



Virpi Ekholm

## Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella

| Toteutusedellytysten kehittäminen



# **Kerrostalon muuraus- ja rappaukset talvella**

## **Toteutusedellytysten kehittäminen**

Virpi Ekholm

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

ISBN 951-38-6181-3 (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6182-1 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © VTT 2003

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT

puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT

tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland

phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE,

puh. vaihde (03) 316 3111, faksi (03) 316 3497, (03) 316 3445

VTT Bygg och transport, Hermiankatu 8 G, PB 1802, 33101 TAMMERFORS, tel. växel (03) 316 3111,

fax (03) 316 3497, (03) 316 3445

VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 TAMPERE, Finland,

phone internat. + 358 3 316 3111, fax + 358 3 316 3497, + 358 3 316 3445

Toimitus Leena Ukskoski  
Kansikuva Telinekatja Oy

Otamedia Oy, Espoo 2003

Ekholm, Virpi. Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella. Toteutusedellytysten kehittäminen [Implementation of masonry and plaster work in cold weather conditions]. Espoo 2003. VTT Tiedotteita – Research Notes 2214. 80 s. + liitt. 5 s.

**Avainsanat** multi-storey buildings, apartment buildings, plastering, winter, masonry, development, brick walls, cold climate, low temperatures, design, construction, scheduling

## Tiivistelmä

Tämän tutkimus- ja kehityshankkeen tavoitteena oli parantaa muuraus- ja rappaustöiden toteutettavuutta talviolosuhteissa sekä poistaa näiden töiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvää epävarmuutta.

Hankkeessa selvitettiin talvimuurauksen ja rappauksen ongelmia haastattelemalla ko. töiden toteuttamiseen osallistuvaa henkilöstöä suomalaisissa rakennusliikkeissä. Keskeisimmät ongelma-alueet talvitoteutuksessa liittyvät työn suunnitteluun, työskentelyolosuhteiden hallintaan sekä tiedon kulkuun yritysten sisällä.

Ratkaisuja todettuihin ongelmiin saatiin sidosryhmien yhteisissä workshopeissa sekä olemassa olevasta kirjallisuudesta. Hyviksi arvioituja menetelmiä kokeiltiin julkisivumuuraustöiden osalta pilottikohteessa talvella 2003.

Keskeinen johtopäätös tutkimuksessa on, että muuraustöiden talvitoteutus on mahdollista hoitaa laadukkaasti. Laadukas ja kustannustehokas muuraustyö edellyttää huolellista tehtäväsuunnittelua sekä kokonaisvaltaista työskentelyolosuhteiden hallintaa. Näitä tuloksia voidaan soveltaa myös rappaustöiden talvitoteutukseen.

Työn toteutuksessa suositeltava toimintatapa on tämän hankkeen perusteella seuraava:

1. Selvitä työn suorituksen ajankohdan odotettavissa olevat olosuhteet säätilastojen perusteella.
2. Suunnittele olosuhteiden hallinta kokonaisuutena: työtasot, työtilan suojaus ja lämmitys sekä materiaalin toimitus, varastointi ja siirrot työkohteeseen.
3. Suunnittele kaluston ja materiaalien hankinta yhteistyössä erikoisurakoitsijoiden kanssa.

Ekholm, Virpi. Kerrostalon muuraus- ja rappauustyöt talvella. Toteutusedellytysten kehittäminen [Implementation of masonry and plaster work in cold weather conditions]. Espoo 2003. VTT Tiedotteita – Research Notes 2214. 80 p. + app. 5 p.

**Keywords** multi-storey buildings, apartment buildings, plastering, winter, masonry, development, brick walls, cold climate, low temperatures, design, construction, scheduling

## Abstract

The aim of this R&D project was to improve the implementability of masonry and plaster work in cold weather conditions as well as to reduce the uncertainty related to the planning and performance of these jobs. The project looked into the problems encountered in masonry and plaster work in winter by interviewing the employees of Finnish construction companies engaged in such work. The key problem areas in winter-time implementation are work planning, control of working conditions and flow of information within companies.

Solutions to the noted problems have been found in joint workshops and literature. Methods deemed good were tried out in the winter of 2003 in a faced brickwork pilot project.

The key conclusion of the study is that it is possible to do masonry work in winter without sacrificing quality. First-rate, cost-effective bricklaying demands painstaking task planning and comprehensive control of working conditions. The results can also be applied to plaster work in winter conditions.

The recommended operating procedure based on this project is as follows:

1. Use weather statistics to determine the expected conditions at time of work performance.
2. Plan control of conditions as a whole: working platforms, protection and heating of work area as well as delivery, storage and transfer of materials on site.
3. Plan procurement of equipment and materials in cooperation with specialist contractors.

# Alkusanat

Tämä tutkimus- ja kehityshanke on osa "Olosuherakentaminen"-hanketta, jonka tavoitteena on "kehittää rakennustyömaan olosuhteiden hallintaa siten, että rakennusten kosteustekniset riskit voidaan minimoida ja kohteet toteuttaa suunnitelman mukaisessa aikataulussa erilaisissa sääolosuhteissa". Hankkeen koordinoinnista vastaa Humittest Oy ja se on osa Tekesin Terve Talo -teknologiaohjelmaa. VTT:n toimeksiantajana osaprojektissa olivat Optiroc Oy Ab sekä Wienerberger Oy.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat:

- Kehitysjohtaja Kari Varkki, Rakennusosakeyhtiö Hartela, johtoryhmän puheenjohtaja
- Toimitusjohtaja Tarja Merikallio, Humittest Oy, johtoryhmän sihteeri
- Tuoteryhmäpäällikkö Seppo Petrow, Rakennusteollisuus RT ry
- Laaturyhmäpäällikkö Harri Martin, SRV Teräsbetoni Oy
- Kehitysjohtaja Pentti Lumme, Lohja Rudus Oy
- Työpäällikkö Jari Iso-Anttila, Skanska Kodit Oy
- Tuotantojohtaja Ano Korhonen, Oy Alfred A. Palmberg Ab
- Laaturyhmäpäällikkö Jari Valo, NCC Finland Oy
- Prosessinomistaja Markku Laine, Optiroc Oy Ab.

Osahankkeen projektijohtajana toimi Markku Laine Optiroc Oy:stä. Tutkimuksen projektipäällikkönä on toiminut Hannu Koski ja päätutkijana Virpi Ekholm VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta.

Kiitän kaikkia hankkeeseen myötävaikuttaneita, erityisesti haastattelututkimukseen ja workshoppeihin sekä pilotointiin osallistuneita henkilöitä, heidän panoksestaan hankkeen onnistumisessa.

Virpi Ekholm





# Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	4
Alkusanat.....	5
1. Johdanto.....	9
1.1 Tausta.....	9
1.2 Tavoitteet.....	9
1.3 Toteutus.....	10
2. Sääolosuhteiden asettamat vaatimukset.....	13
2.1 Talviolosuhteet Suomessa.....	13
2.2 Lämpötilapäivät.....	14
2.3 Lumi-, räntä- ja vesisadepäivät.....	16
3. Materiaalien asettamat vaatimukset työn suorittamiselle.....	17
3.1 Muuraustyö.....	17
3.1.1 Muurauslaasti.....	19
3.1.2 Muurauskivet.....	21
3.1.3 Materiaalivalmistajan suositukset.....	22
3.2 Rappaustyö.....	23
4. Työn suunnittelu ja työskentelyolosuhteiden hallinta.....	25
4.1 Tehtäväsuunnittelu.....	25
4.1.1 Tehtäväsuunnittelu osana tuotannon laadunhallintaa.....	25
4.1.2 Tehtäväsuunnittelu hankesuunnitteluvaiheessa.....	28
4.1.3 Tehtäväsuunnittelu rakennussuunnittelu- ja rakentamisvaiheessa.....	29
4.2 Talvimuurauksen tehtäväsuunnittelu.....	32
4.2.1 Ajalliset ja taloudelliset suunnitelmat.....	32
4.2.2 Tehtävän laatuvaatimusten määrittely ja laadunvarmistuksen suunnittelu.....	35
4.2.3 Tehtävän sisältö ja aloitusedellytykset.....	38
4.2.4 Työnaikainen ohjaus.....	39
4.3 Talvirappauksen tehtäväsuunnittelu.....	41
4.3.1 Ajalliset ja taloudelliset suunnitelmat.....	41
4.3.2 Tehtävän laatuvaatimukset.....	43
4.3.3 Tehtävän sisältö ja aloitusedellytykset.....	44
4.3.4 Työnaikainen ohjaus.....	45

5. Sääsuojaus ja olosuhteiden hallinta .....	46
5.1 Teline- sekä nosto- ja siirtolaitelaitevalinnat.....	46
5.1.1 Työskentelytilan sääsuojaus.....	53
5.1.2 Työtilan lämmitys .....	57
5.2 Materiaalien sääsuojaus ja lämmitys.....	60
6. Materiaalitoimittajan ja tilaajan tehtävät sekä työmaalogistiikka.....	65
6.1 Materiaalien varastointi tehtaalla .....	65
6.2 Materiaalien kuljetus työmaalle .....	65
6.3 Aluesuunnitelma.....	66
6.4 Materiaalien tilaus työmaalle .....	68
7. Pilottikohde.....	69
7.1 Kohteen kuvaus .....	69
7.2 Yhteenveto seurannan tuloksista .....	71
7.2.1 Telinesuunnitelmat.....	71
7.2.2 Sääolosuhteet.....	72
7.2.3 Julkisivumuuraustöiden kustannukset.....	74
7.2.4 Kokemuksia pilottikohteesta.....	74
8. Yhteenveto tutkimuksen tuloksista.....	76
8.1 Johtopäätökset .....	76
8.2 Kehitysehdotukset .....	76
Kirjallisuutta.....	77

## Liitteet

- Liite 1: Tarkastuslista talviaikaan tehtäviä muuraustöitä varten. Mukailtu lähteestä (Mäki, T. *et al.* 2001)
- Liite 2: Esimerkki tehtävän sisällön määrittelystä (muuraustyö)
- Liite 3: Muistilista muuraustyön aloituspalaverissa käsiteltävistä asioista
- Liite 4: Tarkastuslista talviaikaan tehtäviä rappaustöitä varten. Mukailtu lähteestä (Mäki, T. *et al.* 2001)
- Liite 5: Muistilista rappaustyön aloituspalaverissa käsiteltävistä asioista

# 1. Johdanto

## 1.1 Tausta

Oikein tehtyinä muuratut ja rapatut rakenteet ovat fysikaalisesti toimivia ja esteettisesti kauniita. Niiden kilpailukyvyn suurimmat uhat liittyvät talvitoteutukseen. Rakennuttaja ja pääurakoitsija pitävät muuraus- ja rappaustöitä talvella ja pakkasessa varsin riskiherkkinä etenkin aikataulullisesti, jonka vuoksi kyseisiä rakenteita pyritään usein vaihtamaan toteutuksen kannalta vähemmän sääherkiksi. Myös laaturiskit ovat suuremmat talvella muurattaessa ja rapattaessa.

Puoliautomaattisten sekoittimien ja kehittyneiden nostolaitteiden avulla laastin valmistus sekä sen ja tiilien siirto on huomattavasti kevyempää kuin aiemmin. Työskentelyolosuhteet (tuuli, sade ja pakkas) ovat kuitenkin varsin huonot muihin rakennustöihin verrattuna, jota vielä pahentaa se, että muuraus- ja rappaustyöt ovat usein pitkäkestoisia. Työntekijät ja alalle hakeutuvat kuitenkin edellyttävät tulevaisuudessa aiempaa kevyempää työtä ja parempia (mm. lämpimämpiä) olosuhteita.

Muurattujen ja rapattujen rakenteiden valmistaminen tehtaassa komponenteiksi ja niiden kuljetus työmaalle ja asentaminen ovat erittäin vaikeasti toteutettavissa. Näin meneteltäessä menetettäisiin lisäksi eräitä paikalla rakentamisen etuja, kuten esimerkiksi julkisivujen saumattomuus ja viime hetken suunnitelmamuutosten helppo toteutettavuus.

## 1.2 Tavoitteet

Tutkimus- ja kehittämishankkeen tavoitteena on parantaa muuraus- ja rappaustöiden toteutettavuutta talviolosuhteissa sekä poistaa näiden töiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvää epävarmuutta.

Toteutettavuuden parantamisella pyritään siihen, että materiaalien ja työkohteen suojaukset ja lämmitys hoidetaan tasapainoisesti koko työprosessin osalta ja työtä voidaan tehdä laadukkaasti myös pakkasessa.

Suunnittelun epävarmuuden poistamisella pyritään siihen, että hankkeen toteutuksesta vastaavilla on esim. käsitys siitä, missä lämpötilassa työtä voidaan ääriolosuhteissa tehdä sekä minkälaiset kustannukset aiheutuvat eri olosuhteissa työskenneltäessä.

## 1.3 Toteutus

### Haastattelut

Tutkimuksen ongelmanasettelun sekä kehitystarpeiden ja -mahdollisuuksien selvittämiseksi suoritettiin haastattelututkimus tammi–helmikuussa 2002 suomalaisissa rakennusliikkeissä sekä tutustuttiin nykykäytäntöön työmailla, joilla tehtiin muuraustöitä talviolosuhteissa. Käynnissä olleilla työmailla ei tehty rappaustöitä talviaikaan.

Ongelma-alueet ja kehitystarpeet haastattelujen perusteella:

- **Työnsuunnittelu** (aikaa niukasti, puutteelliset lähtötiedot)
- **Työskentelyolosuhteiden hallinta** (hallinnan helppous, hallinnan kustannustehokkuus, teline- ja suojausratkaisut, nosto- ja siirtolaittevalinnat)
- **Tiedon kulku yrityksen sisällä** (olemassa olevan tiedon jakaminen).

### Workshop

Haastattelututkimuksessa esiin tulleisiin ongelmiin etsittiin ratkaisuja sidosryhmien yhteisessä workshopissa toukokuussa 2002. Workshopiin osallistuivat seuraavat henkilöt: hankintapäällikkö Kalervo Piironen, Oy Alfred A. Palmberg Ab, vastaava mestari Veli-Antti Husso, Rakennusosakeyhtiö Hartela, vastaava mestari Lars Troberg, Skanska Kodit Oy, toimitusjohtaja Veikko Hyttinen, Rakennus V. Hyttinen Oy, operatiivinen päällikkö Niclas Sacklén, Munters Oy, aluepäällikkö Arto Ruokonen, Optiroc Oy Ab, tekninen päällikkö Markku Laitinen, Telinekataja Oy, erikoistutkija Hannu Koski, VTT, sekä tutkija Virpi Ekholm, VTT.

