

# PANK

PÄÄLLYSTEALAN NEUVOTTELUKUNTA

## KERROSSTABILOINTIMASSAN JÄÄDYTYS-SULATUS- KESTÄVYYS

Hyväksytty:

6.11.2008

Korvaa menetelmän:

### 1. MENETELMÄN TARKOITUS JA SOVELTAMISALUE

Menetelmän avulla voidaan testata kerrosstabilointimassan jäädytys-sulatuskestävyys. Menetelmä soveltuu sekä vaahtobitumi-, bitumiemulsi-  
o-, Remix-, komposiitti-, masuunihiekka- että sementtistabilointimas-  
soille.

Jäädytys-sulatuskestävyys on eräs sidotun kerroksen säänkestävyyttä  
kylmässä ilmastossa kuvaava toiminnallinen ominaisuus. Heikko jäädy-  
tys-sulatuskestävyys ilmenee kulutuskerroksessa päällysteen reikiintymi-  
sinä sekä purkautumina ja kantavassa kerroksessa kantavuuden heikke-  
nemisenä ja siitä johtuvana ajoradan pinnan epätasaisuutena.

### 2. MÄÄRITELMÄT

Sidotun kerroksen jäädytys-sulatuskestävyys on sen osa-aineiden me-  
kaanista muuttumista löyhäksi, irtaimeksi ainekseksi tai osa-aineiden vä-  
lisen tartunnan heikkenemistä huokosissa olevan veden tai suolaliuoksen  
toistuvien jäätymis-sulamisvaiheiden vaikutuksesta.

### 3. VIITTEET

- [1] Standardi SFS 5447 (1988). Betoni. Säilyvyys. Jäädytys-sulatuskestävyys.
- [2] Standardi SFS-EN 12697-12 (2004). Asfalttipäällysteen vedenkestävyyden määrittäminen.
- [3] Standardi SFS-EN 12697-23 (2004). Asfalttinäytteen halkaisuvetolujuuden määrittäminen.
- [4] Standardi SFS-EN 12697-29 (2003). Asfalttinäytteen ulkomi-  
tojen määrittäminen.
- [5] Standardi SFS-EN 12697-31 (2004). Asfalttimassat. Testaus-  
menetelmät. Osa 31: Näytteen valmistus, kiertotiivistin
- [6] Standardi SFS-EN 13286-2. Sitomattomat ja hydraulisesti sido-  
tut seokset. Osa 2: Vertailutiiveyden ja vesipitoisuuden määri-  
tysmenetelmä. Proctor-tiivistys.
- [7] Standardi SFS-EN 13286-41. Hydraulisesti sidottujen seosten  
puristuslujuuden määrittäminen.
- [8] Menetelmä CEN/TR 15177 (2006). Betonin jäädytys-  
sulatuskestävyyden testaus. Sisäinen vaurio.

## 4. KOEMENETELMÄ

### 4.1. Periaate

Kerrosstabilointimassan jäädytys-sulatuskestävyys määritetään kokeellisesti tutkimalla jäädytys-sulatussykliä vaikutus sen halkaisuveto- tai puristuslujuuteen.

Jäädytys-sulatuskokeen sulatusvaiheen aikana näyte on upotettu nesteseen, joka on vesijohtovettä tai 1-prosenttista NaCl-suolaliuosta, ellei toisin sovita.

### 4.2. Laitteet, rakenne ja toiminta

#### 4.2.1. Menetelmä A: Jäädytys-sulatussykliä ohjaus automaatiikalla

Jäädytys-sulatuslaitteisto, jolla saadaan aikaan tutkittavien näytteiden peräkkäisiä jäädytyksiä ilmassa ja sulatuksia vedessä siten, että jäädytys-sulatuskokeen aikana näytteen sisältä mitattu lämpötila on kohdassa 4.6 esitetyt vaatimukset täyttävällä alueella, kuva 1. Koestusnopeus on kaksi jäädytys-sulatussykliä/vrk.

Kuvissa 2-3 on esitetty esimerkki menetelmän A mukaisesta jäädytys-sulatuslaitteistosta.

