa kolmas osapuoli arvioi sen laadun. Kriittinen arviointi lisää arvioinnin luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta. SSV-luokitusta käytettäessä vaaditaan elinkaariarvion kriittinen arviointi.

Syvästabiloinnin sideaineiden päästöjä ei lähtökohtaisesti voida kompensoida vaan sideaineelle esitetyn päästön tulee perustua tuotannon ja kuljetuksen todellisiin päästöihin. Tämä logiikka on peräisin tieteen vaatimista päästövähennyksistä ilmastonmuutoksen estämiseksi tai lieventämiseksi ja se on pohjana mm. YK:n omassa Climate Neutral Now -kompensointiohjelmassa.

Sideaineen kokonaishiilijalanjälkeen lasketaan sideaineen valmistuksen aiheuttamien fossiilisten päästöjen lisäksi myös biogeeniset päästöt, mikäli sellaisia aiheutuu.

7.2 Sideaineen kuljetuksen (A4) päästöjen määrittäminen

Sideaineiden kuljetus työmaalle (A4) lasketaan SSV-luokituksessa erikseen todellisten kuljetusmatkojen mukaisesti. Kuljetuspäästöjen laskennassa noudatetaan Väyläviraston *Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmän* (Väylävirasto, 2023) periaatteita kuljetuspäästöjen laskennasta sekä infrarakentamisen päästötietokannan (co2data.fi/infra) kuljetusvälineiden päästökertoimia.

Sideaineet kuljetetaan säiliöautolla. Infrarakentamisen päästötietokannassa ei ole omaa päästökerrointa säiliöautolle, joten kuljetuspäästöjen laskennassa käytetään päästötietokannan kerrointa *Painavien rakennusmateriaalien kuljetus, Puoliperävaunun yhdistelmä 40t, 40 % (0,098 kg CO₂e / tkm)*.

Kuljetusten päästöt lasketaan kertomalla kuljetettavan sideaineen määrä (tonneina) kuljetusetaisyydellä (matka yhteen suuntaan, km) ja kyseisellä päästökertoimella. Päästökertoimessa on huomioitu myös arviointimenetelmän oletus paluumatkasta tyhjänä, joten laskelma tuottaa kuljetuksen kokonaispäästön. SVV-luokituksessa sideaineen kuljetuspäästöt esitetään yhtä sideainetonnina kohden, joka voidaan laskea kaavalla 1, jossa kuljetusmatkaksi on oletettu 200 km.

$$1 \text{ t} \times 200 \text{ km} \times 0,098 \text{ kg CO}_2\text{e} / \text{t km} = 19,6 \text{ kg CO}_2\text{e} / \text{t} \quad (1)$$

8. Luokiteltujen sideaineiden saatavuus

Vähähiilisiä syvästabiloinnin sideaineita on saatavilla. Taulukossa 5 on esitetty esimerkkejä sideaineista, jotka täyttävät eri SSV-luokkien vaatimukset, kun huomioidaan vaiheet A1-A3. SSV-luokkaan vaikuttaa myös työmaalle kuljetuksen hiilidioksidipäästöt (A4), jotka huomioidaan hankekohtaisesti todellisten kuljetusmatkojen mukaisesti.

Osalla sideaineista hiilidioksidipäästöt eivät ole kohdassa 7.1 esitetyn mukaisesti määritettyjä, esim. elinkaariarviointi ei ole kriittisesti arvioitu, joten niiltä osin taulukossa 5 esitetyt arvot ovat suuntaan antavia. Päästökertoimet ja mihin SSV-luokkaan sideaine kuuluu, on tarkistettava sideainetoimittajalta.

Suurin osa taulukossa 5 esitetyistä sideaineista on tuotteistettuja ja ne ovat vapaasti käytettävissä syvästabiloinnin sideaineena. Osalla sideaineista stabilointikohde on toistaiseksi ympäristöluvitettava siten, että ao. sideaineen käyttäminen on mahdollista.

Taulukossa 5 esitetyt sideaineet on esitelty suppeasti UUMA4-ohjelmassa laaditussa raportissa ”Uusiosideaineet koheesiomaiden stabiloinnissa - käyttökokemukset ja ympäristövaikutukset” (UUMA4 2023). Tarkemmat tiedot voi tiedustella sideaineen valmistajalta.

Taulukko 5. Esimerkkejä syvästabiloinnin sideaineista, jotka täyttävät SSV-luokan vaatimukset, kun kuljetusmatka työmaalle on n. 100 km. Pidempi kuljetusmatka saattaa pudottaa sideaineen suurempipäästöiseen SSV-luokkaan. Huom! EcolIntellectin ja Tapojärven sideaineet eivät ole vielä laajamittaisesti saatavilla 12/2023.

SSV-luokka	Esimerkkejä sideaineista ja niiden SSV-luokista (kuljetusmatka työmaalle n. 100 km)
SSV.1	EcolIntellect Eco 100 ^B ,
SSV.2	Nordkalk Terra GTC ^A , LT+CEM II-seos ^C (mm. UPM Jämsänkoski ja Kaukaan voima lentotuhka)
SSV.3	Nordkalk Terra Green ^A , EcolIntellect Eco 80 ^B , Tapojärvi TapoEko ^D
SSV.4	Finnsementti KolmosBertta (CEMIII/B) ^E , EcolIntellect Eco 65 ^B
SSV.5	Finnsementti Kolmossementti (CEMIII/A) ^E
SSV.7	Nordkalk Terra KC30 ^A , Nordkalk Terra POZ ^A
SSV.9	Nordkalk KC50 ^A

A Kuusipuro 2022 / B EcolIntellect 2023 / C Nguyen 2021 / D Tapojärvi 2023 / E Finnsementti

9. SSV-luokitus ja syvästabiloinnin hankinta

9.1 Mitoitus ja luvitus

Kaikissa hankinnan menettelyissä syvästabiloinnin geotekninen mitoitus tehdään tilaajan osoittaman mitoitusohjeistuksen (esim. ”Syvästabiloinnin suunnittelu”, Liikennevirasto 2018) mukaisesti ja laadun arviointi valvontakairauksilla ja muilla menettelyillä InfraRYL:ssä esitetyn mukaisesti.

Lähtökohtaisesti kaikissa menettelyissä urakoitsijoiden esittämät sideaineet ovat tuoteistetuja ja ne ovat vapaasti hyödynnettävissä syvästabiloinnissa. Mikäli tilaaja on ympäristöluvitannut kohteen siten, että siellä voidaan käyttää tuotteistamattomia sideaineita, voi urakoitsija esittää ympäristöluvitettaviakin (ei vapaasti käytettäviä) sideaineita, jotka täyttävät ympäristöluvassa esitetyt vaatimukset. Periaatteessa on mahdollista ympäristöluvittoa pelkästään ”ei vapaasti käytettävien” sideaineiden käyttäminen kohteessa, minkä tarkoituksenmukaisuuden tilaaja arvio tapauskohtaisesti.

Suunnittele ja toteuta -urakka (ST) sisältää syvästabiloinnin mitoituksen ja suunnittelun. ST-urakkamuodossa tilaaja laatii kaupalliset asiakirjat, mutta teknisten asiakirjojen eli rakentamissuunnitelmien laadinta on toteuttajan (urakoitsijan) vastuulla urakkasopimuksen sopimisen jälkeen. Tilaaja esittää rakenteille toiminnalliset vaatimukset. Tilaaja voi esittää myös vaatimuksia tai tavoitteita hiilidioksidipäästöille. Hanke, joka toteutetaan kokonaisurakkana, saattaa sisältää osatehtävänä pilaristabilointia, joka jossakin tapauksessa saattaa olla tarkoituksenmukaista toteuttaa ST- tai KVR-urakkana.

9.2 Leikkauslujuuden määrittäminen ja sideainereseptointi

Vastuu syvästabiloinnissa käytettävästä sideainereseptistä on tilaajalla tai urakoitsijalla. Perinteisesti tilaaja on vastannut Suomessa sideainereseptoinnista. Kansainvälisesti vastuu reseptoinnista on yleisesti syvästabilointiurakoitsijalla.

Syvästabiloinnin suunnitteluohjeen (Liikennevirasto 2018) mukaan stabiloidun maan leikkauslujuus voidaan määrittää:

1. laboratoriossa tehtävien stabiloitavuuskokeiden tuloksista
2. koestabiloinnin valvontakairausten tuloksista
3. samassa geologisessa muodostumassa tehtyjen aikaisempien syvästabilointien valvontakairausten tuloksista
4. kokemusperäisesti

Mikäli vastuu sideainereseptoinnista on urakoitsijalla, tilaaja määrittelee, mikä menettelyistä 1-4 on hyväksyttävä kohteessa. Silloin, kun kohteen stabiloitavista maakerroksista samassa geologisessa muodostumassa on aiempaa kokemusta urakoitsijan esittämillä sideaineilla, ovat menettelyt 3 ja 4 mahdollisia. Mikäli stabiloitavista maakerroksista tai esitettävien sideaineiden käytöstä ei ole aiempaa kokemusta, on menettely 1 tai 2 suositeltava. Menettelyyn vaikuttaa myös kohteen geotekninen luokka, seuraamusluokka, stabiloinnin lujuusaluokituksen vaikutukset, stabiloinnin käyttötarkoitus (stabiliteetti, painumat, ...), yms.