Muuraustöiden hallittua talvitoteutusta ideoitiin tuplatiimi-menetelmällä. Tehtävän asettelussa etsittiin ratkaisuja seuraaviin ongelma-kohtiin:

- Miten hoidetaan materiaalien kuljetukset työmaalle?
- Miten hoidetaan materiaalien varastointi ja siirrot työmaalla?
- Millainen sääsuojaus tarvitaan marraskuu–maaliskuu välisenä ajanjaksona?
- Miten hoidetaan sisäpuoliset muuraustyöt talviaikaan?
- Miten hoidetaan ulkoseinän (sisä- ja ulkokuori) muuraustyöt talviaikaan?
- Miten ennakoitaan talviolosuhteiden asettamia vaatimuksia muuraustyölle?
- Millaisia työnsuunnittelun keinoja voidaan hyödyntää muurausprosessissa?

Keskeisimmiksi osatekijöiksi muuraustöiden hallitussa talvitoteutuksessa nousivat seuraavat asiat:

TEHTÄVÄ-SUUNNITTELU	SÄÄSUOJAUS	LÄMMITYS-KALUSTO	TYÖMAA-LOGISTIIKKA	MATERIAALI-TOIMITTAJA
<b>ALOITUS-PALAUVERIT</b> Työsuunnitelmat ajoissa	<b>SÄÄSUOJA OSASTOITAVA</b> Lämmitettävä Siirrettävissä	<b>LÄMMITYS-KALUSTOA KEHITETTÄVÄ</b>	<b>VARASTOTELTTA</b> Lämmitettävä Sijainti harkittu	<b>TILET TEHTAALTA KUIVANA</b>
<b>TYÖMAAN SUUNNITTELU</b> Työntekijöiden kommentit Telineet Lämmitys	<b>SÄÄSUOJAUS</b> Tiivis Turvallinen		<b>TILAUKSET OIKEAAN AIKAAN</b>  <b>VÄLTETÄÄN TURHIA VÄLIVARASTOJA</b>	<b>LÄMPIMÄT TILLET</b>

Rappaustöiden osalta workshopissa käytiin avoin yleiskeskustelu aiheesta "Mitä julkisivurappauksen tai rappauskorjauksen talvitoteutuksessa täytyy huomioida?". Keskeisimmäksi asiaksi nousi työskentelyolosuhteiden hallinta, jossa täytyy erityisesti huomioida:

- sääsuoja (pitkäaikainen ja tiivis)
- sääsuojauksen osastointi (työtilan taloudellinen lämmitys)
- lämmitysenergiavaihtoehtojen tutkiminen (edullisuus)
- huomioitava työtilan tuuletus
- julkisivurappauksen suunnittelussa huomioitava talvitoteutuksen vaatimukset.

### **Kirjallisuusselvitys ja asiantuntijakeskustelut**

Workshopissa esiin tulleiden ratkaisuehdotusten pohjalta tehtiin kirjallisuustutkimus, jonka tuloksena tähän raporttiin on koottu tietoa muuraus- ja rappaustöiden talvitoteutuksesta. Lisäksi selvitettiin yhteistyössä alan yrittäjien kanssa tällä hetkellä saatavilla olevia menetelmiä ja kalustoa mm. sääsuojaukseen, materiaalien ja työtilan lämmitykseen, materiaalilogistiikkaan ja tehtäväsuunnitteluun. Rappaustöiden osalta tiedot perustuvat kirjallisuustutkimuksen lisäksi Arto Kivimäen (Optiroc Oy) kanssa käytyihin keskusteluihin Venäjällä toteutetuista talvirappauskohteista.

### **Pilotointi**

Muuraustöiden osalta hyviksi arveltuja menettelytapoja ja ratkaisuja kokeiltiin Skanska Kodit Oy:n kohteessa As Oy Helsingin Neptunus helmi-huhtikuussa 2003.

Pilotoinnissa seurattiin:

- työmaan työnsuunnittelua, sen laatua ja ajoitusta
- muuraustöiden teline- ja kalustosuunnittelua talviolosuhteet huomioiden
- telinekustannuksia
- suojauskustannuksia
- työtilan lämmitystä ja sen kustannuksia
- materiaalilogistiikan suunnittelua sekä sen kustannuksia.

Talviaikaan tehtävän rappaustyön pilottiosuutta ei voitu toteuttaa, koska soveltuvaa työkohtetta ei ollut käytettävissä.

## 2. Sääolosuhteiden asettamat vaatimukset

Rakentamisessa täytyy aina ottaa huomioon vallitsevat sääolosuhteet vuodenajasta riippumatta. Sade, tuuli, kuumuus ja pakkanen asettavat kukin omia vaatimuksiaan työmaan työskentelyolosuhteiden hallintaan.

Britanniassa Meteorological Officen tekemän tutkimuksen mukaan:

- 60 % yrityksistä ilmoittaa, että heidän liiketoimintansa on altis sääolosuhteiden vaikutuksille, mutta vain 17 % ottaa sen huomioon suunnittelussa.
- 58 % yrityksistä käyttää tarjolla olevia säätietoja rakentamisprojektin aikana mutta ei ennen sitä.
- 50 % yrityksistä huomioi sääolosuhteista aiheutuneet viiveet ja useimmat arvioivat tai arvaavat aiheutuneen viiveen pituuden. Vain 43 % niistä yrityksistä, jotka arvioivat aiheutuneen viiveen, käyttävät säätietoja arvionsa pohjaksi.
- Vain neljännes vastaajista tunnisti sääinformaation auttavan heitä minimoimaan sääolosuhteiden vaikutuksen liiketoiminnalleen.

(Lähde: Rogers. 2002)

### 2.1 Talviolosuhteet Suomessa

Ilmatieteen laitos tarjoaa tietoa Suomen sääolosuhteista. Seuraavassa esitetyt tiedot on poimittu Ilmatieteen laitoksen maksuttomilta Internet-sivustoilta (<http://www.fmi.fi>).

Meteorologiassa puhutaan termisestä talvesta, jolloin keskilämpötila on 0 °C:n alapuolella, mutta lämpimät ilmavirtaukset saattavat nostaa päivän lämpötilan ajoittain 0 °C:n yläpuolelle.

Talvi alkaa Lapissa yleensä lokakuun puolivälissä, muualla Suomessa marraskuun aikana ja Lounais-Suomen saaristossa vasta joulukuun puolella. Talvi kestää maan lounaisimmista osista noin 100 päivää ja Lapissa noin 200 päivää.

Pysyvä lumipeite sataa avoimille maille noin kaksi viikkoa talven alkamisen jälkeen. Lumikerroksen paksuus on suurimmillaan yleensä maaliskuun puolivälin tienoilla; lunta on tällöin Itä- ja Pohjois-Suomessa keskimäärin 60–90 cm ja maan lounaisosissa keskimäärin 20–30 cm.

Talven kylmin vuorokausi on huomattavasti auringon alimman aseman jälkeen eli tammi-kuun lopulla, paitsi saaristossa ja rannikolla, missä meren hitaan jäähtymisen takia on kylmintä yleensä vasta helmikuun ensimmäisellä tai toisella viikolla.

## 2.2 Lämpötilapäivät

Ilmatieteen laitos on tilastoinut lämpötilapäiviä vuosilta 1961–1990 eri paikkakunnilla. Jääpäivänä lämpötila pysyy koko ajan pakkasen puolella, koska myös vuorokauden ylin lämpötila on nollan alapuolella. Pakkaspäivänä lämpötila on osan aikaa nollan yläpuolella. Taulukossa 1 esitetään niiden päivien lukumäärä, jolloin vuorokauden alin lämpötila on alle  $-10\text{ °C}$ , keskimäärin kuukausittain vertailukaudella. Taulukossa 2 on jääpäivien lukumäärä ja taulukossa 3 pakkaspäivien lukumäärä keskimäärin kuukausittain vertailukaudella.

*Taulukko 1. Niiden päivien lukumäärä eri paikkakunnilla, jolloin vuorokauden alin lämpötila on alle  $-10\text{ °C}$  keskimäärin kuukausittain vertailukaudella 1961–1990.*

	Utö	Turku	Hki Vantaa	Lappeen- ranta	Vaasa	Joensuu	Oulu	Sodan- kylä
<b>tammi</b>	5	12	14	18	16	20	21	25
<b>helmi</b>	6	12	13	16	15	19	18	22
<b>maalis</b>	4	8	8	10	11	14	14	19
<b>huhti</b>	0	0	0	1	1	3	3	10
<b>touko</b>	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>kesä</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>heinä</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>elo</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>syys</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>loka</b>	0	0	0	0	0	1	1	4
<b>marras</b>	0	3	3	3	5	7	8	14
<b>joulu</b>	1	9	10	13	13	16	17	22
<b>yht.</b>	<b>16</b>	<b>44</b>	<b>48</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>80</b>	<b>82</b>	<b>117</b>



*Taulukko 2. Jääpäivien lukumäärä keskimäärin kuukausittain eri paikkakunnilla vertailukaudella 1961–1990.*

	Utö	Turku	Hki Vantaa	Lappeenranta	Vaasa	Joensuu	Oulu	Sodankylä
<b>tammi</b>	14	19	21	24	22	26	25	28
<b>helmi</b>	15	18	19	22	20	24	23	25
<b>maalis</b>	11	10	11	14	13	16	18	22
<b>huhti</b>	1	0	0	1	1	3	3	8
<b>touko</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>kesä</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>heinä</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>elo</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>syys</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>loka</b>	0	0	0	1	1	2	3	8
<b>marras</b>	2	6	7	11	10	14	14	21
<b>joulu</b>	7	14	16	20	18	23	21	26
<b>yht.</b>	<b>50</b>	<b>67</b>	<b>74</b>	<b>93</b>	<b>85</b>	<b>108</b>	<b>107</b>	<b>138</b>

*Taulukko 3. Pakkaspäivien lukumäärä keskimäärin kuukausittain eri paikkakunnilla vertailukaudella 1961–1990.*

	Utö	Turku	Hki Vantaa	Lappeenranta	Vaasa	Joensuu	Oulu	Sodankylä
<b>tammi</b>	23	28	29	30	22	31	30	31
<b>helmi</b>	23	26	27	28	20	28	28	28
<b>maalis</b>	24	27	27	28	13	29	29	31
<b>huhti</b>	12	18	18	19	1	22	22	26
<b>touko</b>	0	4	3	3	0	9	6	15
<b>kesä</b>	0	0	0	0	0	1	0	2
<b>heinä</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>elo</b>	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>syys</b>	0	2	2	1	0	4	3	10
<b>loka</b>	1	8	9	11	1	13	13	21
<b>marras</b>	7	18	19	22	10	23	24	28
<b>joulu</b>	18	26	27	29	18	30	29	31
<b>yht.</b>	<b>108</b>	<b>157</b>	<b>161</b>	<b>171</b>	<b>82</b>	<b>190</b>	<b>184</b>	<b>225</b>

## 2.3 Lumi-, räntä- ja vesisadepäivät

Ilmatieteen laitos on tilastoinut joulu–maaliskuun välisen ajan kuukauden keskimääräisiä sadepäiviä vertailukaudella 1961–1990. Sadepäivien lukumäärä esitetään taulukossa 4. Taulukkoa tulkitessa täytyy huomata, että lumi-, räntä- ja vesisadepäivät kirjautuvat "päällekkäin", koska samana päivänä esiintyy toisinaan kaikkia sateen eri olomuotoja.

*Taulukko 4. Sadepäivien lukumäärä keskimäärin kuukausittain vertailukaudella 1961–1990.*

		<b>joulu</b>	<b>tammi</b>	<b>helmi</b>	<b>maalis</b>	<b>yht.</b>
<b>Hki Vantaa</b>	Lumipäivät	22	23	20	16	<b>81</b>
	Räntäpäivät	5	4	3	5	<b>17</b>
	Vesipäivät	8	5	2	4	<b>19</b>
<b>Jyväskylä</b>	Lumipäivät	24	25	21	19	<b>89</b>
	Räntäpäivät	4	3	2	5	<b>14</b>
	Vesipäivät	3	2	1	3	<b>9</b>
<b>Oulu</b>	Lumipäivät	19	20	17	15	<b>71</b>
	Räntäpäivät	3	1	1	4	<b>9</b>
	Vesipäivät	3	2	1	3	<b>9</b>
<b>Sodankylä</b>	Lumipäivät	27	29	25	26	<b>107</b>
	Räntäpäivät	1	1	1	1	<b>4</b>
	Vesipäivät	1	1	1	1	<b>4</b>

### **3. Materiaalien asettamat vaatimukset työn suorittamiselle**

Materiaalien ominaisuudet asettavat vaatimuksia työskentelyolosuhteille. Nämä vaatimukset tulee huomioida jo mielellään hankesuunnittelua tehtäessä, kuitenkin viimeistään työsuunnitteluvaiheessa, jolloin päätetään siitä, millä keinoin muuraukselle ja rappaustyölle soveltuvia olosuhteita luodaan ja ylläpidetään työmaalla.

Muuraus- ja rappaustyöt talvella aiheuttavat monenlaisia lisätöitä rakentajille. Ilman erityistoimenpiteitä vesi voi jäätyä laastissa ja kaikkien sideaineiden reaktiot hidastuvat tai pysähtyvät kokonaan lämpötilan laskiessa. Talviolosuhteiden tuomia ongelmia tarkasteltaessa on muurattua rakennetta ja rapattua rakennusosaa tarkasteltava kokonaisuutena.

Seuraavissa luvuissa materiaalien ominaisuuksia käsitellään kirjallisuuslähteiden, viranomaismääräysten sekä materiaalivalmistajan (Optiroc Oy Ab) antamien tietojen pohjalta. Kirjallisuuslähteet luetellaan sivulta 75 alkaen.

#### **3.1 Muuraustyö**

Muuraustyössä käytetään standardien mukaisia materiaaleja. Sovellettavat standardit tiilirakenteissa ovat:

- SFS 5513 Muurauslaastien, muurauskivien ja muuratun rakenteen testaus. 1989
- SFS 5514 Poltetut tiilet. 1989
- SFS 5515 Kalkkihiekkatiilet. 1989
- SFS 5516 Muurauslaastit. 1989.

