



UUMA4

UUSIOMATERIAALIT
MAARAKENTAMISESSA
OHJELMA 2021-2023

Syvästabiloinnin sideaineiden vähähiilisyysluokitus ja pilaristabiloinnin hankinta

Taustaa: Globaalit ympäristövaikutukset – CO₂-päästöt

- Syvästabiloinnissa sideaineiden osuus voi olla jopa yli 90 % CO₂-päästöistä (Kivi, 2022)
- Vähähiilisillä pilari- ja massastabiloinnin uusiosideaineilla voidaan vähentää CO₂-päästöistä jopa 70–80 % verrattuna perinteisiin sideaineisiin (Kivi, 2022)

Kivi 2022. Pohjanvahvistusmenetelmät Suomessa, Käyttömäärät ja hiilijalanjälki. DI-työ.



- **BY-vähähiilisyysluokitus betonille**
- **SSV-luokitus (Syvästabiloinnin Sideaineen Vähähiilisyysluokitus)**
- **SPV-luokitus (StabilointiPilarin Vähähiilisyysluokitus)**
- **Uusiosideaineiden arvioidut saatavuudet vuonna 2022**
- **SPV-työselostus luonnos**

BY-vähähiilisyysluokitus

- SSV- ja SPV-luokitusten ideoinnissa on käytetty mallina BY-vähähiilisyysluokitusta betonille
- Kesällä 2022 julkaistu BY-Vähähiilisyysluokitus on vapaaehtoinen, kansallinen luokitus betonin CO₂-päästöjen ilmoittamiseen

Päästöarvot: kg-CO₂e/m³ (EPD: A1...A3)
Ref.taso

BETONI	GWP.REF	GWP.85	GWP.70	GWP.55	GWP.40
C20/25 - Ei huokostettu	210	180	145	115	85
C25/30 - Ei huokostettu	230	195	160	125	90
C30/37 - Ei huokostettu	255	215	180	140	100
C35/45 - Ei huokostettu	285	240	200	155	115
C45/55 - Ei huokostettu	320	270	225	175	130
C50/60 - Ei huokostettu	340	290	240	185	135
C30/37 - Huokostettu	290	245	205	160	115
C35/45 - Huokostettu	330	280	230	180	130
C45/55 - Huokostettu	375	320	265	205	150
C50/60 - Huokostettu	395	335	275	215	160
C30/37 P0	270	230	190	150	110
C30/37 P30	300	255	210	165	120
C35/45 P0	300	255	210	165	120
C35/45 P30	330	280	230	180	130
C35/45 P50	340	290	240	185	135
C45/55 P50	375	320	265	205	150

Kaikki luokkia ei ole alkuvaiheessa saatavilla, saatavuus varmistettava betonin valmistajilta

SSV-luokitus (Syvästabiloinnin Sideaineen Vähähiilisyysluokitus)

- SSV luokituksen tarkoituksena on edistää vähähiilisten sideaineiden käyttöönottoa
- Luokitus käsittää yhteensä 7 eri vähähiilisyysluokkaa (SSV.1 – SSV.9)
- SSV-luokituksella ilmoitetaan sideaineen CO₂e-päästöt (valmistus + kuljetus)
- SSV-luokka sisältää kuljetuksen (A4), joten sideaineen luokka voi vaihdella hankekohtaisesti hankkeen sijainnista riippuen
- SSV-menettelyssä sideaineen määrää (kg/m³) ei rajoiteta

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	101-200
SSV.3	201-300
SSV.4	301-400
SSV.5	401-500
SSV.7	501-700
SSV.9	701-900