Luonnon maakerroksissa maan ominaisuuksien voidaan olettaa pysyvän ajan suhteen vakioina. Kun stabiloidaan esim. stabilointialtaaseen sijoitettua ruoppausmassaa, tulee varautua siihen, että massan ominaisuudet voivat muuttua altaassa. Massa voi kuivua, kastua, hapettua, jäätyä, yms. Mikäli ruoppausmassa on hapanta sulfaattimaata, voi se muuttua happamaksi (pH laskee), jolloin sen stabiloitavuusominaisuudet muuttuvat. Hankinnassa on

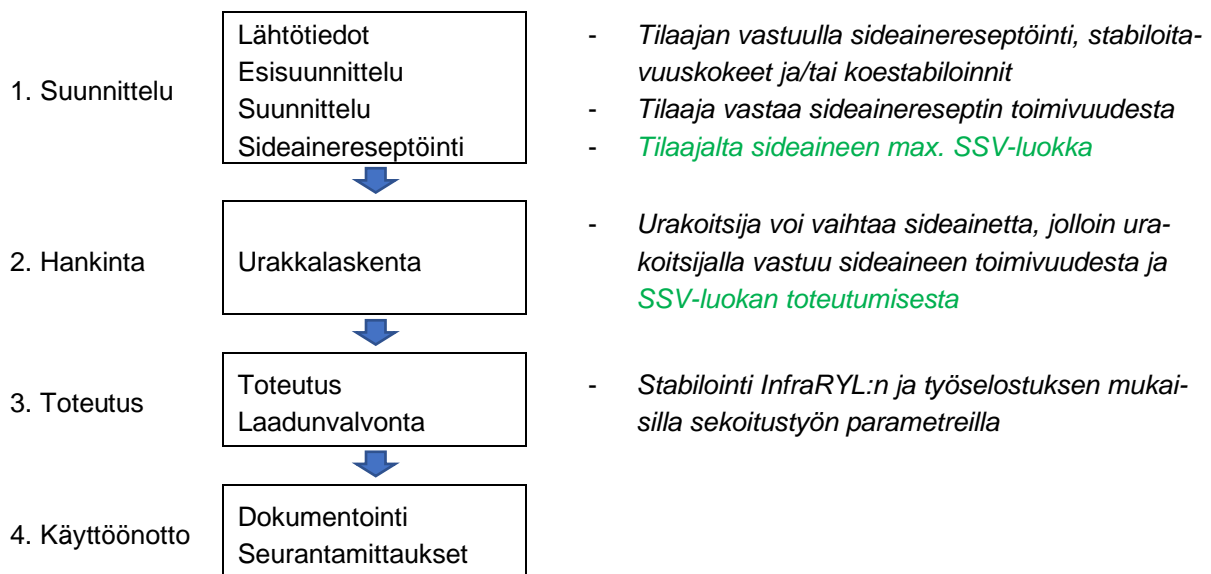
määritettävä, kenen vastuulla on mahdollisista stabiloitavan massan muutoksista aiheutuvat muutoksen sideainemäärään ja miten se huomioidaan urakassa.

9.3 Sideainereseptointi tilaajan vastuulla, SSV (ve 1.1)

Julkisissa hankinnoissa perinteisesti käytetyssä syvästabiloinnin kokonaisurakan (KU) hankintamenettelyssä stabilointiurakoitsija toteuttaa sideaineen hankinnan ja stabilointityön tilaajan laatiman yksityiskohtaisen syvästabilointisuunnitelman mukaisesti (piirustukset, työselostus, laatuvaatimukset, sideaineresepti (=laatu+määrä kg/m^3), laadunvalvontasuunnitelma). Menettelyn vaiheet on esitetty kuvassa 6.

Tilaaaja vastaa siitä, että määrittämänsä sideaineresepti toimii, kun sekoitustyö tehdään suunnitelman mukaisesti. Mikäli sideainetta tarvitaan enemmän (kg/m^3) kuin tilaajan reseptissä on esitetty, vastaa tilaaja lisäsideaineen kustannuksista. Urakoitsija vastaa pilarien toteutuksesta stabilointisuunnitelman ja InfraRYL:n mukaisesti ja osoittaa sen stabilointipöytäkirjoilla, tarkepiirustuksilla ja valvontakairausten tuloksilla. Mikäli urakoitsija vaihtaa sideainetta, vastuu sideaineen toimivuudesta siirtyy urakoitsijalle, vaikka urakoitsija hyväksyy vaihdon tilaajalla. (Liikennevirasto 2018)

Menettelyä voidaan täydentää siten, että tilaaja esittää sideaineelle max. SSV-luokan, jota urakoitsijan on noudatettava, mikäli haluaa esittää oman sideainevaihtoehdon. Massastabiloinnissa SSV-luokka sisältää myös mahdollisen täyteaineen ja/tai lisärunkoaineen hiilidioksidipäästöt luvun 6 mukaisesti.



Kuva 6. Pilaristabiloinnin toteutuksen vaiheet ”perinteisesti” kokonaisurakassa, johon lisätty SSV-luokitus urakoitsijan mahdollisen sideainevaihtoehdon varalle (ve 1.1). Tilaaaja esittää stabiloidulle maalle lujuusvaatimuksen.

9.4 Sideainereseptöinti urakoitsijan vastuulla, SSV (ve 2.1)

Syvästabilointia voidaan toteuttaa myös siten, että sideainereseptöinti ja sekoitustyön parametrit ovat urakoitsijan vastuulla. Suunnitelma on silloinkin tilaajan laatima (piirustukset, työselostus ja laatuvaatimukset). Menettelyn vaiheet on esitetty kuvassa 7.

Käytettäessä SSV-menettelyä tilaaja määrittää suurimman sallitun SSV-luokan ”hiilineutraali-suustavoitteidensa” mukaisesti. Menettely on yksinkertainen ja siinä on kriteerinä sideaineen päästökerroin, joka sisältää sideaineen valmistuksen ja työmaalle kuljettamisen päästöt. Sideaineen valmistuksen ja kuljetuksen CO₂e-päästöt (A1-A4) eivät saa ylittää tarjouspyynnössä esitetyn SSV-luokan mukaista päästöä. Menettelyssä sideainemäärä ei vaikuta SSV-luokkaan.

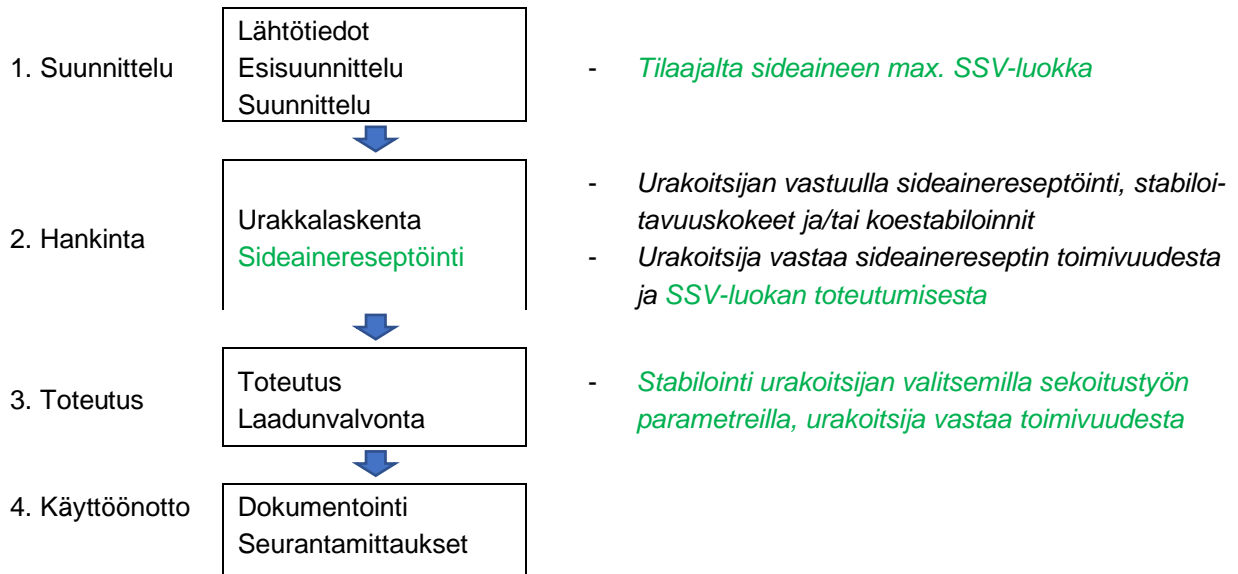
Urakoitsija tarjoaa työn valitsemallaan sideainereseptillä (-resepteillä) ja sekoitustyön parametreilla. Urakoitsija vastaa sideaineen ja työmenetelmän toimivuudesta eli siitä, että pilarit tai massastabiloitu maa saavuttavat vaaditun lujouden ja tasalaatuisuuden vaaditussa aika-aulussa. Urakoitsija vastaa toteutuksesta stabilointisuunnitelman mukaisesti (geometria, lujuus, ...) ja osoittaa sen mm. stabilointipöytäkirjoilla, tarkepiirustuksilla ja valvontakairausten tuloksilla. Stabilointipöytäkirjassa dokumentoidaan myös työmenetelmä, mm. sekoittimen nostonopeus (mm/kierros), jonka urakoitsija voi itse päättää. (Liikennevirasto 2018)