Muurattuihin betoniharkkorakenteisiin sovelletaan seuraavia standardeja:

- SFS 5212 Betoniharkot. Muurattava betoniharkko. Tuotteet, vaatimukset ja merkintä. Ehdotus 1991
- SFS 5213 Betoniharkot. Näytteenotto, testaus ja hyväksymissäännöt. Ehdotus 1991
- SFS 5516 Muurauslaastit 1989.

Myös käytettävän rauditusmateriaalin täytyy olla standardisoitu.

Muurattuihin kevytbetoniharkkorakenteisiin sovelletaan seuraavia standardeja:

- SFS 4528 Kevytsoraharkot. Suorakulmainen kevytsoraharkko 3/650 ja 5/950, laatu ja merkintä. 1986
- SFS 4529 Kevytsoraharkot. Näytteenotto, testaus ja hyväksymissäännöt. 1986

- SFS 5271 Hohkakiviharkot. Suorakulmainen hohkakiviharkko 3/650 laatu ja merkintä. 1987
- SFS 5272 Hohkakiviharkot. Näytteenotto, testaus ja hyväksymissäännöt. 1987
- Tuotelehti (13.3.1987) Karkaistut kevytbetoniharkot, laadut 400, 450 ja 500
- Tuotelehti (13.3.1987) Karkaistut kevytbetoniharkot, näytteenotto, testaus ja hyväksymissäännöt.

Laastien osalta noudatetaan normia RIL 85/1972. Muuraussementtilaasti M100/500. Myös käytettävän rauditusmateriaalin täytyy olla standardisoitu.

### **Muuraustyön talviolosuhteet**

Rakennusmääräyskokoelman B8 (1989) mukaan talviolosuhteiden katsotaan vallitsevan, kun ilman lämpötila ajoittain laskee alle 0 °C. Tällöin työn suoritukseen, rakennustarvikkeiden säilytykseen ja varastointiin, työn järjestelyyn sekä muuratun rakenteen suojaamiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Tiilet eivät saa olla märkiä, jäisiä tai lumisia. Tarvittaessa ne voidaan lämmittää. Laastissa ei saa olla jääpaloja eikä jäisiä osia. Laasti valmistetaan ja säilytetään niin, ettei sen lämpötila laske ennen muurausta alle + 5 °C. Tarvittaessa laastin valmistukseen käytetään lämmitettyä vettä tai hiekkaa tai valmis laasti lämmitetään. Lämpimiä laasteja käytettäessä tulee ottaa huomioon laastin nopea jäykistyminen. Laastin lämpötila ei yleensä saa ylittää +40 °C:ta. Kovettumista kiihdyttäviä tai jäätymspistettä alentavia lisäaineita käytetään varmennetun käyttöselosteen perusteella.

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.

### **Laastit talvella**

Laasti saa jäätyä vasta, kun tiilen imu on pienentänyt laastin vesipitoisuuden riittävän alhaiseksi tai kun laasti on kovettunut niin pitkään, että se on savuttanut riittävän lujouden ennen jäätymistä.

Kalkkisementtilaasteilla, joiden sideaineesta vähintään 65 painoprosenttia on portlandsementtiä, ja muuraussementtilaasteilla jäätyksen kannalta riittävän pieneksi vesipitoisuudeksi voidaan katsoa 6 % kuivapainosta. Veden imeytyminen laastista tiiliin selvitetään kokeellisesti tai muulla luotettavalla tavalla. Rakenteen sulaessa muurin lujudeksi saa olettaa enintään 40 % suunnittelulujuudesta.

Kalkkisementtilaastien, joiden sideaineesta vähintään 65 painoprosenttia on portlandsementtiä, ja muuraussementtilaastien voidaan katsoa saavuttaneen jäätyksen kannalta

riittävän lujuuden vesimäärästä riippumatta, kun ne ovat kovettuneet yli 0 °C lämpötilassa vähintään kaksi vuorokautta. Laastin lämpötilaa seurataan luotettavalla tavalla. Rakenteen sulaessa muurinlujuudeksi saa olettaa enintään 60 % suunnittelulujuudesta.

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

### **Harkkomuuraukset talvella**

Rakennusmääräyskokoelman osassa B9 Betoniharkkorakenteet (1993) ja B5 Kevytbetoniharkkorakenteet (1987) edellytetään harkkojen talvimuurauksesta seuraavaa:

- Harkot eivät muurattaessa saa olla märkiä, jäisiä tai lumisia.
- Laastissa ei saa olla jääpaloja tai jäätyneitä osa-aineita.
- Ulkoilman ollessa alle 0 °C rakenne suojataan ja sitä lämmitetään siten, että laasti kovettuu riittävän pitkän ajan, tai laastin kovettuminen varmistetaan esim. käyttöselosteessa esitetyllä tavalla.
- Muurausementtilaastin M100/500 voidaan katsoa saavuttaneen jäätymistä vastaan riittävän lujuuden, kun se on kovettunut yli 0 °C lämpötilassa vähintään kolme vuorokautta.

#### **3.1.1 Muurauslaasti**

Laastin pakkasvauriot johtuvat erityisesti siitä, että laastissa olevan veden tilavuus laajenee, kun se muuttuu jääksi. Jos laasti pääsee jäähtymään ennen, kuin vesipitoisuus alenee riittävästi, voi jäätynyt vesi vaurioittaa sitoutumisen alkuvaiheessa olevaa laastia.

Talvimuurauksessa käytetään yleensä kahta vaihtoehtoista työtapaa, jotka on määritelty laastin jäätymisajankohdan mukaan seuraavasti:

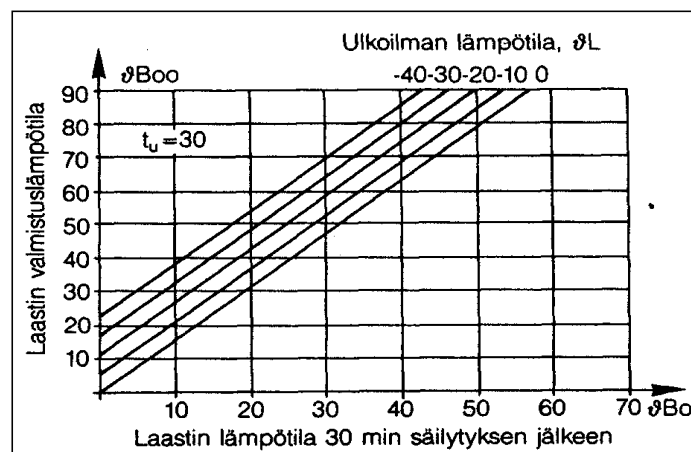
1. Laasti jäätyy vasta, kun tiilet ovat imeneet niin paljon vettä laastista, ettei se enää vaurioitu lopun veden jäätyessä laastissa. Tämä työtapaa edellyttää nopeasti vettä imevän tiililaadun käyttöä ja lämmintä laastia, jonka vedenpidätyskyky ei ole liian suuri.
2. Laasti jäätyy vasta kovettuttuaan vähintään kaksi vuorokautta, jolloin jäätyminen ei enää vaurioita laastia. Tämä työtapaa edellyttää sitä, että muuraustarvikkeet lämmitetään ja muuratun rakenteen lämpötila pysyy kaksi ensimmäistä vuorokautta 0 °C:n yläpuolella.

Talvimuurauksessa käytettävän sideaineen tulee sisältää vähintään 65 painoprosenttia portlandsementtiä. Sideaineita ei saa lisätä yli normaalin määrän, koska laasti tarvitsee silloin enemmän vettä. Lihavan laastin vedenpidätyskyky hidastaa veden poistumista.

Talvikäyttöön sopivat parhaiten valmiit kuivalaastit. Yleisimmin käytetään laasteja KS 35/65, KS 20/80 tai M100/600.

Laasti valmistetaan ja säilytetään niin, ettei sen lämpötila laske ennen muurausta alle +5 °C. Valmiin laastin lämpötila ei saa ylittää myöskään +40 °C:ta. Laastin valmistuksessa tulee huomioida, että eräiden side- ja lisäaineiden ominaisuudet huononevat yli +40 °C lämpötilassa. Laastin valmistuksessa on siis syytä kiinnittää huomiota ainesosien sekoitusjärjestykseen ja tarvittaessa kysyä neuvoa materiaalivalmistajalla. Laastin lämpötila sekoittimessa ei saa olla yli +50 °C:n. Lämmin laasti valmistetaan lämmittämällä osa-aineksia tai lämmittämällä valmis laasti. Veden lämmittäminen työmaaolosuhteissa on helppoa, mutta myös kiviaineksen lämmittäminen onnistuu suhteellisen pienellä vaivalla.

Laasti tulee valmistaa sellaisissa erissä, että muuraustyö voidaan suorittaa ennen laastin lämpötilan haitallista alenemista. Mikäli halutaan työskentelyaikaa 30 minuuttia -10 °C:n pakkasessa ja laastin lämpötila muuraushetkellä on +20 °C, täytyy laastin valmistuslämpötilan olla lähes +40 °C. Edellä mainittu valmistuslämpötilan, laastin lämpötilan ja ulkoilman lämpötilan riippuvuus on luettu nk. Elmarssonin suosituksesta. Suositeltavaa on, että myös muurauksen aikana paljussa oleva laasti pidetään lämpimänä. Tähän tarkoitukseen sopivat mm. lämpöeristetyt laastipaljut tai kohdekohtaiset lämmittimet, esim. infrapunasäteilijä. Laastin lämmittämisen haittapuolena on työstettävyyden nopeahko heikkeneminen, ja myös tästä syystä laastia tulisi valmistaa työn edistymisen kannalta sopivia määriä kerrallaan.



Kuva 1. Elmarssonin suositus laastin alkulämpötilaksi 30 minuutin säilytysajalle (Höyhty & Vanttinen 1989, s. 73).

### 3.1.2 Muurauskivet

Talvimuurauksessa käytettävien kivien täytyy olla pakkasenkestäviä. Tiilinormeissa on määritelty pakkasenkestävyysvaatimukset. Tiilen pakkasenkestävyys on sitä parempi, mitä korkeammassa lämpötilassa se poltetaan. Vesi laajenee jäätyessään 9 % ja tyhjä huokoset ottavat tämän vastaan. Enintään 80–85 % tiilen avoimista huokosista saa täyttyä vedellä, jotta pakkasenkestävyys olisi hyvä.

Talvimuurauksen kannalta tiilen toinen tärkeä ominaisuus on sen vedenimunopeus. Vedenimunopeudella  $v_m$  tarkoitetaan tiilen tai tiililaatan minuutissa lapepinnan neliometriä kohti imemää vesimäärää kilogrammoina. Tiilet ja tiililaatat jaetaan vedenimunopeuden mukaisesti vedenimuluokkiin, joita on neljä.

*Taulukko 5. Tiilien ja tiililaattojen vedenimunopeusluokat.*

Vedenimunopeusluokka	Vedenimunopeuksien keskiarvo kg/m <sup>2</sup> *min
1	< 1,0
2	0,5–2,0
3	1,5–3,0
4	> 2,5

Vedenimukyvyllä  $v_s$  tarkoitetaan standardin 5513 mukaisesti määritettyä vesimäärää, joka ilmoitetaan painoprosentteina tiilen tai tiililaatan kuivapainosta.

Talvimuuraukseen sopivat huonosti tiilet, joilla laastin 6 % vesipitoisuuden saavuttaminen kestää useita tunteja. Parhaiten talvimuuraukseen sopivat kohtalaisesti vettä imevät tiilet, joiden vedenimunopeus on yli 2 kg/m<sup>2</sup> x min ja imukyky yli 10 painoprosenttia. Jos talvimuurauksessa käytetään huonosti vettä imeviä tiiliä, on tiilet ja laasti lämmitettävä ja tarvittaessa muurausta pidettävä sulana kaksi vuorokautta ulkoilman lämpötilasta riippuen.

Muurattaessa ei kivien pinta saa olla jäässä. Märkiä tai jäätyneitä kiviä ei pidä käyttää, tapahtuipa muuraus täysin pakkaselta suojassa tai ei. Jääkalvo muurauskiven pinnassa alentaa imukykyä, nopeuttaa jäänmuodostusta laastissa ja estää täysin kiven ja laastin välisen tartunnan. Märät muurauskivet ovat epämiellyttäviä, raskaita ja kylmiä käsitellä sekä vaikeasti katkaistavissa.

Muurauskivet täytyy kuljettaa työmaalle kuivina ja sulana. Työmaalla muurauskivet täytyy varastoida siten, ettei niihin pääse kosteutta. Tarvittaessa varastoa on voitava myös lämmittää. Lämmitetyissä muurauskivissä on niin paljon energiaa varastoituneena

na, että kestää kauan, ennen kuin ne jäähtyvät ilman lämpötilaan. Lämmitys on välttämätöntä, mikäli käytetään muurauskiviä, joilla on alhainen vedenimukyky.

### 3.1.3 Materiaalivalmistajan suositukset

Muuraustyötä suunniteltaessa kannattaa ehdottomasti tutustua materiaalivalmistajan ohjeisiin ja suosituksiin. Tässä yhteydessä käsitellään Optiroc Oy:n tuotteita ja niille annettuja suosituksia. Optiroc Oy on antanut suositukset valmiin laastin minimilämpötilasta tiilistä sekä ulkolämpötilasta riippuen. Nämä suositukset esitetään taulukossa 6. Kevytsoraharkkojen muuraukseen on tarjolla Vetonit-pakkaslaasti, jolla harkot voidaan muurata rakenteita lämmittämättä aina -15 °C:seen asti.

Taulukko 6. Valmiin laastin minimilämpötila tiilestä ja lämpötilasta riippuen. (Lähde: Optiroc Oy:n tuote-esite 3-10, 15.1.2000/Vetonit muurauslaastit.)

