

## SISÄLLYSLUETTELO

### **1. Viranomaisohjeet talvimuurauksesta RakMK osan B 8 mukaan**

- 1.1 Talviolosuhteet ja sen aiheuttamat toimenpiteet
- 1.2 Vaihtoehtoiset työtavat talvimuurauksessa
  - 1.21 Laasti saa jäätyä tiilen imun pienennettyä laastin vesipitoisuuden riittävän alhaiseksi
  - 1.22 Laasti saa jäätyä laastin saavutettua riittävän lujuuden jäätymistä vastaan
  - 1.23 Raudoitettut rakenteet

### **2. Talviolosuhteiden vaikutus muuraukseen**

- 2.1 Muurauslaastin kovettuminen alhaisissa lämpötiloissa
- 2.2 Kuivat ja sulat tiilet
- 2.3 Tiilen ominaisuuksien vaikutus sauman jäätymiseen

### **3. Muurauslaastin talvilisäaineet**

### **4. Laastin lämmitys**

- 4.1 Laastin lämmitys lämpimän sekoitusveden avulla
- 4.2 Sekoitusveden- ja kuivalaastin lämpötilan vaikutus valmiin laastin lämpötilaan. Taulukko

### **5. Valmiin laastin minimilämpötila tiilestä ja lämpötilasta riippuen**

### **6. Ohutsaumamuuraus talvella**

### **7. Sääsuojan ja lämmittimien käyttö**

### **8. Rakenteen työnaikainen suojaaminen**

# 1. VIRANOMAISOHJEET TALVIMUURAUKSESTA RakMK OSAN B 8 MUKAAN

## 1.1 Talviolosuhteet ja sen aiheuttamat toimenpiteet

Talviolosuhteiden katsotaan vallitsevan, kun ilman lämpötila ajoittainkin laskee alle 0 °C. Tällöin työn suoritukseen, rakennustarvikkeiden säilytykseen ja varastointiin, työn järjestelyyn sekä muuratun rakenteen suojaamiseen kiinnitetään erityistä huomioita. Tiilet eivät saa olla märkiä, jäisiä tai lumisia. Tarvittaessa ne voidaan lämmittää. Laastissa ei saa olla jääpaloja eikä jäisiä osa-aineita. Laasti lämmitetään käyttämällä laastin valmistuksessa lämmitettyä vettä tai hiekkaa tai valmis laasti lämmitetään.

## 1.2 Vaihtoehtoiset työtavat talvimuurauksessa

Talviolosuhteissa muuraustyö tehdään ja rakenne suojataan siten, että laastin lämpötila pysyy niin kauan 0 °C:n yläpuolella, ettei veden jäätyminen enää vaurioita laastia tai laastin ja tiilen välistä tartuntaa. Jäätymisajankohdan perusteella määritellään seuraavat talvimuuraustavat:

### 1.21 Laasti saa jäätyä tiilen imun pienennettyä laastin vesipitoisuuden riittävän alhaiseksi.

Muuraussementtilaasti saa jäätyä kun tiilen imu on pienentänyt laastin vesipitoisuuden riittävän alhaiseksi, eli maksimissaan 6% kuivapainosta.

Rakenteen sulaessa muurin lujuudeksi saa olettaa enintään 40% suunnittelulujuudesta.

### 1.22 Laasti saa jäätyä laastin saavutettua riittävän lujuuden ennen jäätymistä.

Muuraussementtilaastin voidaan katsoa saavuttaneen jäätymisen kannalta riittävän lujuuden vesimäärästä riippumatta kun muuraus on kovettunut yli 0 °C:n lämpötilassa vähintään 2 vuorokautta. Rakenteen sulaessa muurin lujuudeksi saa olettaa enintään 60% suunnittelulujuudesta.

### 1.23 Raudoitettut rakenteet

Raudoitettut rakenteet valmistetaan siten, että rakenteen lämpötila pysyy 0 °C:n yläpuolella 2 vuorokauden ajan.