Urakkalaskennan aikataulussa on huomioitava sideainereseptöinnin vaatima aika silloin, kun se on urakoitsijan vastuulla. Stabiloitavuuskokeissa lujittumisaika on normaalisti 28 vuorokautta ja usein 91 vuorokautta. Hitaasti lujittuvilla sideaineilla 91 vuorokautta on suositeltava, koska pidemmällä lujittumisajalla tavoitelujuus saavutetaan pienemmällä sideainemäärällä kuin 28 vuorokaudessa.

On suositeltavaa, että tilaaja teettää vähintäänkin alustavia stabiloitavuuskokeita, joita urakoitsija voi hyödyntää sideainereseptöinnissään sellaisenaan tai lähtökohtana täydentäville stabiloitavuuskokeille. Näin erityisesti silloin, kun stabilointikohde on alueella, josta ei ole aiempaa syvästabilointikokemusta. Mikäli stabilointikohde on alueella, josta on edustavaa aikaisempaa kokemusta uusiosideaineilla ja aikaisempia stabiloitavuus- ja/tai valvontakairaustuloksia, on lyhyempi laskenta-aika mahdollinen, mutta ei silloinkaan suositeltava. Lyhyen laskenta-ajan aikana urakoitsijoilla ei ole mahdollisuutta teettää uusia stabiloitavuuskokeita tai toteuttaa koestabilointia uusilla sideaineresepteillä.

Runkoainenäytteet (savi, siltti, ...) stabiloitavuuskokeita varten voidaan ottaa keskitetysti tilaajan toimesta. Mikäli näytteenotto on urakoitsijoiden vastuulla, voi se johtaa siihen, että samalle alueelle mobilisoidaan useampaan kertaan kaivinkone- ja/tai kairauskalusto näytteenottoa varten.

Alustavien stabiloitavuuskokeiden lisäksi on suositeltavaa toteuttaa koestabilointi tilaajan toimesta, mikäli kyseessä on hyvin laaja kohde ja/tai alueelta ei ole ylipäättään kokemusta syvästabiloinnista. Koestabilointi voidaan joissakin tapauksissa korvata koeluontoisella aloituksella, jossa stabilointiurakan aluksi valittu urakoitsija toteuttaa valitsemallaan sideaineella koestabiloinnin ja odottaa lujittuneen stabiloidun maan valvontakairaustulokset tai jatkaa stabilointia varovaisesti valitulla suuremmalla sideainemäärällä (kg/m³). Pelkän koeluontoisen aloituksen mallissa urakoitsijan urakkariski on suurempi.



Kuva 7. Pilaristabiloinnin toteutuksen vaiheet kokonaisurakassa, jossa tilaaja esittää max. SSV-luokan ja urakoitsija vastaa sideainereseptoinnista sekä stabilointityön parametreista (ve 2.1). Tilaaja esittää stabiloidulle maalle lujuusvaatimuksen.

10. SPV- ja SMV-luokitus Syvästabiloinnin hankinnassa

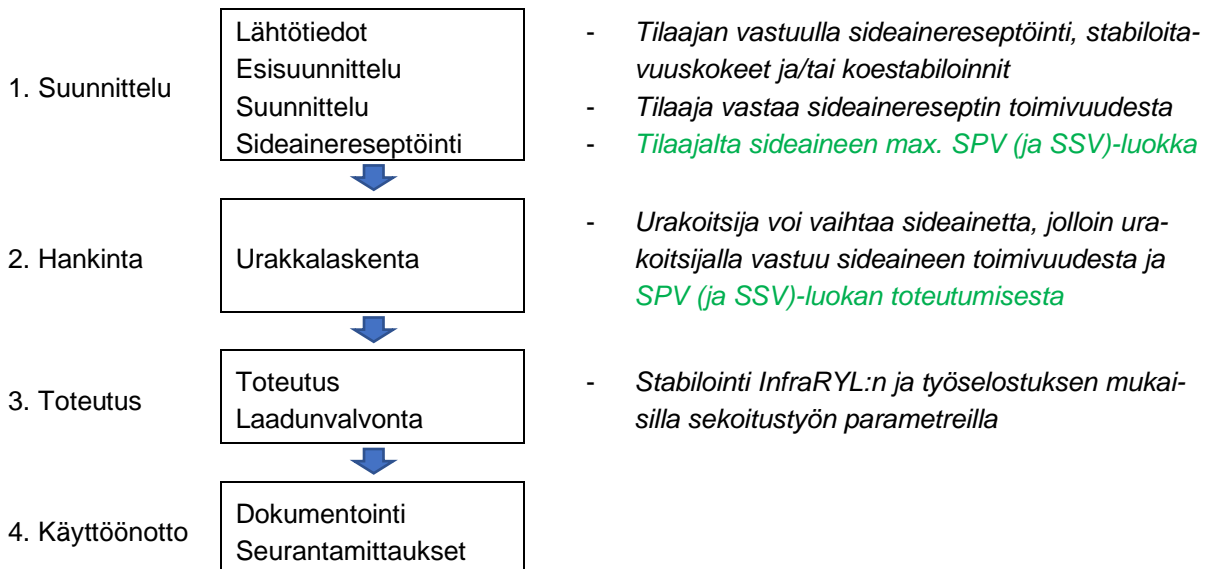
10.1 Kokonaisurakka, SPV (ve 1.2 ja 2.2)

Stabilointipilareiden vähähiilisyysluokitusta (SPV-luokitus) voidaan käyttää kokonaisurakassa, jolloin tilaaja esittää sideainereseptin ja pilareiden SPV-luokan (ve 1.2, kuva 8). SPV-luokituksessa huomioidaan leikkauslujuusvaatimuksen saavuttamiseksi tarvittava sideainemäärä pilarimetriä kohden ja sideaineen SSV-luokka (t/m-pilari x kg CO_{2e} / t => kg CO_{2e} / m-pilari). Mikäli urakoitsija haluaa tarjota työn vaihtoehtoisella sideainereseptillä, ei reseptin mukainen hiilidioksidipäästö saa ylittää tilaajan tarjouspyynnössä esittämää SPV-luokkaa.

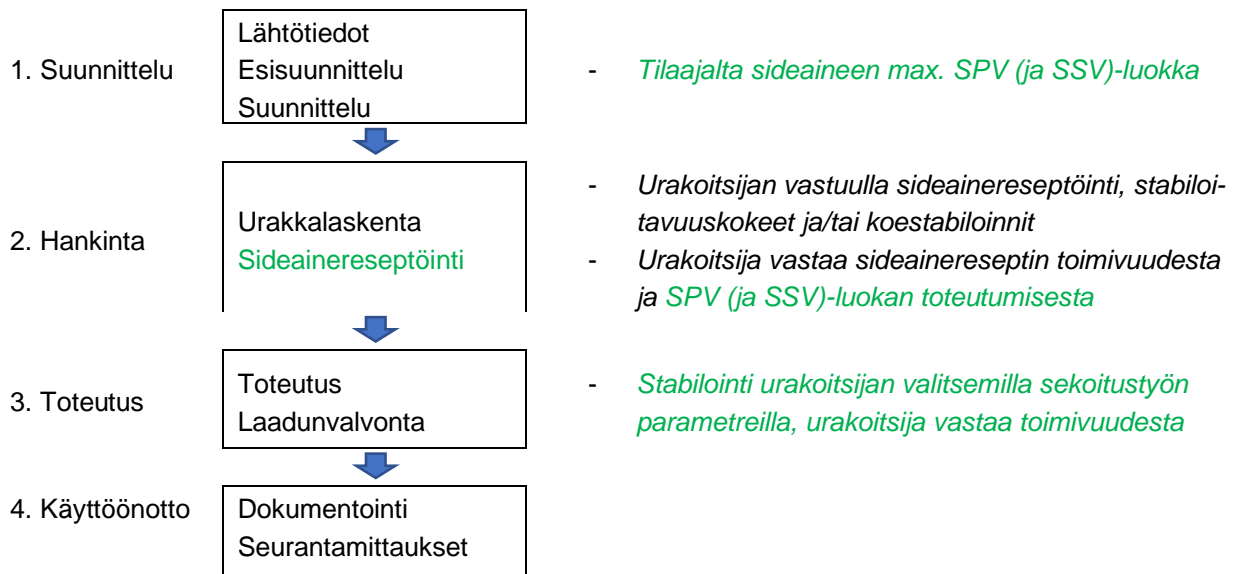
SPV-luokkaa voidaan käyttää myös siten, että tilaaja ei esitä sideainereseptiä vaan pilarin leikkauslujuusvaatimuksen ja sallitun päästön pilarimetriä kohden (= max. SPV-luokan) sekä tarvittaessa aikalujittumisvaatimuksen, jolloin urakoitsija vastaa lähtökohtaisesti sideaineen reseptoinnista (ve 2.2, kuva 9). SPV-luokan lisäksi tilaaja voi esittää myös max. SSV-luokan sideaineelle.