Ulkoilman ja tiilen lämpötila °C	Poltettu tiili imukykyinen Vedenimunopeusluokat 4 tai 3	Poltettu tiili vähäimäinen Vedenimunopeusluokat 2 ja 1	Kahi-tiili muuraus	Kahi-tiili ohutsaumamuuraus
+5...0 °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 +5...20 °C. Valmiin laastin lämpötila +5...+10 °C.	Sekoitusveden lämpötila +20...40 °C. Valmiin laastin lämpötila +10...+20 °C.
0...- 5 °C	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. <b>Suosittellaan tiilien lämmittämistä.</b>	Sekoitusveden lämpötila +40...+50 °C. Valmiin laastin lämpötila +20...+35 °C. <b>Suosittellaan tiilien lämmittämistä.</b>
-5...-10 °C	Sekoitusveden lämpötila +40...+60 °C. Valmiin laastin lämpötila +10...+20 °C.	Valmiin laastin lämpötila ≥ +25 °C. <b>Suosittellaan tiilien tai työtilan lämmittämistä ja suojamista</b>	Valmiin laastin lämpötila ≥ +20 °C. <b>Tiilet lämmitetään. Suositellaan työtilan lämmittämistä ja suojamista</b>	Valmiin laastin lämpötila +20...+35 °C. <b>Tiilet lämmitetään. Suositellaan työtilan lämmittämistä ja suojamista</b>
-10...-15 °C	Valmiin laastin lämpötila ≥ +25 °C. <b>Suosittellaan tiilien tai työtilan lämmittämistä ja suojamista</b>	Valmiin laastin lämpötila ≥ +20 °C. <b>Tiilet lämmitetään. Suositellaan työtilan lämmittämistä ja suojamista</b>	Valmiin laastin lämpötila ≥ +20 °C. <b>Tiilet ja työtila lämmitetään ja suojataan.</b>	Valmiin laastin lämpötila +20...+35 °C. <b>Tiilet ja työtila lämmitetään ja suojataan.</b>
< -15 °C	<b>Työtila ja tiilet lämmitetään.</b>	<b>Työtila ja tiilet lämmitetään.</b>	<b>Työtila ja tiilet lämmitetään.</b>	<b>Työtila ja tiilet lämmitetään.</b>

Materiaalivalmistaja ei suosittele talvimuuraukseen tarkoitettujen laastin lisäaineiden käyttöä yhdessä omien tuotteidensa kanssa. Jotkut lisäaineet saattavat heikentää laastin lujuutta ja lisätä valmiin muurauksen härmehtimisriskiä.



## 3.2 Rappaus työ

Rappaus työssä käytetään sovellettujen standardien mukaisia materiaaleja. Sovellettavat standardit rappaus työssä ovat:

- SFS 5513 Muurauslaastien, muurauskivien ja muuratun rakenteen testaus 1989
- SFS 5514 Poltetut tiilet 1989
- SFS 5515 Kalkkihiiekkatiilet
- SFS 5516 Muurauslaastit
- SFS 3165 Rakennussementit.

Tässä yhteydessä rajoitetaan käsittelemään julkisivujen rappaus ta ja rappaus korjauksia.

Rappaaminen talvella on ongelmallista, koska ohuen rappaus kerroksen suuri pinta on välittömästi yhteydessä ilmaan ja siksi alttiina pakkasen aiheuttamille vaurioille. Rappaus työ edellyttää sitä, että alusta ei saa imeä vettä liian voimakkaasti. Myös tämän vuoksi nopeasti jäätyvä rappaus laasti vaurioituu helposti talviolosuhteissa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että rappaaminen talvella on mahdollista vain, jos seinä suojataan täysin ja suojan ja seinän välinen ilmatila lämmitetään.

Eri rappaus laastit edellyttävät erilaisia työskentelylämpötiloja. Mitä enemmän sementtiä laastissa on, sitä nopeammin se sietää jäätymistä. Sementti kovettuu vain veden vaikutuksesta. Kalkkilaastissa sideaineena oleva kalkki kovettuu ilman hiilidioksidin vaikutuksesta ja kovettuminen tapahtuu hitaasti. Hydraulinen kalkki kovettuu sekä ilmassa olevan hiilidioksidin että veden vaikutuksesta. Laastien suositeltavat alimmat käyttölämpötilat Betoniyhdistyksen Rappaus kirjan mukaan ovat kalkkisementtilaastilla +5 °C ja hydraulisilla kalkkilaasteilla sekä kalkkilaasteilla +10 °C. Optiroc Oy:n tuote-esityksen mukaan myös hydraulisten kalkkilaastien sekä kalkkilaastien alimmaksi käyttölämpötilaksi riittää +5 °C. Alhaisempi lämpötila hidastaa laastin kovettumista olennaisesti ja lisää kalkki- ja suolasaostumien vaaraa.

Betoniyhdistyksen Rappaus kirjan mallityöselityksen yleiset rappaus työohjeet edellyttävät seuraavaa:

- Ulkolämpötilan tulee olla vähintään +5 °C koko rappaus työn ajan.
- Kalkkirappaukset ja paljon kalkkia sisältävät kalkkisementtirappaukset tulee tehdä alkukesällä, jotta aikaa jää riittävästi laastin karbonatisoitumiselle ennen syysateiden ja talven tuloa.
- Alustan tulee olla puhdas ja sopivan imukykyinen; pinta ei saa olla jäässä.
- Ikkunat, ovet ja peltiosat suojataan.
- Rappaus työ suunnitellaan siten, että pinnat jaetaan pienempiin kokonaisuuksiin, jotka käsitellään yhdellä kerralla; rappaus suoritetaan telinekerrosten korkeuden mukaisina osina; työsaumojen sijainti suunnitellaan ennen työn aloittamista.

- Eri aineista valmistettujen rappausalustojen saumakohtat katkaistaan tai saumoihin kiinnitetään rappausverkko.
- Rappaus katkaistaan aina liikuntasaumojen kohdalla.
- Laasti sekoitetaan pakkosekoittimella, pienehköt määrät porakoneen vispilällä valmistajan ohjeiden mukaisesti.
- Laastin sekoitukseen käytettävän veden tulee olla puhdasta ja sen lämpötilan alle +50 °C.
- Laastin valmistuksessa on käytettävä hengityssuojaimia.

Optiroc Oy:n talvityöohjeessa KS-laastilla tehtäviin rappauksiin edellytetään seuraavaa:

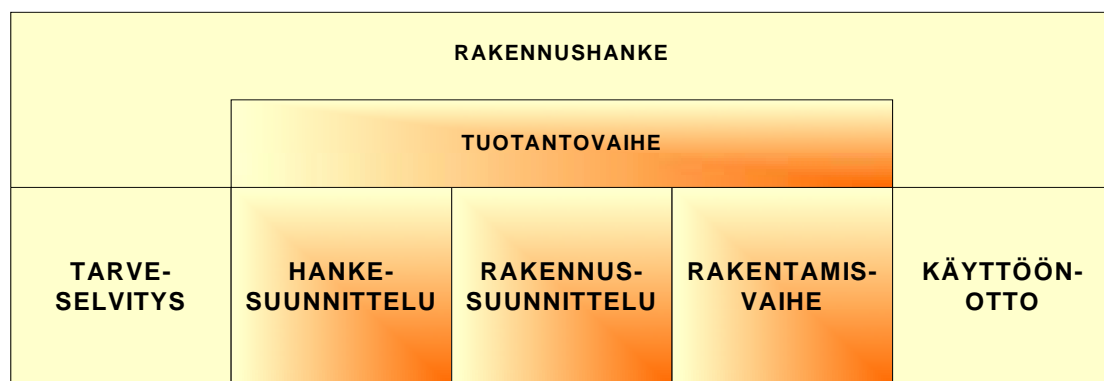
- Ennen rappaustyötä on varmistettava, että käytettävien kuivatuotteiden, veden ja rappausalustan lämpötilat ovat yli +5 °C.
- Rappaustyön jälkeen lämpötila on pidettävä n. +10 °C:ssa 5–7 vuorokautta.
- Lämmityksen lisäksi telineillä on oltava tuuletus, jotta haihtuva kosteus poistuu.
- Ennen lämmityksen päättämistä on varmistuttava, että rappaus on kuiva, kosteusprosentti on n. 6 % ja ettei valumavesiä pääse rappauspinnalle.
- Lämmitettävän telineen lämpötilat merkitään rappauspäiväkirjaan.
- Lämpötilan mittauspisteet sijoitetaan alimmalle ja jäätymisherkeimmälle tasolle sekä ylimmälle tasolle.
- Värillisten tuotteiden ruiskutusta lämmitettäviltä telineiltä ei suositella.

## 4. Työn suunnittelu ja työskentelyolosuhteiden hallinta

### 4.1 Tehtäväsuunnittelu

Työn suunnitteluun liittyvä tehtäväsuunnittelu on osa rakentamisprosessin laadunhallintaa ja edellytys kustannustehokkaalle rakentamiselle. Tässä luvussa käsitellään muuraus- ja rappaustöiden tehtäväsuunnittelua.

Työn suunnittelu ei saa rajoittua ainoastaan rakentamisvaiheeseen, vaan sitä on tehtävä koko tuotantovaiheen ajan tarkoituksenmukaisessa laajuudessa. Rakentamisen tuotantovaiheella tässä yhteydessä tarkoitetaan RT-kortin RT 10-10387 Talonrakennushankkeen kulku. 1989 mukaista kokonaisuutta, joka sisältää hankesuunnittelun, rakennussuunnittelun ja rakentamisvaiheen tehtävät.



Kuva 2. Talonrakennushankkeen vaiheet RT 10-10387 mukaisesti jaoteltuna.

#### 4.1.1 Tehtäväsuunnittelu osana tuotannon laadunhallintaa

Ratu-kirjassa Rakentamisen Laatu 2002 (Mäki *et al.* 2001) esitetään tehtäväsuunnittelu osana rakentamisen laatua. Tehtävän laatu jaetaan kirjassa seuraaviin osa-alueisiin:

- tehtävän johtaminen
- tehtäväsuunnittelu
- tehtävien valinta ja suorittaminen
- tehtäväsuunnitelman lähtötiedot ja sisältö
- kustannus- ja aikataulutavoitteet
- laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet
- aloitusedellytykset
- ongelmiin varautuminen
- työturvallisuus
- logistiikka
- työnaikainen ohjaus.

## **Tehtävän johtaminen**

*Tehtävän johtamisella* rakennustuotantoa johdetaan kohti asetettuja tavoitteita, jotka on esitetty tuotantosuunnitelmissa. Tehtäväkohtaisen hajautetun suunnittelun eli ennakoivan ohjauksen tarkoituksena on varmistaa tuotannon häiriötön sujuminen ja tavoitteiden mukainen eteneminen. Yksittäisen tehtävän osalta tämä sisältää

- tehtävän toteutuksen suunnittelun
- suunnitelman tietojen siirtämisen työntekijöille
- tehtävän aloitusedellytysten varmistamisen.

## **Tehtäväsuunnittelu**

Tehtävälle asetetut laatuvaatimukset sekä kustannus- ja aikataulutavoitteet selvitetään ennen työn aloitusta, ja samalla suunnitellaan keinot, joilla asetetut vaatimukset ja tavoitteet voidaan saavuttaa. Tehtäväsuunnitelmaan liittyvät tarkastuslistat ja ongelmiin varautuminen antavat tietoa havaituista ja tiedostetuista ongelmista sekä auttavat kehittämään työmaiden toiminnan lisäksi yrityksen laatujärjestelmää ja toimintatapoja. Lopputuotteen laatuvaatimusten tarkistuslistat toimivat tehtävän dokumentteina ja huoltokirjan aineistona.

## **Tehtäväkokonaisuuden valintaperusteet**

Tehtäväsuunnitelmat tehdään valituista tehtäväkokonaisuuksista ja ainakin työmaan laatusuunnitelmassa määräytyistä tehtävistä. Tehtäväkokonaisuuden valintaperusteena on yleensä, että se on

- aikataulullisesti merkittävä
- taloudellisesti merkittävä
- vuosikorjauksissa virhealtiiksi osoittautunut
- työryhmän harvoin tekemä ja työryhmälle vieras
- tehtävä, jolle on asetettu erityisiä vaatimuksia,
- tehtävä, jonka rakennuttaja on todennut työn laadun kannalta kriittiseksi (esim. ylipitkä takuu-aika).

Tehtävä voi koostua useista eri työlajeista tai olla vain osa jostakin nimikkeestä tai työlajista. Tehtäväsuunnitelma laaditaan, käydään läpi ja tarkennetaan yhdessä työntekijöiden kanssa ennen työn aloitusta.

## Tehtäväsuunnitelman sisältö

Tehtäväsuunnittelussa selvitetään ja suunnitellaan ainakin

- kustannus- ja aikataulutavoitteet
- tuotteen ja toiminnan laatuvaatimukset
- ongelmiin varautumisen keinot
- laadunvarmistustoimet
- aloitusedellytysten varmistaminen
- työturvallisuus- ja ympäristöasiat
- työmaa-alueen käyttö ja logistiikka
- työnaikainen ohjaus.

## Tehtävän kustannus- ja aikataulutavoitteet

*Tehtävän kustannus- ja aikataulutavoitteet* kootaan hankkeen tavoitearviosta, hankintasuunnitelmasta, aikatauluista ja muista sopimusasiakirjoista. Tavoitteiden realistisuuden arviointi kohdekohtaisesti on tärkeää, ja sen pohjana voidaan käyttää yrityskohtaisia menekki- ja menetelmätietoja sekä yleistä Ratu-tiedostoa.

## Tehtävän laatuvaatimukset

*Tehtävän laatuvaatimukset* muodostuvat työläjien yleisistä laatuvaatimuksista sekä hankkekohtaisista laatuvaatimuksista. Työlajikohtaiset yleiset laatuvaatimukset on esitetty Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa (RYL 2000) ja muissa tehtävää koskevissa yleisissä normeissa. Työlle laaditaan tarvittavat laadunvarmistusohjeet, jotka käydään läpi työntekijöiden kanssa ennen työn aloitusta.

## Aloitusedellytykset

Tehtäväkohtaisesti varmistetaan *aloitusedellytykset*. Aloitusedellytyksiä suunniteltaessa selvitetään mm.

- edellisiltä työvaiheilta vaadittava valmius
- työkohteelta vaadittavat työskentelyolosuhteet
- työhön liittyvä työturvallisuus
- työryhmä, materiaalit, tarvikkeet ja kalusto, varastointi ja siirrot työmaalla
- työmaalla tarvittavat asiakirjat: piirustukset, suunnitelma-asiakirjat, työselostukset, työturvallisuusmääräykset ja -ohjeet sekä erikoistöihin liittyvät luvat ja ilmoitukset.

## Ongelmien kartoitus

Mahdollisten *ongelmien kartoitus* on osa tehtäväsuunnitelmaa. Mietitään, millaisia teknisiä, toiminnallisia tai hankinnan ongelmia ko. tehtävä voi aiheuttaa ja kuinka ongelmat vältetään tai kuinka mahdollisessa ongelmatilanteessa toimitaan.