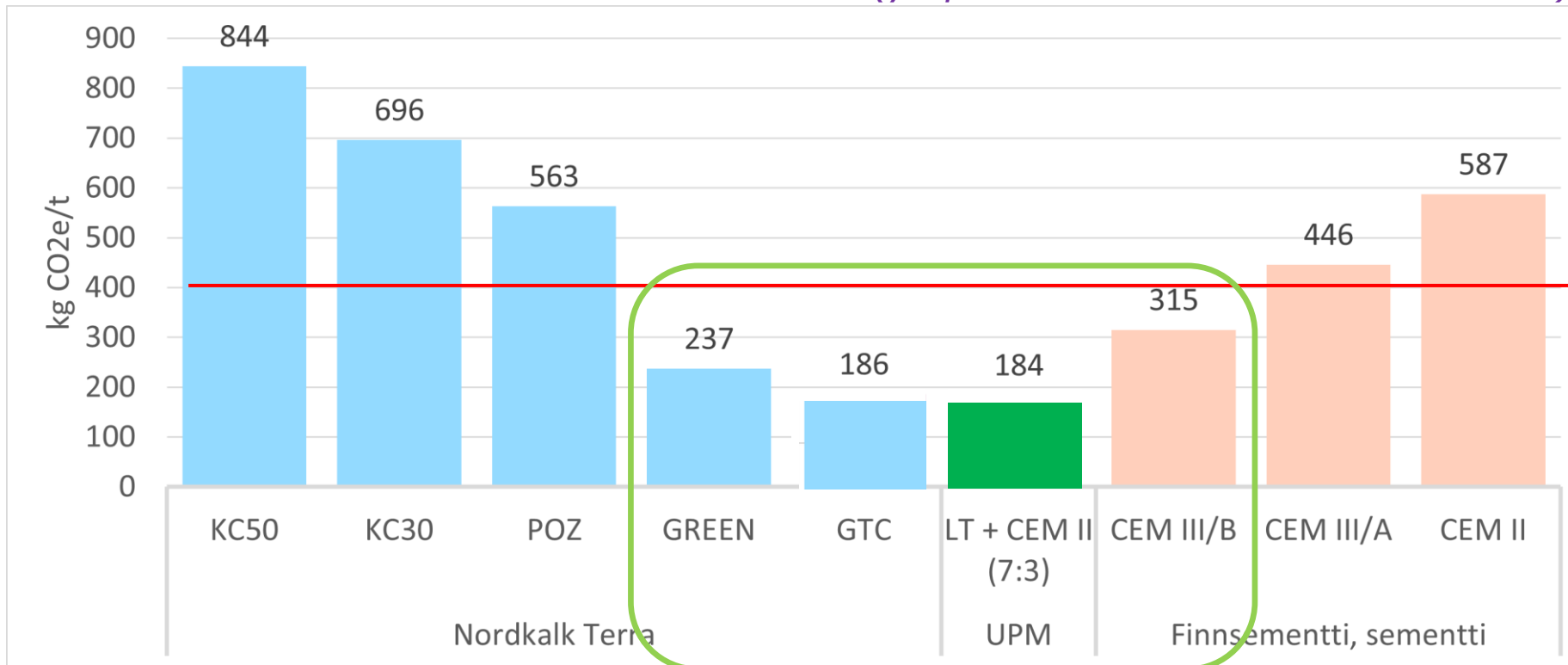
LUONNOS

Sideaineiden CO₂e -päästöt ja SSV-luokat

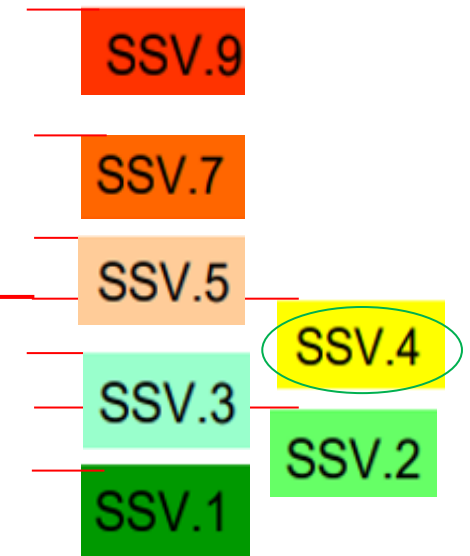


Syvästabiloinnin sideaineiden valmistuksen (A1-A3) päästökertoimia, kg CO₂e / t

Esim. Valitaan SSV.4 -luokka => 3 tuotteistettua + 1 ymp. luvittava vaihtoehto (ymp. luvittavia on useita muitakin)



SSV-luokka



LUONNOS

Huom! Kuvassa on esitetty valmistuksen päästökertoimet. Lisäksi huomioitava kuljetus.