Esimerkkinä SPV-luokituksen mukaisen sideainereseptin valintaan voidaan esittää:

- *pilarihalkaisija 0,6 m ja SPV9-luokka suunnitelmassa => voidaan käyttää taulukon 2 ja kuvan 2b mukaisesti pilareita, joissa sideaineen määrä on luokassa SSV.5 ≤ 60 kg/m³, SSV.4 ≤ 75 kg/m³, SSV.3 ≤ 100 kg/m³ ja SSV.2 ≤ 155 kg/m³.*
- *mikäli esitetään sideaineelle max. SSV.3-luokka, rajautuvat SSV.3-luokkaa suuremmat SSV-luokat pois urakassa käytettävistä sideainevaihtoehdoista => voidaan käyttää SSV.3 ≤ 100 kg/m³ ja SSV.2 ≤ 155 kg/m³.*



Kuva 8. Pilaristabiloinnin toteutuksen vaiheet kokonaisurakassa, johon lisätty SPV (ja SSV) -luokitus urakoitsijan mahdollisen sideainevaihtoehdon varalle (ve 1.2). Tilaaja esittää stabiloidulle maalle lujuusvaatimuksen.



Kuva 9. Pilaristabiloinnin toteutuksen vaiheet kokonaisurakassa, jossa tilaaja esittää max. SPV- ja SSV-luokan ja urakoitsija vastaa sideainereseptoinnista sekä stabilointityön parametreista (ve 2.2). Tilaaja esittää stabiloidulle maalle lujusvaatimuksen.

Sideaineilla aika, jossa tavoitelujuus saavutetaan ("aikalujittuminen"), voi poiketa toisistaan oleellisesti valitun SSV-luokan sisällä, mikä tulee huomioida mm. hankkeiden, laadunvalvontakairausten, pilaroidun alueen kuormituksen aikataulussa, yms. Mikäli pilareiden lujittumisen aikataulu on hankkeen kannalta kriittinen, on se esitettävä hankinta-asiakirjoissa aikalujittumisvaatimuksena pilaristabiloinnin kriteereissä, tarvittaessa stabiloinnin osa-aluekohtaisesti.

Silloin, kun käytetään "profiilipilareita" eli pilareiden sideainemäärä vaihtuu syvyyden mukaan, yleensä kasvaen ylöspäin, SPV-luokka tulee esittää eri syvyyksille. Mahdollisesti esitettävän SPV-luokan voisi määrittää profiilipilarille painotettuna keskiarvona.

10.2 Yhteenveto

SSV ja SPV-luokitusta voidaan hyödyntää kokonaisurakassa siten, että tilaaja vastaa sideainereseptoinnista ja sekoitusparametreista (vaihtoehdot ve 1.1 ja 2.1). Tai siten, että urakoitsija vastaa sideainereseptoinnista ja sekoitusparametreista (vaihtoehdot ve 1.2 ja 2.2). Vaihtoehdoissa 1.1 ja 2.1 urakoitsija voi esittää vaihtoehtoisen sideainereseptin. Kaikissa menettelyissä tilaaja voi esittää sideaineelle max. SSV-luokan. Vastuiden jakaantumista eri vaihtoehdoissa on esitelty taulukossa 6. Taulukkoon 7 on kiteytetty vaihtoehtojen periaatteet.

Kaikissa taulukoissa 6 ja 7 esitetyissä vaihtoehdoissa:

1. tilaaja vastaa suunnitelmasta,
2. hiilidioksidipäästöissä ei huomioida stabiloinnin työsuorituksen päästöjä, jotka ne oletetaan menettelyssä samoiksi sideaineen laadusta tai määrästä riippumatta (hankkeen kokonaispäästöjen laskennassa työsuorituksen päästöt huomioidaan),
3. urakoitsija esittää sideainereseptinsä toimivuuden ja sideainemäärän riittävyden tilaajalle stabiloitavuuskokeiden tai koestabiloinnin tuloksilla,
4. urakoitsija hyväksyy esittämänsä sideainereseptin / -reseptin tilaajalla, mistä huolimatta vastuu sideaineen toimivuudesta on urakoitsijalla,

5. mikäli sideainetta tarvitaan urakoitsijan esittämää enemmän (kg/m³), vastaa urakoitsija lisäkustannuksista, ellei muuta ole esitetty hankinta-asiakirjoissa tai sovittu tilaajan kanssa.

Vaihtoehtoista 1.1, 1.2, 2.1 ja 2.2 on luotu jokaisesta mallityöselostus, jotka on esitetty liitteissä 1-4 (neljä erilaista työselostusta).

Sideaineesta aiheutuvia CO₂e-päästöjä pilarimetriä tai massastabiloitavaan maakuutiota kohden on mahdollista käyttää urakkatarjousten valintakriteerinä hyödyntäen SPV- ja SMV-luokitusta ja niille laadittuja periaatteita. CO₂e-päästöjen käyttämistä valintakriteerinä ei ole käsitelty tässä tarkemmin.

Taulukko 6. Vastuiden jakautuminen kokonaisurakassa sovellettaessa SSV tai SPV-luokitusta pilaristabiloinnin hankinnassa (vaihtoehdot ve 1.1, 1.2, 2.1 ja 2.2).

Menettely		Sideainereseptöinti	Vaihtoehtoisen sideaineen reseptöinti	Sekoitusparametrien määrittäminen
ve 1.1	SSV	tilaaja	urakoitsija	tilaaja
ve 1.2	SPV (+SSV)	tilaaja	urakoitsija	tilaaja
ve 2.1	SSV	urakoitsija	-	urakoitsija
ve 2.2	SPV (+SSV)	urakoitsija	-	urakoitsija

* tilaaja voi esittää max. SPV-luokan lisäksi myös max. SSV-luokan

Taulukko 7. Vaihtoehtojen 1.1, 1.2, 2.1 ja 2.2 periaatteet kiteytettynä.

<p>Ve 1.1: Tilaaja määrittää sideainereseptin ja max. SSV-luokan vaihtoehtoiselle sideaineelle. Tilaaja vastaa reseptinsä toimivuudesta. Urakoitsija toteuttaa stabilointityön tilaajan sekoitusparametreilla. Urakoitsija voi vaihtaa sideaineen vastaten leikkauslujuus- ja SSV-vaatimuksen toteutumisesta.</p>
<p>Ve 1.2: Tilaaja määrittää sideainereseptin ja max. SPV- sekä mahdollisen max. SSV-luokan vaihtoehtoiselle sideainereseptille. Tilaaja vastaa reseptin toimivuudesta. Urakoitsija toteuttaa stabilointityön tilaajan sekoitusparametreilla. Urakoitsija voi vaihtaa sideaineen vastaten leikkauslujuus- ja SPV- sekä mahdollisen SSV-vaatimuksen toteutumisesta.</p>
<p>Ve 2.1: Tilaajan määrittää max. SSV-luokan ja urakoitsija määrittää sideainereseptin vastaten leikkauslujuus- ja SSV-vaatimuksen toteutumisesta. Sideaineen määrää ei rajoiteta. Urakoitsija toteuttaa stabilointityön valitsemillaan sekoitusparametreilla.</p>
<p>Ve 2.2: Tilaaja määrittää max. SPV- ja mahdollisen SSV-luokan. Urakoitsija määrittää sideainereseptin vastaten leikkauslujuus- ja SPV- sekä mahdollisen SSV-vaatimuksen toteutumisesta. Urakoitsija toteuttaa stabilointityön valitsemillaan sekoitusparametreilla.</p>

10.4 SMV-luokitus massastabiloinnin hankinnassa

Massastabiloinnin vähähiilisyysluokitusta (SMV-luokitus) voidaan käyttää massastabiloinnin hankinnassa samoilla periaatteilla kuin pilaristabiloinnin hankinnassa. Suurimpana erona on mahdollisen täyteaineen ja/tai lisärunkoaineen hyödyntäminen. Pilaristabiloinnissa ei käytetä täyte- eikä lisärunkoainetta.