## **Työturvallisuus**

Työturvallisuusvastuut määritellään tehtäväsuunnitelmassa ja suunnitellaan huolella. Erityisiä turvallisuusriskejä sisältävät työt käsitellään yhdessä työn toteuttajan ja muiden osapuolien kanssa. Ennen työn aloitusta suunnitellaan ja työn aikana tarkistetaan ainakin seuraavat asiat:

- henkilökohtaisten suojainten saata-  
vuus ja käyttö
- telineiden, kaiteiden, koneiden ja  
laitteiden kunto
- riittävä alkusammutuskalusto
- ympäristön suojaaminen
- ensiapuvälineistö
- sähkön ja veden saanti sekä va-  
laistus
- varoituskilvet ja kulunvalvonta
- tiedotus
- tarvittavat luvat ja ilmoitukset
- työkohteen siisteys ja tuuletus
- jätteiden lajittelu työmaalla.

## **Logistiikan suunnittelu**

Tehtäväsuunnitelmaan sisältyy myös logistiikan suunnittelu, joka muodostuu varastoin-  
tien, siirtojen ja jätehuollon suunnittelusta. Yleiset logistiset suunnitelmat esitetään  
työmaan aluesuunnitelmassa (mm. purku ja varastoalueet, kulkuväylät, roskalavat,  
nosturien ulottumasäteet sekä alueet, joille ei saa varastoida tavaraa). Toimituskohtaisis-  
sa siirroissa verrataan vaihtoehtoisia siirtomenetelmiä, reittejä ja varastoalueita.

## **Työnaikaiset ohjaustoimenpiteet**

Tehtäväsuunnitelmassa esitetään työnaikaiset ohjaustoimenpiteet, jotka käydään läpi eri  
osapuolten kanssa. Työnaikaiseen ohjaukseen kuuluvat laadun, aikataulun ja kustan-  
nusten seuranta sekä työmaalla pidettävät ohjauspalaverit ja tarkastukset.

### **4.1.2 Tehtäväsuunnittelu hankesuunnitteluvaiheessa**

Hankesuunnitteluvaiheessa luodaan puitteet rakennusprojektin hyvälle laadunvarmis-  
tukselle. Sen aikana tehdään myös päätöksiä, jotka vaikuttavat hankkeen kustannuksiin  
ja aikatauluun. Näiden päätösten tueksi tarvitaan useita alustavia suunnitelmia (tilaoh-  
jelmia, luonnoksia) ja tutkitaan vaihtoehtoisia toteutustapoja. Muuraus- ja rappaustöiden  
kannalta tässä vaiheessa täytyy miettiä

- toteutuksen ajankohta
- talvitöiden edellytykset
- talvityön hyödyt, haitat ja kustannukset.

Muuraustyöt onnistuvat myös talvella, kun ne suunnitellaan hyvin, samoin rappaustyöt muutamin rajoituksin ja erityistä huolellisuutta noudattaen (vrt. materiaalivalmistajan suositukset värillisistä laasteista). Pitkäkestoisessa (yli 8 kk) rakentamisprojektissa joudutaan joka tapauksessa suorittamaan osa töistä talviolosuhteissa ja suunnittelemaan työskentelyolosuhteiden hallintakeinot.

#### **4.1.3 Tehtäväsuunnittelu rakennussuunnittelu- ja rakentamisvaiheessa**

Rakennussuunnitteluvaiheessa luonnokset ja tilaohjelmat täydentyvät pääpiirustuksiksi ja edelleen rakennuslupapiirustuksiksi sekä työpiirustuksiksi. Urakkaohjelman, urakka-piirustusten, työselityksen sekä urakkarajojen perusteella voidaan tehdä lopullinen kustannusarvio. Urakkatarjousten ja neuvottelujen myötä em. asiakirjoista muokataan edelleen sitova tavoitearvio.

Muuras- ja rappaustyön kannalta tässä vaiheessa täytyy miettiä alustavasti ainakin

- materiaalin saatavuus ja toimitusaika (erikoistuotteissa toimitusajat voivat olla pitkiä)
- työntekijöiden tai aliurakoitsijoiden saatavuus (sesonkiaikoina voi olla hankalaa)
- työtasovalinnat ja niiden saatavuus (teline, mastolava jne.)
- siirtokaluston valinnat ja niiden saatavuus
- suojaustarve
- lämmitystarve.

Tehtäväsuunnitelma sisältää seuraavat osasuunnitelmat:

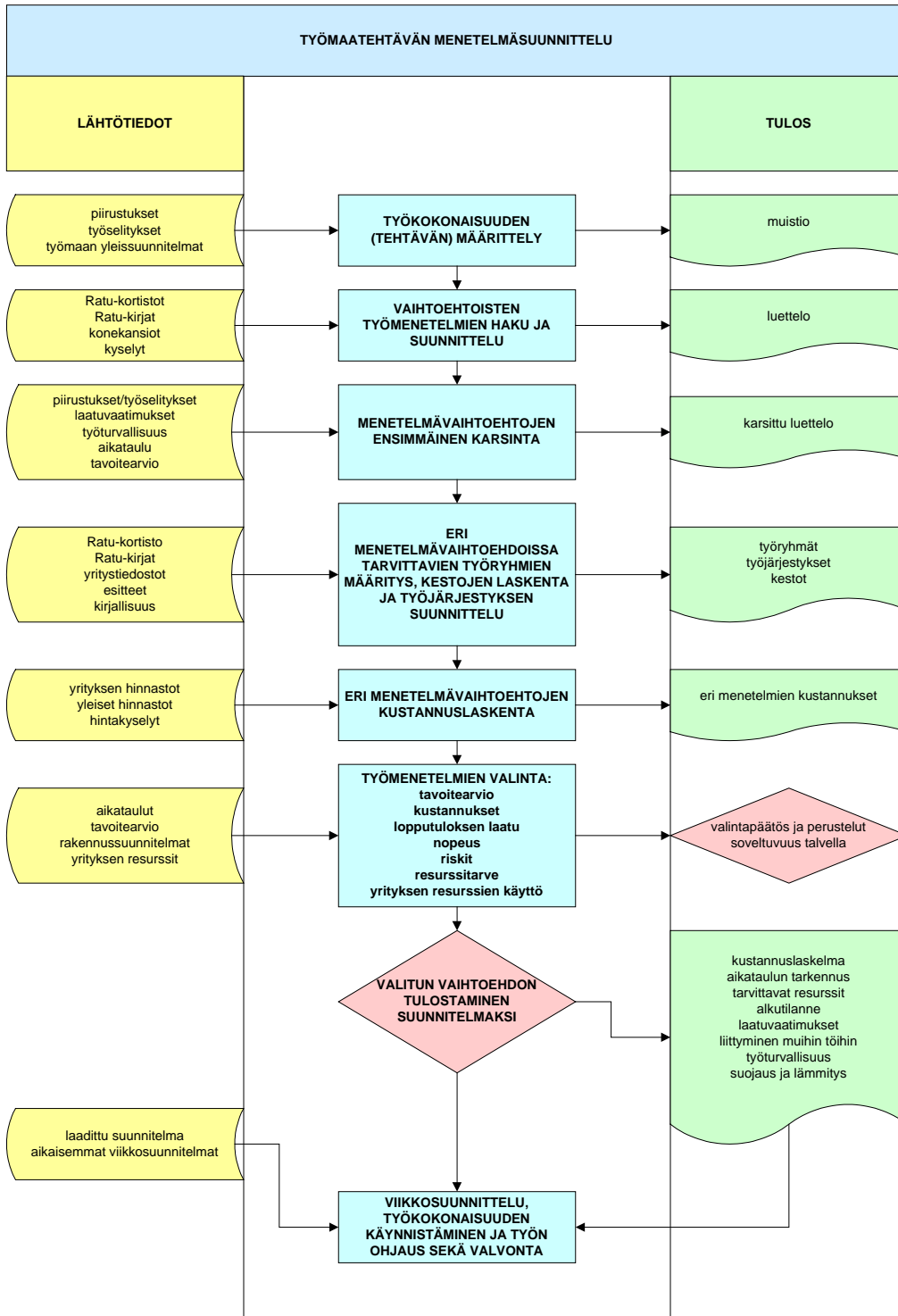
- ajalliset ja taloudelliset suunnitelmat
- tehtävän laatuvaatimukset
- tehtävän sisältö ja aloitusedellytykset
- työnaikainen ohjaus.

Sekä tarjouspyynnössä että tarjouksen tekemisessä täytyy huomioida yleisten sopimusehtojen rajaukset sääolosuhteiden vaikutuksesta: YSE 1998 (RT 16-10660) 20 §:n mukaan urakoitsijalla on oikeus saada kohtuullinen pidennys urakka-aikaan, jos rakennuskohteen sopimuksenmukaisen valmistumisen esteenä ovat "poikkeukselliset urakoitsijan suoritusta olennaisesti haittaavat sääolosuhteet". Poikkeuksellisia sääolosuhteita voivat olla mm. kovat pakkaset, rankkasateet, pitkäaikaiset sateet, runsaat lumisateet, myrskyt ja kovat tuulet tai tulvat. Lähtökohtana YSE 20 §:lle on, etteivät työtä haittaavat sääolosuhteet automaattisesti oikeuta urakka-ajan pidennykseen vaan urakoitsijan on ennalta huomioitava urakka-aikana tapahtuva sääolojen vaihtelu. Sääolosuhteiden poikkeuksellisuus arvioidaan mm. säätilastojen perusteella.

Rakennusprojektin tuotanto-organisaatiolle on varattava riittävä aika työmaatehtävien suunnitteluun. Mikäli tuotanto-organisaatiolle ei jää riittävää valmistautumisaikaa ennen työn sovittua aloitusta esim. yrityksen resurssipulasta johtuen, täytyy nimetä joku edeltävien vaiheiden vastuuhenkilöistä tehtäväsuunnitelmien laatijaksi ja vastuuttaa hänet periyttämään suunnitelmat työmaan vastuulliselle työnjohdolle. Rakennusliikkeen kannalta järkevää olisi, jos ainakin yksi vastuullinen henkilö olisi mukana sekä hankesuunnitteluetä rakentamisvaiheessa ja osallistuisi lisäksi työmaaorganisaation toimintaan sen täysipainoisena jäsenenä. Tällainen menettely tukisi myös ajatusta siirtymisestä projektikohtaisesta ajattelusta prosessiajatteluun ja lisäisi resurssien käyttömahdollisuutta, kun samalle henkilölle voidaan osoittaa usean vaiheen tehtäviä rakentamisprosessista.

Työmaan osalta tehtäväsuunnittelu painottuu menetelmävalintoihin ja työnaikaisen ohjauksen suunnitteluun, koska ajalliset ja taloudelliset suunnitelmat (yleisaikataulu ja tavoitearvio) sekä tehtävän laatuvaatimukset (mm. työselitys) on suurelta osin suunniteltu jo edellisissä vaiheissa. Rakennustaitolehdessä vuodelta 1988 on kuvattu työmaatehtävän menetelmäsuunnittelun vaiheet kaaviomuodossa (Nykänen *et al.* 1990). Kuva 3 on mukailtu ko. kaaviosta.





Kuva 3. Tehtävän menetelmäsuunnittelu. Mukailtu lähteestä Nykänen et al. 1990.

## 4.2 Talvimuurauksen tehtäväsuunnittelu

Seuraavassa esitetään talvimuurauksen tehtäväsuunnitelma ja sen osa-alueet. Se, missä laajuudessa ja missä rakennushankkeen vaiheessa mitäkin suunnitelmia tarvitaan, täytyy tapauskohtaisesti harkita työn laajuus ja vaativuus huomioonottaen.

Kerrostalon julkisivumuurauksesta on julkaistu työnsuunnitteluopas (Koski, 2000), jossa on kuvattu muuraustyön pääsuunnittelutyö kuvan taulukon 7 mukaisesti.

*Taulukko 7. Muuraustyön pääsuunnittelun vaiheet (Koski 2000).*

<b>A1</b> Suunnitteluasiakirjoihin tutustuminen	<b>A2</b> Toteutusjärjestyksen alustava suunnittelu	<b>A3</b> Kohteen olosuhteiden ja erityispiirteiden selvittely	<b>A4</b> Rakenneratkaisujen suunnittelu ja valinta
<b>A5</b> Laatuvaatimusten selvittäminen	<b>A6</b> Materiaali- ja työmäärien laskeminen	<b>A7</b> Julkisivu-urakan sisällön määrittäminen	<b>A8</b> Tarvittavien työryhmien koon ja määrän selvitys
<b>A9</b> Muuraustyön liittyminen työmaan muihin tehtäviin	<b>A10</b> Nosto-, siirto- ja telinekaluston valinta	<b>A11</b> Laastinvalmistusmenetelmän valinta	<b>A12</b> Aikataulun laadinta
<b>A13</b> Jätehuolto	<b>A14</b> Työturvallisuuden varmistaminen	<b>A15</b> Työmaasuunnitelman laadinta	<b>A16</b> Pääkaluston varaaminen
<b>A17</b> Materiaalitoimitusten alustava varaus ja tilaus	<b>A18</b> Tarjouspyynnöt muurausurakassa		

### 4.2.1 Ajalliset ja taloudelliset suunnitelmat

**Ajallisen ja taloudellisen suunnittelun tulosteena syntyvät**

- **muuraustyön talviaikataulu**
- **muuraustyön aikataulu**
- **materiaalien ja tarvikkeiden hankinta-aikataulu ja alustava toimitusaikataulu**
- **muuraustyön kustannusten jakautuminen tavoitearvion puitteissa**
- **muuraustyöhön käytettävien materiaalien määräluettelo**
- **muuraustyössä tarvittavat menetelmäsuunnitelmat (käytettävä kalusto, telineet, suojaukset, laastinvalmistusmenetelmä, tarvittavat nosto- ja siirtolaitteet).**

## **Lähtötiedot ja aluejako**

Ajalliset lähtötiedot saadaan yleisaikataulusta ja taloudelliset resurssit tavoitearviosta. Joskus hankinta-aikataulu saattaa asettaa rajoituksia tehtäväsuunnittelulle (esim. materiaalien saatavuus), mikä täytyy huomioida suunnitelman laadinnassa. Tehtävän ajallista suunnittelua yksityiskohtaistetaan, ja tehdään aikataulu koko tehtävän ajaksi. Aikataulun tarkkuus tehtäväsuunnitelmassa on viikkoaikataulu. Massamäärältään suuri muuraustyö jaetaan osa-alueisiin sijainnin tai muuraustyypin mukaan, ja alueet voidaan merkitä työpiirustuksiin (esim. väliseinät kellarissa alueella a/1–b/1 tai julkisivumuuraus rakennuksen pohjoissivulla).