SPV-luokitus (StabilointiPilarin Vähähiilisyysluokitus)

- SPV-luokituksessa CO₂e-päästöt ilmoitetaan pilarimetrille
- Taulukossa esitetyt numeroarvot ovat sideaineen SSV-luokan mukaisen maksimipäästökertoimen ja sideainemäärän tulo
- Luokitus on tehty pilareille, joiden halkaisija on D=0,5 m, 0,6 m, 0,7 m ja 0,8 m ja sideainemäärä on 60-200 kg/m³

LUONNOS

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
SPV1		≤ 2,1	≤ 3,0	≤ 4,1	≤ 5,4
SPV2		≤ 4,2	≤ 6,0	≤ 8,2	≤ 10,7
SPV3		≤ 5,9	≤ 8,5	≤ 12,0	≤ 15
SPV4		≤ 7,9	≤ 11,5	≤ 16	≤ 20
SPV5		≤ 10,4	≤ 15	≤ 21	≤ 27
SPV6		≤ 13,8	≤ 20	≤ 28	≤ 36
SPV7		≤ 35	≤ 51	≤ 69	≤ 90

b)

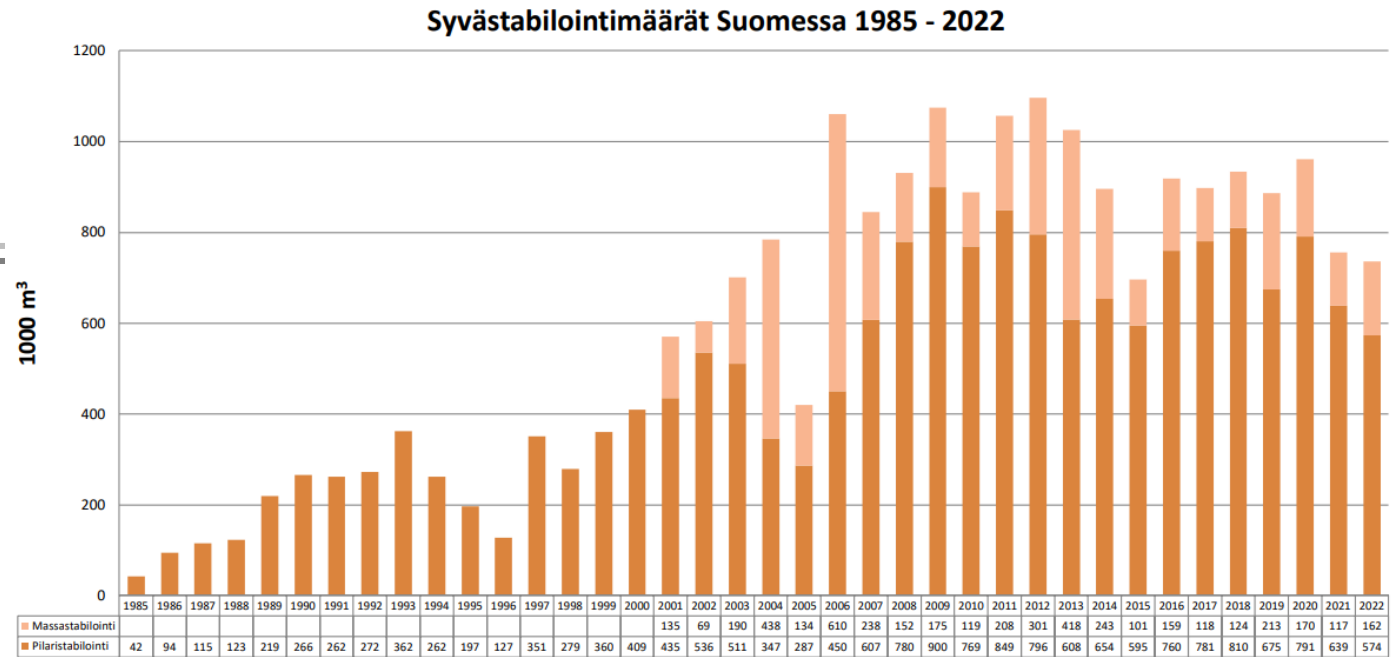
SPV-luokka	Sideainemäärä [kg/m ³]	Sideainemäärä/m-pilari [kg/m-pilari]	Pilarihalkaisija [m] 0,6							
			SSV.1	SSV.2	SSV.3	SSV.4	SSV.5	SSV.7	SSV.9	
			CO ₂ -päästö [kg CO ₂ e / m-pilari]							
SPV.1	60	17,0	1,7	3,4	5,1	6,8	8,5	12	15	
SPV.2	70	19,8	2,0	4,0	5,9	7,9	10	14	18	
SPV.3	80	22,6	2,3	4,5	6,8	9,0	11	16	20	
SPV.4	90	25,4	2,5	5,1	7,6	10	13	18	23	
SPV.5	100	28,3	2,8	5,7	8,5	11	14	20	25	
SPV.6	110	31,1	3,1	6,2	9	12	16	22	28	
SPV.7	120	33,9	3,4	6,8	10	14	17	24	31	
	130	36,8	3,7	7,4	11	15	18	26	33	
	140	39,6	4,0	7,9	12	16	20	28	36	
	150	42,4	4,2	8,5	13	17	21	30	38	
	160	45,2	4,5	9,0	14	18	23	32	41	
	170	48,1	4,8	10	14	19	24	34	43	
	180	50,9	5,1	10	15	20	25	36	46	
	190	53,7	5,4	11	16	21	27	38	48	
	200	56,5	5,7	11	17	23	28	40	51	