10.3 ST- tai KVR-urakka

SPV- ja SMV-luokituksia voidaan soveltaa myös esim. ST- tai KVR-urakassa. Menettely kuvataan tässä vain hyvin alustavasti ja yleispiirteisesti. Menettelyssä urakoitsijalla on vapauksia niin sideaineen reseptin, mitoituksen kuin stabilointimenetelmän optimointiin.

Tarjouspyynnössä esitetyssä tilaajan esisuunnitelmassa esitetään esim. pilaristabiloidulle alueelle päästökriteerin lisäksi toiminnallinen kriteeri pilareiden ja maan muodostamalle kokonaisuudelle. Toiminnallinen kriteeri voi olla esim. suurin sallittu painuma 30 vuoden aikana. Tilaaja arvioi päästökriteerin (kg CO_{2e} / pilaristabiloinnin osa-alue) alustavan pilaristabiloinnin mitoituksen ja valitun SSV- tai SPV-luokan avulla.

Stabiloinnin mitoituksen toteutusta varten tekee urakoitsija. Mitoitettu ratkaisu, valittu sideaine ja sideainereseptin mukaan lasketut päästöt eivät saa ylittää tilaajan esittämien max. SSV- ja/tai SPV-luokkien mukaisia päästöjä. Pilarimetrien päästöt voidaan laskea käyttäen urakoitsijan valitseman sideaineen todellisia päästökertoimia (A1-A4). Kohteen kokonaispäästöissä huomioidaan myös stabilointityön päästöt.

10.5 Riskit ja menetelmän kehitystarpeet

Menettelyssä, jossa sideainereseptointi on urakoitsijan vastuulla, on yksityiskohtia, joissa tarvitaan harkintaa hankekohtaisesti ja/tai yleistä kehitystä (esim. ohjeistusta kehittämällä) ajatellen tarjouspyyntöä ja urakkatarjousten hinnoittelua. Tällaisia tarkennettavia asioita voivat olla esim.:

- geoteknisten tutkimusten eli kairausten ja indeksikoetulosten riittävyys, määrä ja laatu (riippuu mm. geologiasta)
- pohjamaan erityispiirteiden selvitysten riittävyys (esim. pienipiirteisyys, kerroksellisuus, happamat sulfaattimaat "hasu" ja pilaantuneet maat "pima")
- stabiloitavuuskokeiden edustavuus ja riittävyys (tilaajan / urakoitsijan teettämät)
- sideainereseptin toimivuuden riskien hallinta ja riskin jako (sideainetta tarvitaan urakkatarjouksessa esitettyä enemmän / vähemmän)
- muut mahdolliset asiat

Oleellista on sideainereseptin toimivuuteen liittyvien riskien hallinta ja sitä varten tehtävät valinnat, jotka ovat osin olosuhderiippuvaisia. Silloin, kun alue on geologisesti tunnettu ja homogeeninen, maaperän ominaisuuksiin liittyvät riskit ovat vähäisiä. Silloin, kun esim. maakerrosrajat vaihtelevat pieni- / jyrkkäpiirteisesti, maakerrosten ominaisuudet vaihtelevat, maaperässä on happamia sulfaattimaita, tms., on sideainereseptiin liittyviä riskejä enemmän ja silloin geoteknisiä tutkimuksia ja stabiloitavuuskokeita tarvitaan esim. stabiloitavan savialtaan tilavuuteen nähden tavanomaista enemmän.

Lähtökohtana riittäviä tutkimusmääriä arvioitaessa, voidaan käyttää ohjetta "Syvästabiloinnin suunnittelu" (Liikennevirasto 2018), jossa on ohjeistettu syvästabiloinnin suunnittelua ja sideainereseptointiä varten tarvittavat kenttä- ja laboratoriotutkimukset sekä suositukset tutkimusmääräksi. Kun mitoituslujuus määritetään stabiloitavuuskokeilla, tarvitaan ko. sideaineelle määritettyä kenttä-/laboratoriolujuuskerrointa. (Liikennevirasto 2018) Useille uusiosideaineille on määritetty kenttä- / laboratoriolujuuskertoimia diplomityötutkimuksessa (Ikävalko 2023). Työssä esitettyjä tuloksia on tarkoitus hyödyntää Väyläviraston Syvästabiloinnin suunniteluohjeen seuraavassa päivityksessä 2024.

Hankinta-asiakirjoja ajatellen on tarpeen kehittää käytännöt mm. seuraaviin kysymyksiin: miten toteutuu tarjousten vertailtavuus ja riskinjako, mikäli urakoitsijan esittämiä sideainemääriä tarvittaessa korjataan urakan aikana. Vaihtoehtoja: riskiä ei jaeta / riski jaetaan (miten?). Se, että riski on urakoitsijalla, on yksinkertainen malli, mutta saattaa näkyä urakkatarjoushinoissa.

Mahdollinen malli sideainemääräriskin jakamiseen silloin, kun vastuu sideainereseptoinnista on urakoitsijalla, voisi teoriassa olla esimerkiksi: ”*mikäli tuotantopilareissa joudutaan käyttämään urakkatarjouksessa esitettyä enemmän sideainetta, niin vastuu kustannuksista jaetaan suhteessa 50/50, ja jos todetaan, että sideainemääriä voidaan pienentää, niin hyöty jaetaan suhteessa 50/50 urakoitsijan ja tilaajan välillä*”. Menettely ei ole ongelmaton ja mikäli riskiä jaettaisiin esimerkin mukaisesti, voisi se johtaa lopputulokseen, jossa vertailuhinnaltaan edullisin tarjous ei todellisuudessa olisikaan edullisin silloin, kun urakoitsijan esittämää sideainemäärää on lisättävä ja esim. toiseksi tulleessa tarjouksessa sideainemäärä olisi ollut sellaiseen riittävä.

Hankinta-asiakirjoja ajatellen on pohdittava muun muassa, miten toteutuu tarjousten vertailtavuus ja miten toteutetaan riskinjako. Lisäksi tarvitaan vielä harkintaa mm. siinä missä määrin tilaaja vastaa geologisten ja geoteknisten lähtötietojen riittävydestä ja mahdollisista yllätyksistä maaperässä. Se olisiko mahdollisesta max. SPV-luokan mukaisten päästöjen ylityksestä seuraamuksia urakoitsijalle tai millaiset ylitykset olisivat sallittavissa, on määritettävä hankinta-asiakirjoissa. Tähän tarvitaan menettelyn kehittämistä hankekohtaisesti ja myös yleisesti SSV-luokituksen ohjeistuksessa. SSV-luokituksen jalkauttaminen käyttöön ja siinä vaiheessa tarvittava kehitystyö on suunniteltu tehtävän UUMA5-ohjelmassa mm. markkinavuoropuheluiden avulla.

Kirjallisuus

- EcolIntellect 2023. Tuote-esite (luonnos). 18 s.
- Finnsementti Oy, n.d. Tuotteiden tuote-esitteet ja EPD:t. <https://finnsementti.fi/tuotteet/> 11 s.
- Kivi, E. 2021. Pohjanvahvistusmenetelmät Suomessa – käyttömäärät ja hiilijalanjälki. Diplomityö, Aalto yliopisto. 100 s. + 84 liitettä.
- Kuusipuro, K. 2022. Nordkalk Terra-tuotteiden hiilijalanjälki pienenee. Esite. www.nordkalk.fi 1 s.
- Lehtovirta, T. 2023. Infrarakentamisen hiilidioksidiekvivalenttipäästöt Suomessa. Diplomityö. Aalto-yliopisto.
- Liikennevirasto 2018. Syvästabiloinnin suunnitteluohje. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-17_syvastabiloinnin_suunnittelu_web.pdf
- Nguyen, T. 2021. Uusiosideaineet pilaristabiloinnissa, Kuninkaantammen koestabilointi. Diplomityö. Aalto-yliopisto. 154 s.
- Oksman, O. 2022. Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus ja pilaristabiloinnin hankinta. AMK-työ. Turku AMK. 82 s.
- SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/1063478.html.stx>
- SFS-EN ISO 14044:2006 +A1:2018 + A2:2020. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/1096273.html.stx>
- SFS-EN 15643, 2021. Sustainability of construction works: Framework for assessment of buildings and civil engineering works, Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 39 s.
- Tapojärvi 2023. TapoEko -maasementin valmistuksen kasvihuonekaasupäästö, 27.4.2023. 1 s.
- UUMA4 2023. Uusiosideaineet koheesiomaiden stabiloinnissa -käyttökokemukset ja ympäristövaikutukset. Raportti. *saatavilla UUMA* [www.sivut Aineistopankki: syvästabilisointi](http://www.sivut.Aineistopankki.fi)
- Väylävirasto, 2023. Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Väyläviraston ohjeita 43/2023. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-43_vahahiilisyyden_arviointimenetelma_web.pdf

Tilaaajan sideaineresepti ja max. SSV-luokka vaihtoehtoiselle sideaineelle.