## **Suoritemäärät**

Viimeistään tässä vaiheessa täytyy selvittää muurattavat määrät, jotta voidaan laskea tai arvioida materiaalimenekit sekä resurssitarve tehtävän aikana. Mikäli kohdekohtaiset hankinnat tehdään ennen tehtäväsuunnittelua, tulee määrät laskea jo siinä vaiheessa. Tämä helpottaa olennaisesti työnsuunnittelua rakentamisvaiheessa ja työmaalla. Arkkitiedin työpiirustussarjaan on hyvä merkitä lasketut neliöt ja eritellä muuraustyypit (esim. puhtaaksi muuraus) eri värein. Näin dokumentoidut tiedot ovat monikäyttöisiä koko projektin ajan ja vältetään useiden ihmisten päällekkäistä työtä. Piirustuksiin havainnollisesti dokumentoidut määrä- ja muuraustyypitiedot ovat hyvänä pohjana mm. työmaan tehtäväsuunnittelulle, materiaalililauksille ja muutostöiden laskentaan sekä työnaikaisille ohjaustoimenpiteille.

## **Hankinnat**

Hankinta-aikataulussa sekä hankintasopimuksissa täytyy kiinnittää erityistä huomiota tarkoituksenmukaisiin toimitusaikatauluihin. Työmaan kannalta olisi hyvä, jos siellä varastoitaisiin noin 1–2 viikon aikana tarvittava materiaali kerrallaan. Työmaan koosta, toimittajasta ja yrityksen hankintatavasta riippuen saattaa kuitenkin käydä niin, että työmaalla varastoitavat materiaalmäärät ovat suurempia. Hankintoja tehtäessä täytyy verrata paljousalennuksista tai kuljetuskustannusten säästöistä saatua hyötyä työmaalla varastoinnin ja siirtelyn kustannuksiin sekä siirtelystä mahdollisesti aiheutuviin muihin haittoihin, kuten esim. aikatauluviiveisiin, hävikkiin jne.

## **Talviolosuhteet**

Talvella tapahtuvasta muuraustyöstä laaditaan talviaikataulu, jossa tarkastellaan muurausajankohdan säätä ennusteiden ja käytettävissä olevan tilastotiedon avulla. Talviaikatauluun täytyy merkitä ajanjaksot, jolloin arvioidaan tarvittavan työtilan, rakenteen ja materiaalien suojausta ja lämmitystä.

## Lisätietoja

Aikataulusuunnittelussa, menetelmävalinnoissa ja resurssisuunnittelussa tarvittavia lähtötietoja saa hankekohtaisten asiakirjojen lisäksi seuraavista Ratu-julkaisuista:

- Rakennustöiden menekit 2000. Ratu-kirja
- Rakennushankkeen ohjaus. Ratu-kirja
- Aikataulukirja 2001. Ratu-kirja
- Ratu 41-0080: Tiilimuuraus. Työlajit. Menetelmät.
- Ratu 41-0081: Tiilimuuraus. Työlajit. Menekit.
- Ratu 42-0082: Harkkomuuraus. Työlajit. Menetelmät.
- Ratu 42-0083: Harkkomuuraus. Työlajit. Menekit
- Ratu 07-3034: Talvityöt ja -kustannukset. Suunnitteluohje.

<b>YLLÄPITÄVÄT TYÖT</b>  Laastinvalmistus  Materiaalien siirrot  Telinetyöt  Suojaukset  Työturvallisuustoimet  Materiaalitarkastukset  Siivous	<b>ALOITTAVAT TYÖT</b>  Materiaalien tarkastukset ja vastaanotto  Työkohteen vastaanotto  Koneiden ja kaluston valmistelu  Mittaustyö
	<b>EDISTÄVÄT TYÖT</b>  Julkisivumuuraus  Väliseinämuuraus  Ohutsaumamuuraus  Lasitiilimuuraus
	<b>LOPETTAVAT TYÖT</b>  Siivous ja jätteiden lajittelu  Kaluston siirrot ja varastointi  Valmiin työn jälkisuojaukset  Työkohteen luovutus

*Kuva 4. Tiilimuurauksen työsisältö (Ratu 41-0080. 1997).*

## 4.2.2 Tehtävän laatuvaatimusten määrittely ja laadunvarmistuksen suunnittelu

**Tehtävän laatuvaatimusten määrittelyn ja laadunvarmistuksen suunnittelun tulosteena syntyvät:**

- **luettelo ko. muuraustyötä koskevista laatuvaatimuksista**
- **laadunvarmistusohje (menetelmät ja vastuuhenkilöt)**
- **ongelmakartoitus**
- **laadunvarmistuksen dokumentointisuunnitelma**
- **tiedonsiirtoketjun kuvaus.**

Tehtävän laatuvaatimusten määrittelyssä ja laadunvarmistuksen suunnittelussa lähtötietoina ovat työläjien yleiset laatuvaatimukset tai hankekohtaiset laatuvaatimukset. Kun vaatimukset on määritelty, suunnitellaan menettelytavat laadun varmistamiselle (kuva 5).

### **Yleiset laatuvaatimukset**

Yleisissä laatuvaatimuksissa (RunkoRYL2000) on määritelty seuraavat vaatimukset:

- materiaaleille ja tarvikkeille
- muurausalustalle
- muuraustyölle
- muurille
- tarkastuksille ja kokeille
- luovutukselle
- korjaustyölle
- ympäristövaikutuksille.

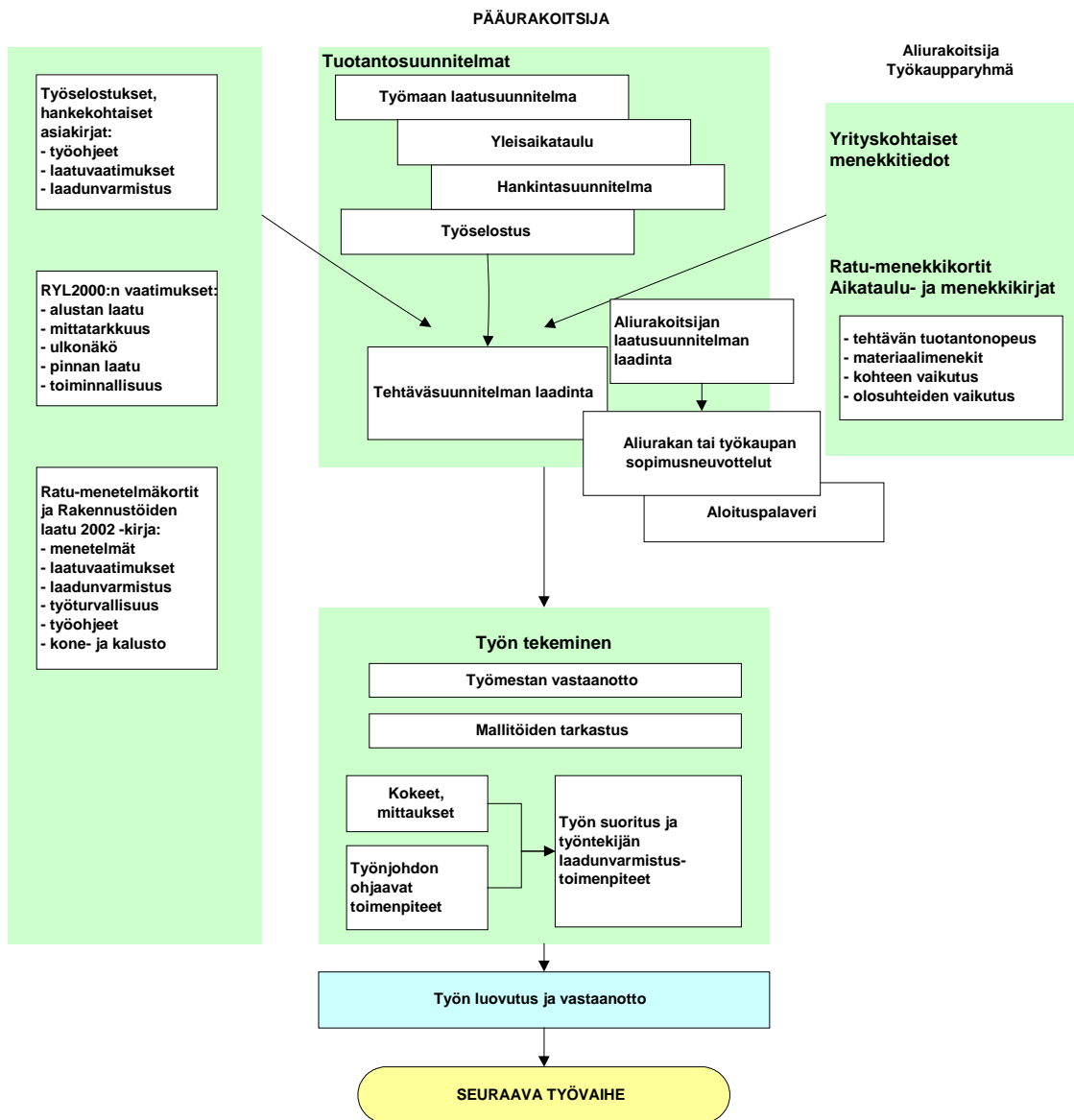
### **Hankekohtaiset laatuvaatimukset**

Hankekohtaiset laatuvaatimukset selvitetään työpiirustuksista ja työselostuksesta sekä mahdollisista muista muuraustyöhön liittyvistä asiakirjoista. Työmaalla tapahtuvan ohjauksen helpottamiseksi on hyvä koota kaikki muurauksen tehtäväsuunnitteluun liittyvä tieto samaan kansioon, jota täydennetään hankkeen edetessä.

Usein hankekohtaiset vaatimukset perustuvat arkkitehdin visuaalisten vaatimusten lisäksi erilaisiin viranomaisvaatimuksiin sekä annettuihin ohjeisiin ja suosituksiin, joita ovat Rakennustöiden yleisten laatuvaatimusten lisäksi

- RT RakMK-20729 B5 Kevytbetoniharkkorakenteet. 1987
- RT RakMK-20787 B8 Tiilirakenteet. 1989
- RakMK B9 Betoniharkkoraketeet. 1989
- RT 35-10549: Betoniharkot. Muuraustarvikkeet. 1994
- RT 35-10550: Karkaistut kevytbetoniharkot. Muuraustarvikkeet. 1994
- RT 35-10551: Kalkkihiekkaharkot. Muuraustarvikkeet. 1994

- RIL 85/1989 Tiilirakenteet. 1989
- RT 35-10500: Poltetut tiilet. Muuraus-tarvikkeet. 1993
- RT 35-10501: Kalkkihiekkatiilet. Muu-raustarvikkeet. 1993
- RT 35-10548: Kevytsoraharkot. Muu-raustarvikkeet. 1994
- RT 82-10510: Tiilirakenteet. 1993
- RT 82-10586: Pientalon kiviraken-teet. 1995
- RT 82-10588: Harkkorakenteiden suunnittelu. 1995
- RT 82-10608: Muuratut julkisivut. Korjausrakentaminen. 1996



Kuva 5. Tehtävän laadunvarmistus (Mäki et al. 2001).

## Laadunvarmistuksen suunnittelu

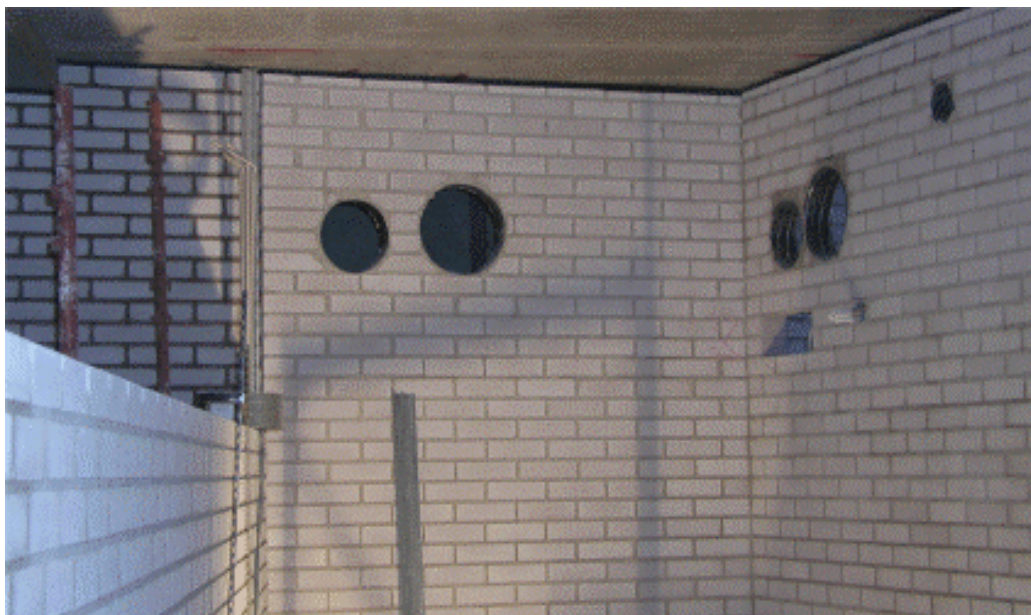
Laatuvaatimusten perusteella laaditaan ohjeet laadunvarmistukselle. Ohjeesta täytyy selvittää, miten ja kuka huolehtii varmistustoimenpiteistä. Laadunvarmistusohjeissa voi käyttää Rakennustöiden laatu 2002 -kirjan (Mäki *et al.* 2001) mukaista jaottelua:

- työtä edeltävä laadunvarmistus
- työn aikainen laadunvarmistus
- työn jälkeinen laadunvarmistus.

Osa työnaikaista laadunvarmistusta on ongelmiin varautuminen. Listataan mahdollisesti eteen tulevat ongelmat ja mietitään, kuinka voidaan välttää niiden syntyminen.

Kun tavoiteltu laatu on määritelty ja tavoitteen saavuttamisen varmentaminen suunniteltu, täytyy myös huolehtia laadunvarmistustoimenpiteiden dokumentoinnista sekä suunnitella tehtäväsuunnittelussa syntyvän tiedon periyttäminen muuraustyön eri osapuolille. Laadunvarmistuksen ja dokumentoinnin suunnittelun pohjana voi käyttää apuna liitteenä 1 olevaa tiilimuurauksen tarkistuslistaa.