- Tarvitaan stabiilitavuuskokeita, koestabilointeja tai aikaisempaa kokemusta, jotta voidaan määrittää sideaineresepti (laatu + määrä), jolla pilareiden mitoitusleikkauslujuus saavutetaan.
- On tarkoituksenmukaista, että rakennuttaja teettää alustavia stabiilitavuuskokeita.
- On mahdollista, että sideainetta, jolla on suurempi päästökerroin, tarvitaan vähemmän (kg/m^3) kuin sideainetta, jolla on pienempi päästökerroin mitoitusleikkauslujuuden saavuttamiseksi => Pienemmän päästökertoimen omaavan sideaineen reseptillä SPV-luokka voi olla suurempi kuin suuremman päästökertoimen omaavan sideaineen reseptillä.

- SSV- ja SPV-luokitukset on laadittu UUMA4-ohjelman työryhmässä 7
- Luokittelu on kehitysvaiheessa ja tässä luokittelu on esitetty 10/2023 luonnoksen mukaisesti (*esitys päivitetty, AMK-työ valmistui 12/2022*)
- Menetelmän avulla tilaaja (esim. omistaja tai suunnittelija) tai stabilointiurakoitsija voi valita vähähiilisemmän stabiloinnin sideaineen tai sideainereseptin ilman, että kilpailua rajoitetaan
- SSV-luokitus on tarkoitettu käyttäväksi pilari- ja massastabiloinnissa. SPV-luokitus on ainoastaan pilaristabiloinnille
- Luokitus ”jalkautetaan” UUMA5-ohjelmassa (markkinavuoropuhelut yms.)