Jäädytys-sulatuslaitteisto koostuu jäädytys-sulatusarkusta, sen lämpötilan ohjausyksiköstä, ulkoisesta nestesäiliöstä, ja mikrotietokoneesta. Jäädytys-sulatuslaitteen altaan pohjalla on ritilä, jolle näytteet asetetaan. Laitteen kannessa on tuulettimet, joilla kierrätetään ilmaa arkun sisällä. Laitteistossa olevien näytteiden lämpötilamuutoksia ohjataan yhteen näytteeseen asennetulla lämpötila-anturilla ja mikrotietokoneella. Lämpötilan ohjausnäytteen ja jäädytys-sulatusarkun sisäilman lämpötila tallennetaan jatkuvatoimisesti tietokoneelle.

Ulkoinen vesisäiliö. Muovia tai muuta suolankestävää materiaalia. Säiliön tilavuus (esim. noin 1 m<sup>3</sup>) on noin kaksinkertainen jäädytys-sulatuslaitteeseen sulatusvaiheessa pumpattavaan vesimäärään verrattuna. Säiliö on varustettu sekoitusseivikolla.

Jäädytys-sykliä aikana laitteen vesisäiliö on tyhjä. Kunkin jäädytys-syklin jälkeen (sulatussyklin alkaessa) pumpataan ennalta ohjelmoidun aikataulun mukaisesti vettä ulkoisesta vesisäiliöstä jäädytys-sulatuslaitteen vesialtaaseen siten, että näytteet peittyvät noin 20 mm nestepinnan alle. Nestevirtaa ei saa suunnata siten, että virtaus irrottaisi materiaalia näytteistä. Kunkin sulatussyklin jälkeen pumpataan jäädytys-sulatuslaitteessa oleva vesi takaisin ulkoiseen vesisäiliöön.

Lämpömittari. Termoelementtilankalämpömittari, jolla voidaan mitata näytteen tai ilman lämpötila (tarkkuus  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ )

Lämpötilan ohjausta varten on yhteen näytteeseen porattuun reikään asennettu vesitiiviisti lämpötila-anturi, jonka mittaaman lämpötilan perusteella säädetään laitteiston lämpötila. Näytteestä mitattu lämpötila tallennetaan jatkuvana mittauksena kokeen aikana. On suositeltavaa mitata ja tallentaa toisella lämpömittarilla myös jäädytys-sulatuslaitteen säiliössä olevan ilman lämpötila kokeen aikana.

Vesihauhe. Säädetty lämpötila, säilytyslämpötilat  $(22\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Vesihauheen tulee olla varustettu (reitetyllä tai) ritilähyllyllä, joka on vesihauheen pohjan yläpuolella. Vesihauheen tulee olla riittävän suuri, jotta testinäytteet pystytään säilyttämään siinä pystyssä siten, että niiden yläpinta on vähintään 20 mm vedenpinnan alapuolella.

Lämpökaappi. Säädetty lämpötila, temperointilämpötila  $(10\pm 1)^{\circ}\text{C}$  ja  $(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$

Vaaka ja muut tarvittavat varusteet, joiden avulla määritetään näytteiden kappaleitiheydet standardin SFS-EN12697-6 mukaan.

Työntömitta tai muu laite, jolla mitataan näytteiden ulkomitat standardin SFS-EN 12697-29 mukaisesti.

Kuormituslaite, jolla voidaan tutkittavasta materiaalista riippuen määrittää joko standardin SFS-EN 12697-23 mukaisesti halkaisuvetolujuus tai standardin SFS-EN 13286-41 mukaisesti puristuslujuus ottaen huomioon, että puristuslujuuskoe tehdään standardista poiketen vakiosirrymänopeudella.

#### 4.2.2. Menetelmä B: Jäädytys-sulatussykliä ohjaus käsin

Pakastearkku, jonka sisältämässä ilmassa pystytään jäädyttämään tutkimusnäytteet lämpötilaan  $-18...22^{\circ}\text{C}$ . Pakastearkun pohjalla on ritilät, joille näytteet asetetaan.

Sulatusallas, jossa pystytään sulattamaan nesteeseen upotettuna näyte huoneenlämpötilassa  $(22\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Nesteenä käytetään vesijohtovettä tai 1-% NaCl-liuosta. Sulatusaltaan tulee olla varustettu ritilällä, joka on altaan pohjan yläpuolella. Altaan tulee olla riittävän suuri, jotta testinäytteet pystytään säilyttämään siinä pystyssä siten, että niiden yläpinta on vähintään 20 mm nestepinnan alapuolella.