Vihreällä fontilla on esitetty SSV-luokan soveltamisen edellyttämät täydennykset tai muutokset.

1. Rakennushankkeen yleistiedot

Urakoitsijalle kuuluvat työt ja hankinnat:

- valmistelevat työt
- liikennejärjestelyjen suunnittelu ja toteuttaminen mm. työmaa-alueen aitaaminen
- meluilmoituksen laatiminen

Hankekohtaiset asiakirjat

Työssä noudatetaan seuraavia yleisiä työselityksiä ja -selostuksia sekä ohjeita soveltuvin osin:

- InfraRYL
- Liikennevirasto, Syvästabiloinnin suunnitteluohje 17/2018
- RIL 121-2004 Pohjarakennusohjeet
- RIL 263-2014 Kaivanto-ohje (noudatetaan ensisijaisesti kaivantojen osalta)
- [Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus, opas, UUMA4, 2023](#)

Materiaalit

Urakoitsijan tulee huolehtia, että hänen käyttämänsä rakennustuotteet ovat joko Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) nro: 305/2011 (rakennustuoteasetuksen) mukaisesti CE-merkittyjä tai siltä osin kuin tuotteiden ei tarvitse olla CE- merkittyjä, tuotteet ovat lain eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 2012/954 (tuotehyväksyntälain) ja vastaavan asetuksen mukaisesti varmennettuja. Urakoitsijan tulee varmistaa rakennustuotteen kelpoisuus eli tuotteen CE-merkintä ja kansallinen hyväksyntä ennen tuotteiden tilaamista / käyttämistä / kiinnittämistä rakennuskohteeseen. [Tilaaajan osoittaman ja määräämän sideaineen osalta voidaan poiketa CE-merkinnän ja tuotehyväksynnän vaatimuksista.](#)

10000 Maa-, pohja ja kalliorakenteet

14000 Pohjarakenteet

14100 Vahvistetut maarakenteet

14131 Pilaristabiloidut rakenteet

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 14130 mukaiset.

Stabiloitavat alueet on esitetty suunnitelmapiirustuksissa.

14131.1 Pilaristabiloinnin materiaalit

Tilaaajan sideaineresepti (sideaineen laatu + määrä) on valittu stabiloitavalta alueelta otetuilla savinäytteillä tehtyjen stabiloitavuuskokeiden tulosten perusteella. Stabilointiin käytetään sideainetta **x** määrä **xx** kg/m³. [Sideaineen hiilidioksidipäästöt ovat enintään luokan SSV.n mukaiset.](#)

[Urakoitsija voi halutessaan vaihtaa sideainetta tässä työselostuksessa ja oppaassa Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus \(UUMA4, 2023\) esitetyn mukaisesti. Urakoitsijan esittämän sideaineen CO₂e-päästöt saavat olla enintään SSV.n -luokan mukaiset. Urakoitsija valitsee esittämänsä sideaineen määrän \(määrän tulee olla vähintään **xx** kg/m³\).](#)

Urakoitsija hyväksyy sideainereseptin tilaajalle ennen stabilointityön aloittamista. Hyväksyt-
tämistä huolimatta urakoitsija vastaa esittämänsä sideainereseptin teknisestä toimivuudesta
(mm. stabiloidun maan lujittuminen vaaditussa ajassa).

Urakoitsija osoittaa esittämänsä sideainereseptin toimivuuden stabiloitavuuskokeilla, joissa on
käytetty edustavia kohteen savinäytteitä. Stabiloitavuuskoetulosten muunnoksessa kenttälu-
juudeksi tulee käyttää ko. sideaineelle tarkoitettua kenttä-/laboratoriolujuuskerrointa. Toimi-
vuuden voi osoittaa myös esitetyllä sideaineella kohteessa toteutetun koe- tai tuotantostabi-
loinnin laadunvalvontakairautuloksilla.

Sideaineen tulee täyttää InfraRYL:ssä esitetyt vaatimukset.

Ennen työn aloittamista tulee urakoitsijan hankkia sideaineen valmistajan laatututkimus käy-
tettävästä sideaineesta. Sideainenäytteet otetaan InfraRYL:ssä esitetyin välein. Näytteet toi-
mitetaan tilaajalle.

14131.3 Pilaristabiloinnin tekeminen

Pilaristabilointityö suoritetaan InfraRYL:n ja työselostuksen mukaisesti, **vaikka urakoitsija vaihtaisi sideainetta.**

Pilaroinnin lujuusvaatimukset:

Pilareiden leikkauslujuusvaatimus on tason **x** alapuolella **x** kPa.

Stabiloitavuuskokeiden ja alueella aiemmin toteutettujen pilaristabilointien tulosten perusteella on arvioitu, että lujuusvaatimus on saavutettavissa koko pilarointisyvyydellä. Lujuusvaatimusten alitukset tulkitaan työstä johtuviksi, ellei kohteesta löydy stabiloituvuutta heikentävää muuta syytä.

Pilareiden lujuusvaatimus tulee saavuttaa **x** kk ikäisenä.

1 kk ikäisenä tutkittavien pilareiden lujuuden tulee olla $\geq x$ % ja 2 kk ikäisenä tutkittuna $\geq x$ % 3 kk lujuusvaatimuksesta käytettäessä tilaajan esittämää sideainereseptiä. **Mikäli käytetään urakoitsijan esittämää sideainereseptiä, tulee urakoitsijan esittää sideaineelle ennakkokokeisiin perustuvat aikalujittumiskertoimet, joiden perusteella määritetään lujuusvaatimukset 1 kk ja 2 kk lujittuneille pilareille.**

Pilaroinnin laadunvalvonta:

Taulukossa 1 on esitetty laadunvalvontakairauten määrät osa-alueittain.

Taulukko 1. Pilarien määräärvio ja laadunvalvontatutkimusten määrät osa-alueittain. Osa-alueet on esitetty pohjanvahvistuskartalla.

osa-alue	pilarihalkaisija [mm]	pilareita [kpl]	pilareita [m]	pilarikairauksia 3 kk * [kpl]
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
yhteensä alueet x-x:		x	x	x

* tarvittaessa kairaukset voidaan tehdä vähemmän aikaa lujittuneille pilareille

Urakoitsija voi halutessaan tehdä yllä olevassa taulukossa esitettyä enemmän laadunvalvontakairauksia ja ottaa tulokset mukaan laskettaessa osa-alueen pilareiden keskiarvolujuuksia. Kaikki onnistuneeksi tulkitut kairaukset on kuitenkin huomioitava keskiarvolujuutta laskettaessa. Tilaaja voi myös halutessaan teettää stabilointialueella valvontakairauksia.

Tilaaajan sideaineresepti ja max. SPV ja SVV -luokka vaihtoehtoiselle sideaineresepille. Vihreällä fontilla on esitetty SPV ja SSV -luokan soveltamisen edellyttämät täydennykset tai muutokset.

1. Rakennushankkeen yleistiedot

Urakoitsijalle kuuluvat työt ja hankinnat:

- valmistelevat työt
- liikennejärjestelyjen suunnittelu ja toteuttaminen mm. työmaa-alueen aitaaminen
- meluilmoituksen laatiminen

Hankekohtaiset asiakirjat

Työssä noudatetaan seuraavia yleisiä työselityksiä ja -selostuksia sekä ohjeita soveltuvin osin:

- InfraRYL
- Liikennevirasto, Syvästabiloinnin suunnitteluohje 17/2018
- RIL 121-2004 Pohjarakennusohjeet
- RIL 263-2014 Kaivanto-ohje (noudatetaan ensisijaisesti kaivantojen osalta)
- [Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyyssuokitus, opas, UUMA4, 2023](#)

Materiaalit

Urakoitsijan tulee huolehtia, että hänen käyttämänsä rakennustuotteet ovat joko Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) nro: 305/2011 (rakennustuoteasetuksen) mukaisesti CE-merkittyjä tai siltä osin kuin tuotteiden ei tarvitse olla CE- merkittyjä, tuotteet ovat lain eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 2012/954 (tuotehyväksyntälain) ja vastaavan asetuksen mukaisesti varmennettuja. Urakoitsijan tulee varmistaa rakennustuotteen kelpoisuus eli tuotteen CE-merkintä ja kansallinen hyväksyntä ennen tuotteiden tilaamista / käyttämistä / kiinnittämistä rakennuskohteeseen. [Tilaaajan osoittaman ja määräämän sideaineen osalta voidaan poiketa CE-merkinnän ja tuotehyväksynnän vaatimuksista.](#)

10000 Maa-, pohja ja kalliorakenteet

14000 Pohjarakenteet

14100 Vahvistetut maarakenteet

14131 Pilaristabiloidut rakenteet

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 14130 mukaiset.

Stabiloitavat alueet on esitetty suunnitelmapiirustuksissa.