Uusiosideaineiden arvioidut saatavuudet 2022

- Opinnäytetyön yhteydessä suoritettiin kysely sideainetoimittajilta esimerkkikohteen koestabiloinneissa ja ennakkokokeissa käytetyistä sideaineista
- Taulukossa on esitetty sideaineiden tai sideaineseosten seosaineiden arvioidut tuotantomäärät (t/v) ja niiden valmistuspaikat



=> 100 000 t/v < 130 000 t

Materiaali / Tuote	Tuotantomäärä [t/v]	Valmistuspaikka
Lentotuhka	15 000	UPM Jämsänkoski
Lentotuhka	15 000	UPM Rauma
Lentotuhka	8000	Kaukaan Voima (Lappeenranta)
Lentotuhka	8000	Kymin Voima (Kouvola)
Nordkalk GTC	30 000-40 000	Nordkalk Lohja Tytyrin tehdas
Nordkalk Terra POZ	30 000	Nordkalk Lohja Tytyrin tehdas
Nordkalk Terra GREEN	20 000-25 000	Nordkalk Lohja Tytyrin tehdas
Pohjakuona (massastabilointiin)	10 000-15 000	Suomen Erityisjäte Tampere

=> 130 000...140 000 t

"Perinteinen" syvästabiloinnin hankinta (VE0)



- Tilaajan vastuulla pilaristabiloinnin mitoitus
- Tilaaja määrittää sideainereseptin => Vastuu sideainereseptin toimivuudesta tilaajalla
- Tilaajan vastuulla stabiloitavuuskokeet / koestabiloinnit

- Urakoitsijan vastuulla työn toteutus työselostuksen mukaisesti
- Urakoitsija voi vaihtaa sideainetta => Vastuu sideainereseptin toimivuudesta urakoitsijalla

- Tilaajan vastuulla pilaristabiloinnin mitoitus
- Tilaaja määrittää sideainereseptin => Vastuu sideainereseptin toimivuudesta tilaajalla
- Tilaaja määrittää sideaineen max. SSV ja/tai SPV-luokan
- Tilaajan vastuulla stabiloitavuuskokeet / koestabiloinnit

- Urakoitsijan vastuulla työn toteutus työselostuksen mukaisesti
- Urakoitsija voi vaihtaa sideainetta asetetun max. SSV ja/tai SPV-luokan mukaisesti
=> Vastuu sideainereseptin toimivuudesta urakoitsijalla

Syvästabiloinnin hankinta, "urakoitsijalla vastuu" (VE2)



- Tilaajan vastuulla pilaristabiloinnin mitoitus
 - Tilaaja määrittää stabiloinnin tavoitelujuuden
 - Tilaaja määrittää max. SSV-luokan ja/tai SPV-luokan
 - Tilaajan vastuulla alustavat stabiloitavuuskokeet
-
- Urakoitsijan määrittää sideainereseptin (SSV ja/tai SPV) => Urakoitsija vastaa täydentävistä tutkimuksista (esim. stabiloitavuuskokeet) => Vastuu sideainereseptin toimivuudesta urakoitsijalla
 - Vaatii tavanomaista pidemmän urakkalaskenta-ajan
 - Urakoitsijan vastuulla työn toteutus työselostuksen mukaisesti (SSV ja/tai SPV) tai omilla "stabilointiparametreilla" (SPV)

Liite 4. Mallityöselostus D (VE2)

VAIHTOEHTO D: URAKOITSIJAN SIDEAINERESEPTI JA TILAAJAN MÄÄRITTÄMÄ MAX. SPV-LUOKKA

RAKENNUSHANKKEEN YLEISTIEDOT

Urakoitsijalle kuuluvat työt ja hankinnat

- työn yleinen julkinen tiedottaminen
- valmistelevat työt
- liikennejärjestelyjen suunnittelu ja toteuttaminen mm. työmaa-alueen aitaaminen
- meluilmoituksen laatiminen
- Urakoitsija määrittää käytettävät sideaineresepit SPV-luokitusohjeen mukaisesti
- Urakoitsija osoittaa sideaineen toimivuuden ennakkokokein
- (Tilaaaja voi määrittää myös sideaineelle käytettävän SSV.n luokan)
- Urakoitsijan vastuulla on sekoitustyön parametrien valinta (esim. sekoitinkärjen pyörimis- ja ylösnostonopeus)

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
- SPV-luokitusohje
- (SSV-luokitusohje)

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. Rakennuttajan osoittaman ja määräämän sideaineen osalta voidaan poiketa CE-merkinnän ja tuotehyväksynnän vaatimuksista.