Esimerkkinä laatua parantavasta suunnittelusta ja toteutuksesta kuvan 6 putkiläpivientivarausten teko ilmastointiputkesta leikattua "muottia" käyttäen. Varaus on hieman suurempi kuin sen läpi kulkeva tarkoitettu putki. Putken ja tiiliseinän väli tiivistetään palomassalla, koska kyseessä on kellarin paloseinä. Tällainen työtapo edustaa hyvää laatua ja edellyttää suunnitelmien paikkansapitävyyttä ja pysyvyyttä. Näin vältetään hankalilta jälkimuurauksilta.



*Kuva 6. Putkivarausten teko tiiliseinään.*

### 4.2.3 Tehtävän sisältö ja aloitusedellytykset

**Tehtävän sisällön määrittämisestä ja aloitusedellytyksien varmistamisesta syntyvät seuraavat suunnitelmat ja dokumentit:**

- yksilöidyt tehtäväsuunnitelmat nimettyine vastuuhenkilöineen
- tarvittaessa yksilöidyt kuvaukset ja vastuuhenkilöiden määritykset osatehtävistä (esim. olosuhteiden hallinta)
- aloituskokouksen pöytäkirja.

Tehtävän sisältö yksilöidään, ja kullekin työvaiheelle nimetään vastuuhenkilö pääura-koitsijan sekä aliurakoitsijan tai työkunnan keskuudesta. Vastuuhenkilön täytyy olla aina tavoitettavissa ja mielellään läsnä työmaalla koko työvaiheen ajan. Liitteessä 2 on esimerkki tehtävän sisällön määrittämisestä. Määriteltäviä tehtäväsisältöä voidaan käyttää työmaalla tapahtuvan ohjauksen apuvälineenä.

Tarvittaessa osatehtävistä voidaan myös tehdä yksilöity kuvaus tehtäväsisällön määrittämisestä. Lisäksi työmaalle on nimettävä henkilö, joka päivittäin vastaa telien, suojauksen ja lämmityksen toimivuudesta.

Aikataulussa pysymiseksi on varmistettava, että tehtävän aloitusedellytykset ovat kunnossa. Aloitusedellytysten varmistamisen toimenpiteitä ovat

- suunnitelmavalmiuden tarkastaminen
- suunnitelmien toteutettavuuden tarkastaminen
- tarvittavien suunnitelmamuutosten tekeminen ja niiden hyväksyminen
- teknisten yksityiskohtien tarkastelu ja tarvittaessa tarkentaminen
- materiaali- ja tarvikeluetteloiden laatiminen
- materiaalien ja tarvikkeiden toimitusaikataulun laatiminen
- tarvittavien telien, suojien sekä koneiden ja laitteiden valinta ja saatavuuden varmistus
- henkilöresurssien saatavuuden varmistaminen (esim. vapautuminen edellisistä töistä)
- tarvittavien työskentelyolosuhteiden luominen ja ylläpito
- sopiminen työn edellyttämistä ohjauspalaverista, katselmuksista jne.

Aloitusedellytysten varmistamiseksi em. asiat käsitellään aloituspalaverissa. Aloituspalavereita on yleensä yksi, mutta työn vaativuudesta riippuen niitä voi ja kannattaa pitää useampia esim. suunnitelmien tarkentamiseksi tai eri osapuolten toimivan yhteistoiminnan käynnistämiseksi. Aloituspalaverin ajankohta täytyy valita niin, että siinä sovitut toimenpiteet ehditään tarvittaessa hoitaa ennen työn aloitusta. Liitteessä 3 esitetään ne asiat, jotka vähintään täytyy käydä läpi aloituspalaverissa.



#### 4.2.4 Työnaikainen ohjaus

**Työnaikaisen ohjauksen suunnittelusta ja valvonnasta syntyvät seuraavat suunnitelmat ja dokumentit:**

- **muuraustyön aikataulut kolmen viikon ajanjaksoille**
- **materiaalien toimitusaikataulut kolmen viikon ajanjaksoille**
- **mahdolliset häiriö- ja poikkeamaraportit sekä ohjaustoimenpiteiden mukaisesti päivitettyt aikataulut**
- **mallityön tarkastus- ja hyväksymispöytäkirja**
- **ohjauspalaverien pöytäkirjat**
- **urakoitsijakokousten pöytäkirjat**
- **palautepalaverin pöytäkirja.**

Työnaikaisella ohjauksella varmistetaan sovittujen tavoitteiden toteutuminen. Tavoitteiden toteutumisen tiellä olevat häiriöt pyritään ennakoimaan ja ehkäisemään tai häiriön sattuessa tekemään korjaavat toimenpiteet, joilla päästään asetettuihin tavoitteisiin.

Yleisesti ohjaus tapahtuu työnjohdon toimesta valvontana sekä ohjauspalaverien muodossa. Myös laatupiiri, jossa työnjohto ja työntekijät yhdessä suunnittelevat ja seuraavat työn sisällön, suorituksen, työmenetelmät ja laatutavoitteet, voi toimia ohjausvälineenä.

Tehtävien aikataulupoikkeamat ilmenevät siten, että

- tehtävien aloitukset viivästyvät tai tehtävät aloitetaan liian aikaisin
- tehtävien tuotantonopeudet poikkeavat suunnitellusta työsaavutuserojen tai työryhmämuutosten vuoksi
- tuotanto keskeytyy
- työt aloitetaan yhtä aikaa useassa työkohteessa tai osakohteet eivät valmistu
- tehtävän työsisältöä on muutettu tai määrät ovat virheelliset (Kankainen & Sandvik 1999).

Tyypillisiä syitä aikataulupoikkeamille ovat

- materiaalitoimitusten häiriöt
- työkohteiden tai kaluston puuttuminen
- aliurakoitsijoiden tuotanto- ja resurssiongelmat
- työnsuunnitteluvirheet
- huonot ja virheelliset työmenetelmät sekä huono työmaan järjestys
- työvoiman poissaolot (Kankainen & Sandvik 1999).

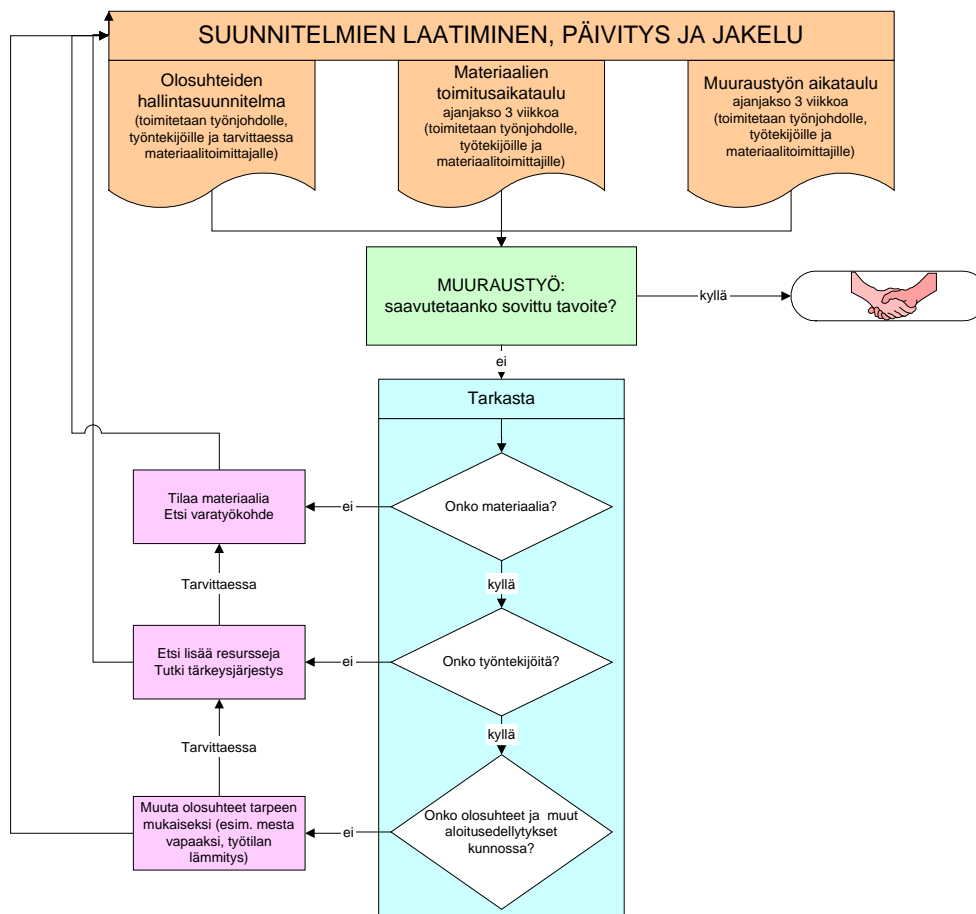
Ohjaustoimenpiteitä poikkeamille ovat seuraavat:

- Työkunnan koko säädetään suunnitelman mukaiseksi.

- Tehtävän mitoitusta korjataan.
- Tehtävän sisältöä muutetaan.
- Liian nopea tehtävä toteutetaan epäjatkuvana.
- Käytetään palkkaus- ja sopimusteknisiä keinoja.
- Käynnistetään toimitusten tarkennettu valvonta.
- Hankitaan tai muutetaan työssä tarvittavia välineitä.
- Tehostetaan työnjärjestystä.
- Muutetaan työmenetelmää.

(Kankainen & Sandvik 1999).

Häiriöt aiheuttavat lähes aina suunnittelemattomia kustannuksia, joten painopiste täytyy tehtäväkohtaisesti asettaa häiriöiden ennakointiin ja ehkäisyyn. Tätä varten laaditaan yleis- ja tehtäväkohtaisen aikataulun puitteissa kolmiviikkoisaikataulu sekä työn etenemisestä että materiaalityöntehtävistä. Työnjohto varmistaa, että aikataulu on kaikkien asianosaisten tiedossa ja sitoutuu tiedottamaan tapahtuvista muutoksista välittömästi kaikille tehtävän osapuolille. Työnjohto valvoo päivittäisten tavoitteiden toteutumista ja käy viikoittain läpi esim. urakoitsijakokouksessa tehtävän tilanteen ja suorittaa tarvittavat ohjaustoimenpiteet. Kuvassa 7 on esimerkki muuraustyön valvonta- ja ohjausprosessista.



Kuva 7. Esimerkki muuraustyön valvonta- ja ohjausprosessista.

### 4.3 Talvirappauksen tehtäväsuunnittelu

Talvella tapahtuvan rappaustyön tehtäväsuunnittelu kulkee suurelta osin samaan tapaan kuin muuraustyön tehtäväsuunnittelu, joten lue myös kohta 4.2. Talvimuurauksen tehtäväsuunnittelu.

#### 4.3.1 Ajalliset ja taloudelliset suunnitelmat

**Ajallisen ja taloudellisen suunnittelun tulosteena syntyvät**

- **rappaustyön aikataulu**
- **rappaustyön talviaikataulu (työalueet)**
- **olosuhteiden hallintasuunnitelma ja seurannan järjestäminen**
- **rappaustyön kustannusten jakautuminen tavoitearvion puitteissa**
- **rappaustyön materiaalien määräluettelo**
- **rappaustyön menetelmäsuunnitelmat (käytettävä kalusto, telineet, suojaukset, laastipalvelun järjestäminen, tarvittavat nosto- ja siirtolaitteet).**

Ajallisten- ja taloudellisten suunnitelmien lähtötiedot, ks. kohta 4.2.1.

Määrälaskenta, hankinta-aikataulu ja hankintasopimukset samaan tapaan kuin muuraustöissä.

Hyvän perustiedon rappaustöiden teettämiseen saa betoniyhdistyksen julkaisusta Rappauskirja (von Konow 1999). Aikataulusuunnittelussa, menetelmävalinnoissa ja resurssisuunnittelussa lähtötietoja saa hankekohtaisten asiakirjojen lisäksi seuraavista Ratu-julkaisuista:

- Rakennustöiden menekit 2000. Ratu-kirja
- Rakennushankkeen ohjaus. Ratu-kirja
- Aikataulukirja 2001. Ratu-kirja
- Ratu 71-0093: Rappaus. Työlajit. Menetelmät. 1997
- Ratu 71-0094: Rappaus. Työlajit Menekit. 1997
- Ratu F31-0187: Ulkoseinän eristerappaus. Rakennusosat. Menetelmät. 1999
- Ratu F31-0188: Ulkoseinän rappauksen purku ja uusiminen. Rakennusosat. Menetelmät. 1999
- Ratu F31-0189: Ulkoseinän paikka-rappaus. Rakennusosat. Menetelmät. 1999
- Ratu F31-0191: Ulkoseinän rappauksen purku ja uusiminen, kunnostaminen ja ulkoseinän eristerappaus. Rakennusosat. Menekit. 2000.

Ratu-tiedostossa kuvataan työn sisältö, joka voi olla lähtötietona ja muistilistana tehtäväsuunnittelulle. Lisäksi kuvataan työmenetelmät sekä kerrotaan tehtäväsuunnittelun ja menetelmävalintojen lähtötiedoiksi sopivia menekkitietoja. Kuvassa 8 esitetään rappauksen työsisältö Ratu-tiedoston mukaan jaoteltuna.

Talvella tapahtuvasta rappaustyöstä tehdään talviaikataulu, jossa määritetään suojaus- sekä lämmitystarve. Koska suurissa kohteissa koko työalueen lämmittäminen samanaikaisesti ei ole taloudellista, täytyy työalue jakaa järkeviin osiin, joissa lämmitys tapahtuu työn eteneminen huomioonottaen. Koska materiaalien lämpötilavaatimus on + 5 °C, täytyy suojaus ja jatkuva työkohteen lämmitys huomioida aina lokakuun ja huhtikuun välisenä aikana. Talviaikaan tehtävässä rappaustyössä on menetelmäsuunnittelua painotettava olosuhteiden hallintaan ja seurantaan. Rajakuukausien olosuohdehallinnan mii-  
toituksessa kannattaa hyödyntää Ilmatieteenlaitoksen tarjoamia tilastotietoja sääolosuh-  
teista.

<b>YLLÄPITÄVÄT TYÖT</b>  Materiaalin työnaikaiset siirrot  Työturvallisuustoimet  Työnaikainen siivous  Laastipalvelu	<b>ALOITTAVAT TYÖT</b>  Materiaalien tarkastukset  Työkohteen vastaanotto  Materiaalien siirrot  Suojaukset
	<b>EDISTÄVÄT</b>  <b>Kolmikerroja kaksikerrosrappa</b>  <b>Ohutrappa</b>  <b>Sisärappa</b>  <b>Kipsirappa</b>
	<b>LOPETTAVAT TYÖT</b>  Rappauspinnan jälkihoito  Rappaustarvikkeiden puhdistus ja varastointi  Suojausten purku ja siivous

Kuva 8. Rappauksen työsisältö (Ratu 71-0093. 1997).