## 2. TALVIOLOSUHTEIDEN VAIKUTUS MUURAUKSEEN

### 2.1 Muurauslaastin kovettuminen alhaisissa lämpötiloissa

Lämpötilan lasku vaikuttaa kaikkiin sementtiperustaisiin tuotteisiin lujuuskehitystä hidastavasti, joka johtuu sementin hydrataatio- eli reaktionopeuden hidastumisesta. Lämpötilan pudotessa alle 0°C:n laastin sisältämä vesi alkaa jäätyä. Ellei laasti ole saavuttanut nk. jäätymislujuutta, saattaa jäätyvä vesi paisuessaan rikkoa laastiin jo muodostuneita sidoksia, jolloin muuri ei saavuta suunnittelulujuutta. Lisäksi laastisaumojen rapautuminen tapahtuu muutamassa vuodessa.

Laboratorio-olosuhteissa muurauslaastiprismoille tehtyjen testien perusteella voidaan sanoa lujuuskehityksen hidastuvan alle puoleen lämpötilan laskiessa +20°C:sta +5°C:een. 0°C:ssa lujuus putoaa noin viidesosaan alkuperäisestä. Tulokset ovat suuntaa-antavia, mm. ilman kosteus, tiilen imukyky ja imunopeus vaikuttavat laastin lujuuskehitykseen.

### 2.2 Kuivat ja sulat tiilet

Märkiä, jäisiä tai lumisia tiiliä ei saa käyttää tapahtuipa muuraus pakkaselta suojatuissa olosuhteissa tai ei!

Eräs oleellisista seikoista talvimuurauksen onnistumiselle on se, että riittävä määrä laastin sisältämästä vedestä imeytyy tiileen ennen laastin jäätymistä. Jääkalvo muurauskiven pinnassa alentaa tiilen imukykyä, nopeuttaa jäänmuodostumista laastissa ja estää kiven ja laastin välisen tartunnan.

Pienentyneen imukyvyn lisäksi märän tai jäätyneen muurauskiven lämmönjohtavuus on huomattavasti suurempi kuin kuivan, ja näin ollen laastista siirtyä lämpöä pois nopeasti ja jääkiteiden syntyminen helpottuu.

Laastisaumojen pysymistä sulana voidaan edistää tehokkaasti jos tiilet voidaan muurata lämpimänä. Tiilet pystyvät varastoimaan paljon lämpöä joten kestää kauan, ennen kuin ne jäähtyvät ilman lämpötilaan.

### 2.3 Tiilen ominaisuuksien vaikutus sauman jäätymiseen

Talvimuuraukseen soveltuvat parhaiten tiilet, joilla on kohtalainen vedenimunopeus (yli 2 kg/m<sup>2</sup>/min) ja vedenimukyky yli 10%. Käytännössä punaiset ja keltaiset poltetut tiilet (vedenimunopeusluokka 3 tai 4) hyviä.

Käytännön kokomuksien ja pakkaskokeiden perusteella kyseisen imukyvyn omaavilla tiilillä muuraustyö onnistuu vielä -10 °C lämpötilassa ilman muita lämmitystoimenpiteitä, kun laastin lämpötila muuraushetkellä on  $\geq +20$  °C.

Tiilen imu ehtii pienentää laastin vesipitoisuuden riittävän alhaiseksi eli maksimissaan 6% kuivapainosta, ennen kuin laasti jäätyy (vrt. kohta 1.21). Aikaa tähän kuluu noin 20...30 minuuttia.

Etenkin massiiviset Kahi-tiilet, sekä myös tummat poltetut tiilet ja osa vaaleista tiilistä (vedenimunopeusluokka 1 tai 2) ovat talvimuurauksessa vaikeampia. Painavien, suuren lämmönvarauskyvyn omaavien Kahi-tiilien välissä lämmin laasti jäähtyy nopeammin, kuin kevyempien reikätiilien saumoissa. Tällaisilla massiivisilla tai vähäimuisilla tiilillä muurattaessa tulee yleensä jo -5 °C alemmissa lämpötiloissa tarve käyttää lämpimän (+20 °C) laastin lisäksi myös tiilien ja / tai työtilan lämmittämistä.