Näytteitä siirretään käsin pakastearkun ja vesialtaan välillä jäädytys-sulatus-sykliä mukaisesti. Sykliä määrä on 1 jäädytys-sykli/vrk ja 1 sulatus-sykli/vrk. Jos näytteitä ei siirretä viikonlopun tai muun keskeytyksen aikana, säilytetään ne viikonlopun ajan pakastearkussa jäätyneessä tilassa.

Lämpömittari. Lämpötilan seuranta varten on yhteen näytteeseen porattuun reikään asennettu tiiviisti lämpötila-anturi, jolla mitatun lämpötilan perusteella tunnetaan näytteiden lämpötila. Näytteestä mitattu lämpötila tallennetaan jatkuvana mittauksena kokeen aikana. On suositeltavaa mitata ja tallentaa toisella lämpömittarilla myös pakastarkun ilman lämpötila kokeen aikana.

Vesihaude, lämpökaappi, vaaka, työntömitta, kuormituslaite. Samanlaiset laitteet kuin menetelmässä A, kohdassa 4.2.1.

#### 4.3. Laitteen kalibrointi

Jäädytys-sulatuslaitteiston toimivuus kalibroidaan vuosittain laitekohtaisen käyttöohjeen mukaan. Laitteiston lämpömittarit tarkistetaan vertaamalla niitä tarkkuuslämpömittariin.

#### 4.4. Näytteiden valmistus

Stabilointimassan sylinterimäisen testinäytteen halkaisijan tulee olla  $(150\pm 3)$  mm ja näytteen maksimiraekoko ei saa ylittää 31,5 mm ja korkeuden tulee olla  $(160\pm 10)$  mm.

Näytteet tiivistetään kiertotiivistimellä tavoitetiiveyteen. Tavoitetiiveys valitaan kiertotiivistinmenetelmällä tai parannetulla Proctor-menetelmällä tehtyjen ennakkokokeiden perusteella. Tavoitetiiveys on:

- joko 96 % kuivairtotiheydestä, johon kiertotiivistin tiivistää näytteen 200 r tiivistystyömäärällä,
- tai 95 % Proctor-kokeen maksimikuivairtotiheydestä.

Rinnakkaisnäytteitä valmistetaan 6 kpl, joista puolet koestetaan jäädytys-sulatuskokeella ja puolet on vertailunäytteitä ilman jäädytys-sulatusrasitusta.

#### 4.5. Näytteiden varastointi

Ennen jäädytys-sulatuskoestuksen aloitusta näytteitä varastoidaan seuraavissa olosuhteissa

- jos massan sideaineaineena on ainoastaan bitumia, säilytys huoneilmassa  $T = 20 \dots 23$  °C,
- jos massa sisältää vain hydraulista tai sekä hydraulista että bitumista sideainetta, säilytys kosteassa ilmassa (RH 90-95%,  $T = 20 \dots 23$  °C).

Varastointiaika ennen jäädytys-sulatussykliä aloitusta on:

- 91 d, jos stabilointimassan sideaine on masuunihiekkaa
- 28 d muilla stabilointimassoilla.

Tämän varastoinnin jälkeen puolet rinnakkaisnäytteistä koestetaan kohdan 5.6 mukaisella jäädytys-sulatuskokeella. Vertailunäytteet säilytetään sama aika edellä mainitun mukaisissa varastointiolosuhteissa.