Urakoitsija määrittää sideaineresepit, joiden sideaineen SPV-luokka on max. SPV.n. Sideaineen valmistuksen ja kuljetuksen sekä käytettävän sideainemäärän (kg/m³) päästöt eivät saa ylittää SPV-luokan SPV.n mukaisia CO₂e-päästöjä. Tilaaaja voi määrittää myös käytettävälle sideaineelle max. SSV-luokan SSV.n.

Tilaaaja voi määrätä tuotantostabiloinnin yhteydessä tehtäväksi koepilareita, joita ei ole esitetty tässä työselostuksessa. Koepilareiden sijainti esitetään erikseen laadittavassa suunnitelmapiirustuksessa ja ne tehdään erikseen laadittavan työohjeen mukaisesti.

10000 MAA-, POHJA JA KALLIORAKENTEET

14000 Pohjarakenteet

14100 Vahvistetut maarakenteet

14131 Pilaristabiloidut rakenteet

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 14130 mukaiset.

14131.1 Pilaristabiloinnin materiaalit

Sideaineeseoksena käytetään sideainetta X, jonka sideaineen valmistuksen ja kuljetuksen sekä käytettävän sideainemäärän (kg/m³) päästöt ovat SPV-luokan SPV.n mukaiset. Sideaineen valmistuksen ja kuljetuksen päästöt tulee olla SSV-luokan SSV.n mukaiset. Sideaineen laatu ja määrät on valittu alueella tehtyjen stabiloitavuuskokeiden tulosten perusteella. Urakoitsijan tulee osoittaa esittämänsä sideaineresepin / -reseptien toimivuus ennakkokokeilla.

Sideaineen tulee täyttää InfraRYL:ssä esitetyt vaatimukset.

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

14131.3 Pilaristabiloinnin tekeminen

Pilaristabilointityö suoritetaan 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 3 kk ikäisenä, 1 kk ikäisenä tutkittavien pilareiden lujuuden tulee olla $\geq 70\%$ ja 2 kk ikäisenä tutkittuna $\geq 80\%$ 3 kk tavoitelujuudesta käytetäessä tilaajan sideaineresepiä.

Pilaroinnin laadunvalvonta:

Taulukossa 1 on esitetty laadunvalvontakairauksen 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 pilarointityön keskiarvotuloksia. Kaikki onnistuneeksi tulkitut kairaukset on kuitenkin huomioitava keskiarvolujuutta laskettaessa. Tilaaaja voi myös halutessaan teettää stabilointialueella valvontakairauksia.

Mikäli tilaaaja teettää alueella koepilareita muilla sideaineilla urakan yhteydessä, esitetään niille tehtävät laadunvalvontakairaukset erillisessä suunnitelmassa.



LUONNOS

- **Oleellisia ratkaistavia asioita SSV- ja SPV-luokituksen kehittämässä ovat:**
 1. Sideainereseptin toimivuuteen liittyvien riskien hallinta ja jakaminen
 2. Riskien hallintaan tarvittavien geologisten ja geoteknisten lähtötietojen riittävyys
 3. Profiilipilarien, joissa tarvitaan eri syvyyksille eri sideainemäärä → vaikuttaa SPV-luokkiin
- **Maaperän ominaisuuksiin liittyvät riskit ovat hallittavissa, kun alue on geologisesti tunnettu ja homogeeninen**

KIITOS!