Kappaleen 5 taulukossa on käsitelty tarkemmin muurauslaastin minimilämpötiloja ja työtilan-/tiilien lämmittämistä tiilityypistä ja lämpötilasta riippuen.

### 3. MUURAUSLAASTIN TALVILISÄAINEET

Sementtiperustaisiin tuotteisiin tarkoitettuja talvilisäaineita on markkinoilla muutamia. Niiden teho perustuu yleensä veden jäätymispistettä laskevaan vaikutukseen, jolloin sementin reaktiot jatkuvat niin kauan, kun tuotteessa on sulassa muodossa olevaa vettä.

Lisäaineiden toiminta täytyy aina selvittää ennakkokokein, sillä väärä annostus saattaa vääristää tuotteen ominaisuuksia. Lisäaineiden haittapuolena on yleensä voimakkaampi härmeen muodostus ja mahdollisesti ongelmat laastin työstettävyydessä. Lisäksi talvilisäaineet väärin annosteltuna saattavat muuttaa tuotteen lopullista värisävyä.

### 4. LAASTIN LÄMMITYS

#### 4.1 Laastin lämmitys lämpimän sekoitusveden avulla

Talvimuurauksessa on käytettävä riittävän lämmintä laastia. Mikäli laasti valmistetaan työmaalla muuraussementistä, -hiekaista ja vedestä sekoittamalla saadaan laasti lämmitettyä lämmittämällä hiekka tai vesi tai molemmat. Nykyisin yleisimmin käytössä olevat kuivalaastit sisältävät jo sideaineen (sementin), hiekan ja työstettävyyttä sekä säänkestävyyttä parantavia lisäaineita. Kuivalaasti lämmitetään lämpimän veden avulla.

Kuivalaastinkin lämpötilaa voidaan nostaa myös säilyttämällä laasti lämpimässä varastossa, pressun alla, jossa on lämmitin tai muussa vastaavassa paikassa, mikäli se on mahdollista.

Talvella muurattaessa käytetään yleensä hieman jäykempää laastia, kuin lämpimällä säällä muurattaessa. Täten laastiin lisätään lämmintä vettä vain sen verran, kuin työstettävyyden takia on välttämätöntä.

Kun kuivalaastin lämpötila on esimerkiksi  $-10\text{ °C}$ , valmiin laastin lämpötila voidaan nostaa n.  $+20\text{ °C}$ :een käyttämällä laastin sekoituksessa  $+60\text{ °C}$  lämmintä vettä. Veden lämpötila ei saa ylittää  $+60\text{ °C}$ :sta eikä valmiin laastin lämpötila  $+40\text{ °C}$ .

Laasti ei saa jäähtyä liian nopeasti ennen muurausta! Tästä syystä laastiannosten tulisi olla suhteellisen pieniä.

Käytännössä laastin lämpötilan pitäminen riittävän korkeana ilman lämmitystä on hankalaa. Jos pyritään esim.  $+20\text{ °C}$  laastin lämpötilaan ja 30 min työskentelyaikaan muurattaessa  $-10\text{ °C}$ :ssa, on laastin valmistuslämpötilan oltava lähes  $+40\text{ °C}$ . Lämmintä laastia käytettäessä on huomioitava sen lyhyempi työstettävyytsaika.

Jäähtymistä voidaan hidastaa lämpöeristetyllä laastipaljulla ja infrapunasäteilijällä. Laastin lämpötilaa tulee seurata ja mikäli laasti pääsee jäähtymään liikaa se palautetaan sekoittimelle, jossa se sekoitetaan uuteen lämpimään laastierään.

#### 4.2 Sekoitusveden ja kuivalaastin M 100/600, lämpötilan vaikutus valmiin laastin lämpötilaan

Kun kuivalaasti on päässyt jäähtymään alle 0 °C on valmiin massan sekoitukseen käytettävä lämmintä tai kuumaa (ei yli +60 °C) vettä. Seuraavassa on taulukoitu valmiin massan lämpötilan riippuvuus kuivalaastin ja veden lämpötiloista.