#### 4.6. Jääditys-sulatuskoestus

Ennen jääditys-sulatussykliä aloitusta:

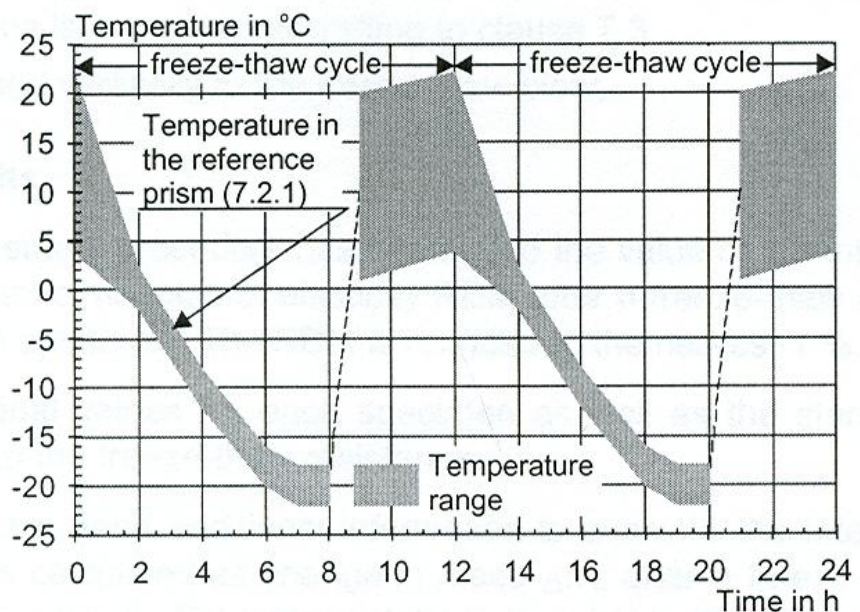
- näytteet punnitaan ja niiden korkeus sekä halkaisija mitataan menetelmällä SFS-EN 12697-29,
- stabilointimassanäytteitä ei imeytetä vakuuissa.

Näytteet asetetaan jääditys-sulatuslaitteeseen. Näytteiden lämpötila säädetään koestuksen jääditys-sulatusvaiheiden aikana kuvan 1 mukaisesti:

- näytteet jäädytetään ilmassa lämpötilaan - 18...-22 °C,
- näytteet sulatetaan ja lämmitetään vedessä lämpötilaan +4...+23 °C.

Stabilointimassoilla jääditys-sulatus-sykliden määrä on 20 kpl.

Jos jääditys-sulatussyklit keskeytyvät esim. häiriön vuoksi, vesi poistetaan näytealtaasta ja näytteet säilytetään keskeytyksen ajan jäätyneinä ilmatilassa (ei vesiupotuksessa). Tarvittaessa näytteitä voidaan säilyttää häiriöiden aikana muutamia päiviä myös kosteassa ilmassa kosteustilalaitteissa.



Kuva 1. Jääditys-sulatuskokeen näytteiden lämpötilan sallittu vaihteluväli sykliden aikana näytteen keskeltä mitattuna (viite: menetelmä CEN/TR 15177:2006-06).

#### 4.7. Näytteiden kosteuskäsittely jääditys-sulatussykliden jälkeen

Jääditys-sulatussykliden jälkeen pakkaslaitteessa olleiden näytteiden huokoset ovat täynnä vettä, mutta niiden vertailunäytteet ovat merkittä-

västi kuivempia. Näytteen vesipitoisuus vaikuttaa lujuusmittauskokeen tulokseen ja tästä syystä jäädytys-sulatuskokeessa olleet näytteet ja niiden vertailunäytteet tulee saattaa samaan kosteustilaan ennen halkaisuvetolujuus- tai puristuslujuuskoetta.

Jäädytys-sulatuskokeessa olleet ja niiden vertailunäytteet saatetaan samaan kosteustilaan upottamalla ne veteen ( $T = 20 \dots 23 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) 6 h ajaksi.

#### 4.8. Temperointi

Samana päivänä iltapäivällä kosteuskäsittelyn jälkeen kaikki näytteet siirretään ritilän päälle temperointikaappiin, jossa niistä saa valua ylimääräinen vesi pois. Näytteet ovat temperointikaapissa ritilän päällä yli yön.

Temperointilämpötila on:

+10°C, jos näytteille tehdään halkaisuvetolujuuskoe,

+20°C, jos näytteille tehdään puristuslujuuskoe.

Näytteet tulee suojata kelmulla temperoinnin ajaksi, koska temperointi kuivattaa näytteitä. Näytteen pohja jätetään peittämättä kelmulla, jotta kelmu ei estä veden valumista pois näytteestä pohjan kautta.