14131.1 Pilaristabiloinnin materiaalit

Tilaaajan sideaineresepti (sideaineen laatu + määrä) on valittu stabiloitavalta alueelta otetuilla savinäytteillä tehtyjen stabiloitavuuskokeiden tulosten perusteella. Stabilointiin käytetään sideainetta **x**, jonka määrä on **xx** kg/m³. [Sideaineresepin hiilidioksidipäästöt ovat enintään luokan SPVN mukaiset.](#)

[Urakoitsija voi halutessaan vaihtaa sideainetta tässä työselostuksessa ja oppaassa Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyyssuokitus \(UUMA4, 2023\) esitetyn mukaisesti. Urakoitsijan esittämän sideaineresepin CO₂e-päästöt saavat olla enintään luokan SPVN mukaiset ja sideaineen hiilidioksidipäästöt enintään luokan SSV.n mukaiset. Urakoitsija valitsee esittämänsä sideaineen määrän \(määrän tulee olla vähintään **xx** kg/m³\).](#)

Urakoitsija hyväksyy sideainereseptin tilaajalle ennen stabilointityön aloittamista. Hyväksyt-
tämisestä huolimatta urakoitsija vastaa esittämänsä sideainereseptin teknisestä toimivuudesta
(mm. stabiloidun maan lujittuminen vaaditussa ajassa).

Urakoitsija osoittaa esittämänsä sideainereseptin toimivuuden stabiloitavuuskokeilla, joissa on
käytetty edustavia kohteen savinäytteitä. Stabiloitavuuskoetulosten muunnoksessa kenttälu-
juudeksi tulee käyttää ko. sideaineelle tarkoitettua kenttä-/laboratoriolujuuskerrointa. Toimi-
vuuden voi osoittaa myös esitetyllä sideaineella kohteessa toteutetun koe- tai tuotantostabi-
loinnin laadunvalvontakairautuloksilla.

Sideaineen tulee täyttää InfraRYL:ssä esitetyt vaatimukset.

Ennen työn aloittamista tulee urakoitsijan hankkia sideaineen valmistajan laatututkimus käy-
tettävästä sideaineesta. Sideainenäytteet otetaan InfraRYL:ssä esitetyin välein. Näytteet toi-
mitetaan tilaajalle.

14131.3 Pilaristabiloinnin tekeminen

Pilaristabilointityö suoritetaan työselostuksen mukaisesti, vaikka urakoitsija vaihtaisi sideai-
netta.

Pilaroinnin lujuusvaatimukset:

Pilareiden leikkauslujuusvaatimus on tason x alapuolella x kPa.

Stabiloitavuuskokeiden ja alueella aiemmin toteutettujen pilaristabilointien tulosten perusteella
on arvioitu, että lujuusvaatimus on saavutettavissa koko pilarointisyvyydellä. Lujuusvaatimus-
ten alitukset tulkitaan työstä johtuviksi, ellei kohteesta löydy stabiloituvuutta heikentävää
muuta syytä.

Pilareiden lujuusvaatimus tulee saavuttaa x kk ikäisenä.

1 kk ikäisenä tutkittavien pilareiden lujuuden tulee olla $\geq x$ % ja 2 kk ikäisenä tutkittuna $\geq x$
% 3 kk lujuusvaatimuksesta käytettäessä tilaajan sideainereseptiä. Mikäli käytetään urakoitsi-
jan esittämää sideainereseptiä, tulee urakoitsijan esittää sideaineen hyväksyttämisen yhtey-
dessä ennakkokokeisiin perustuvat aikalujittumiskertoimet, joiden perusteella määritetään lu-
juusvaatimukset 1 kk ja 2 kk lujittuneille pilareille.

Pilaroinnin laadunvalvonta:

Taulukossa 1 on esitetty laadunvalvontakairauten määrät osa-alueittain.

*Taulukko 1. Pilarien määräärvio ja laadunvalvontatutkimusten määrät osa-alueittain. Osa-alu-
eet on esitetty pohjanvahvistuskartalla.*

osa-alue	pilarihalkaisija [mm]	pilareita [kpl]	pilareita [m]	pilarikairauksia 3 kk * [kpl]
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
yhteensä alueet $x-x$:		x	x	x

* tarvittaessa kairaukset voidaan tehdä vähemmän aikaa lujittuneille pilareille

Urakoitsija voi halutessaan tehdä yllä olevassa taulukossa esitettyä enemmän laadunvalvonta-
kairauksia ja ottaa tulokset mukaan laskettaessa osa-alueen pilareiden keskiarvolujuuksia.
Kaikki onnistuneeksi tulkitut kairaukset on kuitenkin huomioitava keskiarvolujuutta lasketta-
essa. Tilaaja voi myös halutessaan teettää stabilointialueella valvontakairauksia.

Urakoitsijan sideaineresepti ja max. SSV-luokka vaihtoehtoiselle sideaineelle.

Vihreällä fontilla on esitetty SSV-luokan soveltamisen edellyttämät täydennykset tai muutokset.

1. Rakennushankkeen yleistiedot

Urakoitsijalle kuuluvat työt ja hankinnat

- valmistelevat työt
- liikennejärjestelyjen suunnittelu ja toteuttaminen mm. työmaa-alueen aitaaminen
- meluilmoituksen laatiminen

Hankekohtaiset asiakirjat

Työssä noudatetaan seuraavia yleisiä työselityksiä ja -selostuksia sekä ohjeita soveltuvin osin:

- InfraRYL
- RIL 121–2004 Pohjarakennusohjeet
- RIL 263–2014 Kaivanto-ohje (noudatetaan ensisijaisesti kaivantojen osalta)
- Liikennevirasto, Syvästabiloinnin suunnitteluohje 17/2018
- *Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus, opas, UUMA4, 2023*

Materiaalit

Urakoitsijan tulee huolehtia, että hänen käyttämänsä rakennustuotteet ovat joko Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) nro: 305/2011 (rakennustuoteasetuksen) mukaisesti CE-merkittyjä tai siltä osin kuin tuotteiden ei tarvitse olla CE- merkittyjä, tuotteet ovat lain eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 2012/954 (tuotehyväksyntälain) ja vastaavan asetuksen mukaisesti varmennettuja. Urakoitsijan tulee varmistaa rakennustuotteen kelpoisuus eli tuotteen CE-merkintä ja kansallinen hyväksyntä ennen tuotteiden tilaamista / käyttämistä / kiinnittämistä rakennuskohteeseen. *Tilaaajan osoittaman ja määräämän sideaineen osalta voidaan poiketa CE-merkinnän ja tuotehyväksynnän vaatimuksista.*

10000 Maa-, pohja ja kalliorakenteet

14000 Pohjarakenteet

14100 Vahvistetut maarakenteet

14131 Pilaristabiloidut rakenteet

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 14130 mukaiset.

Stabiloitavat alueet on esitetty suunnitelmapiirustuksissa.

14131.1 Pilaristabiloinnin materiaalit

Urakoitsijan valitsee sideainereseptin, jossa sideaineen valmistuksen ja kuljetuksen päästöt ovat enintään SSV.n -luokan mukaiset.

Urakoitsija valitsee sideaineen määrän (määrän tulee olla vähintään xx kg/m³). Sideaineen määrää (kg/m³) ei ole rajoitettu.

Urakoitsija hyväksyttää sideainereseptin tilaajalle ennen stabilointityön aloittamista. Hyväksyttämisestä huolimatta urakoitsija vastaa esittämänsä sideainereseptin teknisestä toimivuudesta (mm. stabiloidun maan lujittuminen vaaditussa ajassa).

Urakoitsija osoittaa esittämänsä sideainereseptin toimivuuden stabiloitavuuskokeilla, joissa on käytetty edustavia kohteen savinäytteitä. Stabiloitavuuskoetulosten muunnoksessa kenttälujuudeksi tulee käyttää ko. sideaineelle tarkoitettua kenttä-/laboratoriolujuuskerrointa. Toimivuuden voi osoittaa myös esitetyllä sideainereseptillä kohteessa toteutetun koe- tai tuotantostabiloinnin laadunvalvontakairautuloksilla.

Sideaineen tulee täyttää InfraRYL:ssä esitetyt vaatimukset.

Ennen työn aloittamista tulee urakoitsijan hankkia sideaineen valmistajan laatututkimus käytettävästä sideaineesta. Sideainenäytteet otetaan InfraRYL:ssä esitetyin välein. Näytteet toimitetaan tilaajalle.

14131.3 Pilaristabiloinnin tekeminen

Pilaristabilointityö suoritetaan urakoitsijan valitsemilla sekoitustyön parametreilla (mm. sekoitinkärjen pyörimis- ja ylösnostonopeus).

Pilaroinnin lujuusvaatimukset:

Pilareiden leikkauslujuusvaatimus on tason x alapuolella x kPa.