Sekoitusveden lämpötila °C	Kuivan muurauslaastijauheen M100/600 lämpötila °C				
	0°C	-5°C	-10°	-15°	-20°C
+60°C	+25°C	+22°C	+19°C	+16°C	+13°C
+50°C	+20°C	+18°C	+15°C	+12°C	+9°C
+40°C	+16°C	+13°C	+10°C	+7°C	+5°C
+30°C	+12°C	+9°C	+6°C	-	-
+20°C	+8°C	+5°C	-	-	-

## 5. VALMIIN LAASTIN MINIMILÄMPÖTILA TIILESTÄ JA LÄMPÖTILASTA RIIPPUEN

Talvimuurauksen toteutus suunnitellaan tapauskohtaisesti ottamalla huomioon sääolosuhteet ja työkohte.

Apuna voi käyttää oheista taulukkoa.

Taulukosta ilmenee ulkoilman- ja tiilien lämpötilat sekä valmiin laastin minimilämpötilat tiilestä riippuen.

Ulkoilman- ja tiilien lämpötila °C	Poltettu tiili, Terca <b>imukykyinen</b> Vedenimuluokat 4 tai 3 esim. Punainen Naava Tuohi	Poltettu tiili, Terca <b>vähäimuinen</b> Vedenimuluokat 2 ja 1 esim. Kuura Hilla Pellava	Kahi-tiili muuraus	Kahi-tiili ohutsaumamuuraus
<b>+5...0 °C</b>	Sekoitusveden lämpötila +5...+20°C Valmiin laastin lämpötila +5...+10°C	Sekoitusveden lämpötila +5...+20°C Valmiin laastin lämpötila +5...+10°C	Sekoitusveden lämpötila +5...+20°C Valmiin laastin lämpötila +5...+10°C	Sekoitusveden lämpötila +20...+40°C Valmiin laastin lämpötila +10...+20°C
<b>0...-5°C</b>	Sekoitusveden lämpötila n. +35 °C Valmiin laastin lämpötila ≥ +10 °C	Sekoitusveden lämpötila +35...+45°C Valmiin laastin lämpötila +10...+15°C	Sekoitusveden lämpötila +50...+60°C Valmiin laastin lämpötila +20...+30°C Suositellaan tiilien lämmittämistä.	Sekoitusveden lämpötila +40...+50°C Valmiin laastin lämpötila +20...+35°C Suositellaan tiilien lämmittämistä.
<b>-5...-10°C</b>	Sekoitusveden lämpötila +40...+60°C Valmiin laastin lämpötila +10...+20°C	Valmiin laastin lämpötila ≥ +25°C Suositellaan tiilien tai työtilan lämmittämistä ja suojaamista.	Valmiin laastin lämpötila ≥ +20°C Tiilet lämmitetään. Suositellaan työtilan lämmittämistä ja suojaamista.	Valmiin laastin lämpötila +20...+35°C. Tiilet lämmitetään. Suositellaan työtilan lämmittämistä ja suojaamista.
<b>-10...-15°C</b>	Valmiin laastin lämpötila ≥ +25°C Suositellaan tiilien tai työtilan lämmittämistä ja suojaamista.	Valmiin laastin lämpötila ≥ +20°C Tiilet lämmitetään. Suositellaan työtilan lämmittämistä ja suojaamista.	Valmiin laastin lämpötila ≥ +20°C. Tiilet ja työtila lämmitetään ja suojataan.	Valmiin laastin lämpötila +20...+35°C. Tiilet ja työtila lämmitetään ja suojataan.
<b>&lt; -15°C</b>	Työtila ja tiilet lämmitetään			

## 6. OHUTSAUMAMUURAUS TALVELLA

Ohutsaumamuuraus on menetelmä, missä Kahi-harkot muurataan perinteisestä muuraustavasta poiketen n.2 mm:n saumapaksuudella. Laastina käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyä Ohutsaumamuurauslaastia.