#### 4.9. Halkaisu tai puristus

Jäädytys-sulatusrasituksessa olleille ja vertailunäytteille tehdään valittu fysikaalinen testi, jolla jäädytys-sulatusrasituksen vaikutus näytteen ominaisuuksiin mitataan. Molempien näytesarjojen näytteiden kosteustilan tulee olla sama, kun näytteet halkaistaan tai puristetaan.

- Vaahtobitumi- ja komposiittistabilointinäytteille tehdään halkaisuvetolujuuskoe ( $T = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ :ssa) menetelmän SFS-EN 12697-23 mukaan. Sen avulla määritetään maksimivoima (kN) kokeen aikana. Kokeen aikana on suositeltavaa tallentaa lisäksi muistiin myös halkaisuvetolujuuskokeessa määritetty voima laitteen kuormitusleukojen siirtymän funktiona sekä mitata mahdollisuuksien mukaan myös näytteen vaakasiirtymä kokeen aikana.
- Masuunihiekka- ja sementtistabilointinäytteille tehdään puristuslujuuskoe ( $T = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ :ssa) standardista SFS-EN 13286-41 poiketen vakiosuoritusnopeudella, joka on noin 1 % näytekorkeudesta minuutissa. Puristuslujuuskokeessa on suositeltavaa määrittää maksimivoiman lisäksi voima laitteen kuormitusleukojen siirtymän eli kokoonpuristuman funktiona.

Näytteet punnitaan ja niiden halkaisija ja korkeus mitataan menetelmällä SFS-EN 12697-29 ennen halkaisuvetolujuus- tai puristuslujuuskokeen tekemistä.

#### 4.10. Tulosten käsittely

Tulokset käsitellään seuraavasti:

- Halkaisuvetolujuuskokeen tuloksista lasketaan kunkin näytteen halkaisuvetolujuus menetelmän SFS-EN 12697-23 mukaisella kaavalla.
- Puristuslujuuskokeen tuloksista lasketaan puristuslujuus menetelmän SFS-EN 13286-41 mukaisella kaavalla.

Jäädytys-sulatuskestävyys lasketaan jäädytys-sulatusrasituksessa olleiden näytteiden lujuuksien keskiarvojen ja niiden varastointiolosuhteissa säilytettyjen vertailunäytteiden lujuuksien keskiarvojen suhteen perusteella käyttäen kaavaa 1.

$$F = 100 \times \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \quad (1)$$

jossa

F = jäädytys-sulatuskestävyys [%]

$\sigma_1$  = jäädytys-sulatuskokeessa olleiden näytteiden lujuuksien keskiarvo

$\sigma_2$  = vertailunäytteiden lujuuksien keskiarvo.

#### 5. TARKKUUS

Menetelmän toistettavuutta ja uusittavuutta ei ole selvitetty.

#### 6. TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan:

- a) testi tehty tämän menetelmän vaihtoehdon A tai B mukaan,
- b) mahdolliset poikkeamat menetelmä kuvauksen mukaisesta koejärjestelystä,
- c) näytteiden massatyyppi ja maksimiraekoko,
- d) näytteiden tunnistetiedot,
- e) näytteiden valmistuspäivämäärä,
- f) näytteiden tavoitettavuus
- g) näytteiden valmistustapa (massan sekoitus- ja tiivistys)
- h) näytteiden varastointiolosuhteet,
- i) näytteiden korkeudet, halkaisijat ja painot ennen ja jälkeen jäädytys-sulatuskokeen,
- j) jäädytys-sulatussykliä aloitus- ja lopetuspäivämäärä sekä syklien määrä,
- k) yksittäisille näytteille tehtyjen halkaisuvetolujuus- tai puristuslujuus- tai jäykkyysmoduulikokeiden tulos, näytteiden lämpötila näiden koestusten aikana sekä kokeiden suorituspäivämäärä,
- l) koetulosten perusteella laskettu jäädytys-sulatuskestävyys (%).



*Kuva 2. Esimerkki menetelmän A mukaisesta jäädytys-sulatuslaitteesta (syklien ohjaus automatiikalla).*



*Kuva 3. Esimerkki menetelmän A mukaisen jäädytys-sulatuslaitteen ulkoisesta vesisäiliöstä ja sen varusteista.*