Stabiloitavuuskokeiden ja alueella aiemmin toteutettujen pilaristabilointien tulosten perusteella on arvioitu, että lujuusvaatimus on saavutettavissa koko pilarointisyvyydellä. Lujuusvaatimusten alitukset tulkitaan sideainereseptistä tai työstä johtuviksi, ellei kohteesta löydy stabiloituvuutta heikentävää muuta syytä.

Pilareiden lujuusvaatimus tulee saavuttaa 3 kk ikäisenä.

Urakoitsija esittää, mikä %-osuus pilareiden 3 kk lujuusvaatimuksesta saavutetaan laadunvalvontakairauksilla 1 kk ja 2 kk lujittumisajan jälkeen. Esitys perustuu sideaineen hyväksyttämisen yhteydessä urakoitsijan esittämiin sideaineen aikalujittumiskertoihin, jotka perustuvat ennakkotutkimuksiin.

Mikäli sideaineen lujittumista 3 kk lujittumisajalla ei ole aiemmin tutkittu valvontakairauksilla kohdetta vastaavalla savikolla, osoitetaan lujittuminen vähintään x pilarikairauksella (mikäli tavoitelujuus ylittyy valvontakairauksissa alle 3 kk lujittumisajan jälkeen, eivät 3 kk lujittumisajan kairaukset ole välttämättömiä).

Pilaroinnin laadunvalvonta:

Taulukossa 1 on esitetty laadunvalvontakairausten määrät osa-alueittain.

Taulukko 1. Pilarien ja laadunvalvontatutkimusten määrät osa-alueittain. Osa-alueet on esitetty pohjanvahvistuskartalla.

osa-alue	pilarihalkaisija [mm]	pilareita [kpl]	pilareita [m]	pilarikairauksia 3 kk * [kpl]
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
yhteensä alueet x-x:		x	x	x

* tarvittaessa kairaukset voidaan tehdä vähemmän aikaa lujittuneille pilareille

Urakoitsija voi halutessaan tehdä yllä olevassa taulukossa esitettyä enemmän laadunvalvontakairauksia ja ottaa tulokset mukaan laskettaessa osa-alueen pilareiden keskiarvolujuuksia. Kaikki onnistuneeksi tulkitut kairaukset on kuitenkin huomioitava keskiarvolujuutta laskettaessa. Tilaaja voi myös halutessaan teettää stabilointialueella valvontakairauksia.

Urakoitsijan sideaineresepti ja max. SPV ja SSV -luokka vaihtoehtoiselle sideainereseptille. Vihreällä fontilla on esitetty SPV ja SSV -luokan soveltamisen edellyttämät täydennykset tai muutokset.

1. Rakennushankkeen yleistiedot

Urakoitsijalle kuuluvat työt ja hankinnat

- valmistelevat työt
- liikennejärjestelyjen suunnittelu ja toteuttaminen mm. työmaa-alueen aitaaminen
- meluilmoituksen laatiminen

Hankekohtaiset asiakirjat

Työssä noudatetaan seuraavia yleisiä työselityksiä ja -selostuksia sekä ohjeita soveltuvin osin:

- InfraRYL
- RIL 121–2004 Pohjarakennusohjeet
- RIL 263–2014 Kaivanto-ohje (noudatetaan ensisijaisesti kaivantojen osalta)
- Liikennevirasto, Syvästabiloinnin suunnitteluohje 17/2018
- [Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyyssluokitus, opas, UUMA4, 2023](#)

Materiaalit

Urakoitsijan tulee huolehtia, että hänen käyttämänsä rakennustuotteet ovat joko Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) nro: 305/2011 (rakennustuoteasetuksen) mukaisesti CE-merkittyjä tai siltä osin kuin tuotteiden ei tarvitse olla CE- merkittyjä, tuotteet ovat lain eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 2012/954 (tuotehyväksyntälain) ja vastaavan asetuksen mukaisesti varmennettuja. Urakoitsijan tulee varmistaa rakennustuotteen kelpoisuus eli tuotteen CE-merkintä ja kansallinen hyväksyntä ennen tuotteiden tilaamista / käyttämistä / kiinnittämistä rakennuskohteeseen. [Tilaajan osoittaman ja määräämän sideaineen osalta voidaan poiketa CE-merkinnän ja tuotehyväksynnän vaatimuksista.](#)

10000 Maa-, pohja ja kalliorakenteet

14000 Pohjarakenteet

14100 Vahvistetut maarakenteet

14131 Pilaristabiloidut rakenteet

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 14130 mukaiset.

Stabiloitavat alueet on esitetty suunnitelmapiirustuksissa.

14131.1 Pilaristabiloinnin materiaalit

Urakoitsijan valitsee sideainereseptin (laatu + määrä) siten, että sideaineesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt eivät ylitä SPV_N -luokan mukaisia CO₂e-päästöjä (sideaineen päästökerroin x sideainemäärä). Sideainemäärän tulee olla vähintään **xx** kg/m³. Sideaineen valmistuksen ja kuljetuksen päästöt ovat enintään SSV_{.n} -luokan mukaiset.

Urakoitsija hyväksyttää sideainereseptin tilaajalle ennen stabilointityön aloittamista. Hyväksyttämistä huolimatta urakoitsija vastaa esittämänsä sideainereseptin teknisestä toimivuudesta (mm. stabiloidun maan lujittuminen vaaditussa ajassa).

Urakoitsija osoittaa esittämänsä sideainereseptin toimivuuden stabiloitavuuskokeilla, joissa on käytetty edustavia kohteen savinäytteitä. Stabiloitavuuskoetulosten muunnoksessa kenttälujuudeksi tulee käyttää ko. sideaineelle tarkoitettua kenttä-/laboratoriolujuuskerrointa. Toimivuuden voi osoittaa myös esitetyllä sideainereseptillä kohteessa toteutetun koe- tai tuotantostabiloinnin laadunvalvontakairaustuloksilla.

Sideaineen tulee täyttää InfraRYLssä esitetyt vaatimukset.

Ennen työn aloittamista tulee urakoitsijan hankkia sideaineen valmistajan laatututkimus käytettävästä sideaineesta. Sideainenäytteet otetaan InfraRYL:ssä esitetyin välein. Näytteet toimitetaan tilaajalle.

14131.3 Pilaristabiloinnin tekeminen

Pilaristabilointityö suoritetaan urakoitsijan valitsemilla sekoitustyön parametreilla (mm. sekoitinkärjen pyörimis- ja ylösnostonopeus).

Pilaroinnin lujuusvaatimukset:

Pilareiden leikkauslujuusvaatimus on tason x alapuolella x kPa.

Stabiloitavuuskokeiden ja alueella aiemmin toteutettujen pilaristabilointien tulosten perusteella on arvioitu, että lujuusvaatimus on saavutettavissa koko pilarointisyvyydellä. Lujuusvaatimusten alitukset tulkitaan työstä johtuviksi, ellei kohteesta löydy stabiloituvuutta heikentävää muuta syytä.

Pilareiden lujuusvaatimus tulee saavuttaa 3 kk ikäisenä.

Laadunvalvontakairausten vertailutasojen asettamiseksi urakoitsija esittää sideaineelle ennakkokokeisiin perustuvat aikalujittumiskertoimet. 1 kk ja 2 kk lujittuneille pilareille asetetaan ennakkokokeiden perusteella lujuusvaatimukset ($\geq x$ kPa / 1 kk ja $\geq x$ kPa / 2 kk), joiden mukaisilla lujuuksilla saavutetaan lujuustavoite 3 kk lujittumisajalla.

Mikäli sideaineen lujittumista 3 kk lujittumisajalla ei ole aiemmin tutkittu valvontakairauksilla kohdetta vastaavalla savikolla, osoitetaan lujittuminen vähintään x pilarikairauksella (mikäli tavoitelujuus ylittyy valvontakairauksissa alle 3 kk lujittumisajan jälkeen, eivät 3 kk lujittumisajan kairaukset ole välttämättömiä).

Pilaroinnin laadunvalvonta:

Taulukossa 1 on esitetty laadunvalvontakairausten määrät osa-alueittain.

Taulukko 1. Pilarien ja laadunvalvontatutkimusten määrät osa-alueittain. Osa-alueet on esitetty pohjanvahvistuskartalla.

osa-alue	pilarihalkaisija [mm]	pilareita [kpl]	pilareita [m]	pilarikairauksia 3 kk * [kpl]
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
yhteensä alueet $x-x$:		x	x	x

* tarvittaessa kairaukset voidaan tehdä vähemmän aikaa lujittuneille pilareille

Urakoitsija voi halutessaan tehdä yllä olevassa taulukossa esitettyä enemmän laadunvalvontakairauksia ja ottaa tulokset mukaan laskettaessa osa-alueen pilareiden keskiarvolujuuksia. Kaikki onnistuneeksi tulkitut kairaukset on kuitenkin huomioitava keskiarvolujuutta laskettaessa. Tilaaja voi myös halutessaan teettää stabilointialueella valvontakairauksia.