Ohutsaumamuurauksessa pätevät osin samat pääperiaatteet, kuin perinteisessä talvimuurauksessakin, eli laastin on oltava lämmintä, harkkojen kuivia ja sulia mutta tämän lisäksi joudutaan usein tilanteeseen, jossa myös harkot on lämmitettävä. Ohutsaumamuurauslaastin määrä on pieni suhteessa muurattaviin harkkoihin.

Vaikka laasti lämmitettäisiin +35 °C eeen niin se jäähtyy nopeasti massiivisten, suuren lämmönvarauskyvyn omaavien Kahi-harkkojen saumoissa.

Käytännössä on todettu, että ohutsaumamuurauksessa -5°C on Kahi-harkon alin lämpötila, jolloin vielä voidaan muurata pelkkää laastia lämmittämällä (laastin lämpötila +30...+35°C). Tällöinkin laastin avoin aika on vain

n. 3 minuuttia, jonka jälkeen laastin pinta jäätyy ja tartunta heikkenee tai estyy kokonaan! Laastia ei siis saa levittää alustalle enempää kuin mihin 3 minuutissa ehtii kiinnittää harkon.

### **Kahi-harkkojen suuren lämmönvarauskyvyn ansioista onkin eduksi jos harkot lämmitetään!**

Lämpimien harkkojen avulla muuraustyötä voidaan tehdä aina -10°C asti, kunhan harkkojen lämpötila muuraushetkellä on > +1°C ja laastin lämpötila +20...+35°C.

Talvella ohutsauma muurattaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, ettei laastia levitetä liian pitkälti, jolloin vaarana on laastipinnan jäätyminen ja ettei ohutsaumakelkkaan muodostu jäisiä paakkuja!

## 7. SÄÄSUOJAN JA LÄMMITTIMIEN KÄYTTÖ

On eduksi, jos työmaalle rakennetaan kuumailmapuhaltimilla, säteilylämmittimillä tms. lämmitettävä, tilapäinen varastosuoja rakennustarvikkeita varten. Suojaan sijoitetaan muuraustarvikkeiden lisäksi laastinsekoitin ja vesi.

Useimmilla työmailla ei ole saatavissa kuumaa käyttövedtä, jolloin mieluusti lämmöneristetyssä tynnyrissä oleva vesi saadaan kuumennettua sähköisellä uppokuumentimella.

Valmiiksi sekoitetun laastin lämpimänä pitämistä voidaan auttaa laastipaljun viereen asennetulla säteilylämmittimellä.

Tiilet voidaan lämmittää säteilylämmittimien avulla. Myös kuumailmapuhaltimia voidaan käyttää tiilien lämmittämiseen, mikäli tiilet ovat esim. sääsuojassa tai pressun alla.

Työolosuhteet ja yleensä myös työn lopputulos on parempi, jos muuraustyö voidaan suorittaa tuulelta, viimalta ja sateelta suojatussa katetussa tilassa. Tämä tehdään suojaamalla julkisivutelineet telinepeiteillä tai rakentamalla työkohteen ympärille suojateltta. Suojateltan tarkoituksena on estää tuulen ja viiman vaikutus sekä muurauspaikan lämpötilan nostaminen. Suojatelttaa lämmitetään kuumailmapuhaltimilla.

## 8. RAKENTEEN TYÖNAIKAINEN SUOJAAMINEN

Vastamuuratun rakenteen suojaus sateen, lumen, sulamisveden tai betonirakenteiden valun aiheuttamalta kastumiselta on hyvin tärkeää.

Työn keskeydyttyä muurin yläosa on peitettävä huolellisesti muovilla tai suojapeitteellä. Peite asennetaan irti rakenteesta ettei se jäädy kiinni muurauksen pintaan.

Yksinkertaisetkin toimenpiteet ovat tehokkaita estämään vastamuuratun rakenteen liian nopea jäätyminen.

Muovin tai suojapeitteen ansiosta sauman lämpötila pysyy jäätymispisteen yläpuolella paljon kauemmin kuin suojaamattomassa seinässä. Peitteen ansiosta tuulen jäähdyttävä vaikutus, samoin kuin lämmön johtuminen laastista säteilemällä vähenee oleellisesti.