### 4.3.2 Tehtävän laatuvaatimukset

**Tehtävän laatuvaatimusten määrittelyn ja laadunvarmistuksen suunnittelun tulosteena syntyvät**

- **luettelo ko. rappaustyötä koskevista laatuvaatimuksista**
- **laadunvarmistusohje (menetelmät ja vastuhenkilöt)**
- **ongelmakartoitus**
- **laadunvarmistuksen dokumentointisuunnitelma**
- **tiedonsiirtoketjun kuvaus.**

Tehtävän laatuvaatimusten ja laadunvarmistuksen suunnittelussa lähtötietoina ovat työ-  
lajien yleiset laatuvaatimukset tai hankekohtaiset laatuvaatimukset.

#### **Yleiset laatuvaatimukset**

Yleisissä laatuvaatimuksissa (RunkoRYL2000) on määritelty vaatimukset

- rappaustarvikkeille
- rappausverkoille ja raudoituksille
- rappausalustalle
- rappaamiselle
- valmiille rappaukselle
- tarkastuksille rappaustyön yhteydessä
- korjaustöille
- ympäristövaikutuksille (korjauksissa mm. asbestipurkutyö).

#### **Hankekohtaiset laatuvaatimukset**

Hankekohtaiset vaatimukset selvitetään työpiirustuksista ja työselostuksesta sekä mahdollisista muista rappaustyöhön liittyvistä asiakirjoista. Työmaalla tapahtuvan ohjauksen helpottamiseksi on hyvä koota kaikki rappauksen tehtäväsuunnitteluun liittyvä tieto samaan kansioon, jota täydennetään hankkeen edetessä.

Hankekohtaisten, usein ulkonäöllisten, vaatimusten lisäksi on hyvä tutustua seuraaviin RT-kortteihin:

- RT 33-10386: Rappaus, laastit ja niiden valinta. 1990
- RT 82-10612: Rapatut julkisivut. Korjausrakentaminen. 1996.

## Laadunvarmistuksen suunnittelu

Asetettujen laatuvaatimusten perusteella laaditaan ohjeet laadunvarmistukselle. Ohjeesta täytyy selvittää, kuka huolehtii varmistustoimenpiteistä. Osana työnaikaista laadunvarmistusta listataan mahdollisesti eteen tulevat ongelmat ja mietitään, kuinka voidaan välttää niiden syntyminen.

Kun tavoiteltu laatu on määritelty ja tavoitteen saavuttamisen varmentaminen suunniteltu, täytyy myös huolehtia laadunvarmistustoimenpiteiden dokumentointi sekä suunnitella tehtäväsuunnittelussa syntyvän tiedon periäminen eri osapuolille. Laadunvarmistuksen ja dokumentoinnin suunnittelun pohjana voi käyttää apuna liitteen 4 mukaista rappaustyön tarkastuslistaa.

### 4.3.3 Tehtävän sisältö ja aloitusedellytykset

**Tehtävän sisällön määrittämisestä ja aloitusedellytyksien varmistamisesta syntyvät seuraavat suunnitelmat ja dokumentit:**

- yksilöidyt tehtäväsuunnitelmat nimettyine vastuuhenkilöineen
- yksilöidyt kuvaukset ja vastuuhenkilöiden määritykset osatehtävistä (esim. olosuhteiden hallinta)
- aloituskokouksen pöytäkirja.

Tehtävän sisältö yksilöidään, ja kullekin työvaiheelle nimetään vastuuhenkilö pääuraakoitsijan sekä aliurakoitsijan tai työkunnan keskuudesta. Vastuuhenkilön täytyy olla aina tavoitettavissa ja mielellään läsnä työmaalla koko työvaiheen ajan. Määriteltyä tehtäväsisältöä voidaan käyttää työmaalla tapahtuvan ohjauksen apuvälineenä.

Osatehtävistä voidaan myös tehdä yksilöity kuvaus tehtäväsisällön määrittämisestä. Olosuhteiden hallinta talvella täytyy suunnitella yksilöidysti ja nimetä todelliset, työssä mukana olevat vastuuhenkilöt huolehtimaan olosuhteiden luomisesta ja niiden päivittäisestä seurannasta ja hallinnasta.

Aloitusedellytyksistä täytyy huolehtia kuten muuraustyössä ja sovitut asiat käsitellä aloituspäivästä. Liitteessä 5 on esitetty asiat, jotka vähintään täytyy käydä läpi aloituspäivästä.

#### 4.3.4 Työnaikainen ohjaus

**Työnaikaisen ohjauksen suunnittelusta ja valvonnasta syntyvät seuraavat suunnitelmat ja dokumentit:**

- **rappaustyön aikataulut kolmen viikon ajanjaksoille**
- **materiaalien toimitusaikataulut kolmen viikon ajanjaksoille**
- **mahdolliset häiriö- ja poikkeamaraportit sekä ohjaustoimenpiteiden mukaisesti päivitetty aikataulut**
- **mallityön tarkastus- ja hyväksymispöytäkirja**
- **olosuhteiden seurantaraportit**
- **ohjauspalaverien pöytäkirjat**
- **urakoitsijakokousten pöytäkirjat**
- **palautepalaverin pöytäkirja.**

Työnaikaisen ohjauksen menetelmät ovat samoja kuin muuraustyössä (ks. kohta 4.2.4). Talviaikaan tapahtuvassa rappaustyössä täytyy olosuhteiden hallinnan suunnittelulle ja varmentamiselle asettaa erityinen painoarvo, koska materiaalien asettamat minimilämpötilavaatimukset ovat työn onnistumisen ja lopputuloksen laadun kannalta ehdottomat.

## 5. Sääsuojaus ja olosuhteiden hallinta

### 5.1 Teline- sekä nosto- ja siirtolaitelaitevalinnat

Julkisivun muuraustöissä talvella telinevaihtoehtoina ovat kiinteät telineet, telinetornit, jotka voidaan tarvittaessa siirtää nosturilla, ja mastolava. Valintaan vaikuttavat kustannusten ja saatavuuden lisäksi suojattavuus. Pitkäkestoinen muuraustyö talvella edellyttää usein kiinteitä telineitä tai yhdistelmää, jossa käytetään sekä mastolavaa että telineitä. Sisätilojen muuraustyössä sääsuojaus on tilakohtainen. Telineenä voi käyttää esim. pukkitelinettä, jonka leveys ja kantavuus ovat riittäviä muuraustyöhön. Saksassa on käytössä muuraustyöhön suunniteltuja työlavoja, joissa on vapaa työkorkeuden säätö. Tällainen siirrettävä työlava vähentäisi telineiden rakennus- ja purkutöitä sisätiloissa sekä mahdollisesti nopeuttaisi muuraustyötä. Rappaus työ talvella edellyttää aina kiinteitä, suojattuja telineitä. Telineiden valinnassa käytetään apuna menetelmäsuunnittelua, joka on osa rakentamisen aikaista tehtäväsuunnittelua. Tehtävän menetelmäsuunnittelu on esitetty kohdassa 4.1.3.

Telineiden ja työlavojen suunnittelussa ja valinnassa täytyy miettiä monia seikkoja. Kerrostalon julkisivumuurausten työsuunnitteluoppaassa (Koski 2000) työtasovalinnassa tarkastellaan materiaalien ja kaluston kustannuksia ja saatavuutta. Valintaan vaikuttavat ainakin seuraavat seikat:

- rakennuksen korkeus
- mestojen vapaa pituus (esim. parvekelinjojen etäisyys toisistaan)
- urakkasisältö ja julkisivun työkokonaisuus (tekekö julkisivutöitä usea urakoitsija)
- vuodenaika (sääsuojaus ja lämmitys on helpommin järjestettävissä telineelle)
- maapohjan tasaisuus
- kaluston saatavuus
- kalustokustannukset (vuokrahinnat voivat vaihdella markkinatilanteesta johtuen).

Edellä mainittujen seikkojen lisäksi tulee huomioida työturvallisuus talviolosuhteissa, työskentelyolosuhteiden vaikutus työn tuottavuuteen sekä sääolosuhteiden mahdollisesti aiheuttamien aikatauluviiveiden kustannukset.

Suurissa ja monimutkaisissa työkohteissa on hyvä käyttää ammattisuunnittelijan apua teline ja työtasoratkaisujen valinnassa. Kokonaisedullinen valinta edellyttää huolellista työsuunnittelua ja riittävää esivalmistelua.

Telineitä ja työtasoratkaisua valittaessa täytyy suunnitella työn eteneminen tasoilla ja materiaalin nosto sekä siirto tasoille ja tasoilla. Nostoja varten täytyy suunnitella optimaalinen tavaran vastaanottoaika jokaiselle telinetasolle. Vaakasiirtojen välimatkat varastosta nostolaitteelle ja telineillä täytyy ottaa huomioon vastaanottoaika sijaintia



suunniteltaessa. Mikäli esim. tiiliä varastoidaan telineillä, täytyy siitä aiheutuvat kuorimitukset huomioida telineiden suunnittelussa ja valinnassa.

Työturvallisuus ja työn suunnitelmallisuus edellyttävät sekä teline- että nostosuunnitelmia. Yleistietona on hyvä tutustua voimassa oleviin viranomais määräyksiin sekä normeihin:

- RT SMT-21092: Sosiaali- ja terveysministeriön päätös työtelineiden ja putoamisen estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä. 1998
- RT-TM-21157: Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta. 2000
- Työtelineet ja suojarakenteet. RIL 142-1999.

### Telinesuunnitelmat

#### *Yleistä*

Työtelineet on suunniteltava siten, että ne ovat käyttötarkoitukseensa sopivia ja täyttävät niitä koskevat rakenteelliset vaatimukset.

#### *Milloin*

Eri telinetyypit ja yksittäiset telineet suunnitellaan ennen niiden rakentamista tai pystytystä. Mikäli mahdollista, telinetyypin valinta suoritetaan putoamissuojaussuunnitelmaa tehtäessä työmaan alkuvaiheessa.

#### *Kuka*

Päätoteuttaja huolehtii töiden ja työvaiheiden ajoituksesta ja yhteensovittamisesta siten, että työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet ovat käyttötarkoitukseen soveltuvia ja turvallisia, sekä käyttöohjeiden käytettävissä olemisesta sekä rakenne- ja käyttösuunnitelmien laatimisesta.

Päätoteuttaja huolehtii töiden ja työvaiheiden ajoituksesta ja yhteensovittamisesta siten, että rakennesuunnitelman ja käyttösuunnitelman laatii telinerakenteen ominaisuudet ja suunnittelutehtävän vaatimus huomioonottaen riittävän pätevä henkilö. Rakennesuunnitelman laatijalla on oltava vähintään teknikkotason koulutus ja perehtyneisyys telinerakenteisiin, jos työtelineen korkeus on yli kymmenen metriä tai työtelineen seisontavakavuus perustuu ankkurointiin tai työtelineen rakenteen suunnittelu on työtelineen peittämisen takia tai muusta syystä vaikea.

Jokaisen työnantajan ja itsenäisen työsuorittajan on osaltaan huolehdittava, että hänen työmaalle toimittamansa telineet ovat työmaalla edellytettävien turvallisuusvaatimusten mukaisia ja käyttötarkoitukseensa sopivia ja että työssä käytetään tarpeellisia putoamisen estäviä suojarakenteita.

#### *Miten*

Paikalla rakennettavasta telineestä on aina laadittava rakennesuunnitelma.

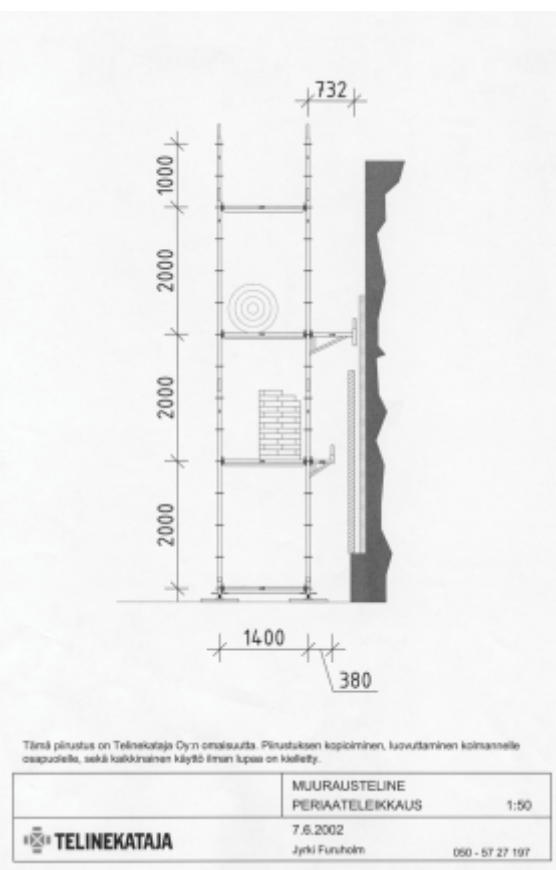
Elementtitelineistä on oltava käyttöohjeet, joita on noudatettava. Mikäli elementtitelineen käyttöohjeet puuttuvat, ne ovat puutteelliset taikka niistä poiketaan, on tehtävä rakennesuunnitelma.

Jos työtelineellä suuren korkeutensa tai kokonsa, vaaraa aiheuttavan sijaintinsa, erityisen käyttötarkoituksensa tai muun vastaavan tekijän vuoksi on olennainen vaikutus työmaa-alueen käyttöön, on työtelineestä laadittava käyttösuunnitelma.

Käyttöohjeen, rakennesuunnitelman ja käyttösuunnitelman on oltava näitä suunnitelmia toteuttavien käytössä työmaalla.

(Markkanen 2000.)

Kuvissa 9–12 esitetään muuraustöihin soveltuvia telineitä ja työtasoja.



Kuva 9. Julkisivun muuraustyöhön käytettävä teline sekä kuvan mukaisen telineen periaatepiirros. Piirtänyt: Jyrki Furuholm, Telinekataja Oy.



*Kuva 10. Rakennusmuovilla suojattu mastolava. Huomaa, että vanhoissa malleissa taso ei laskeudu alas saakka, jolloin materiaalin siirtoihin työtelineelle on aina käytettävä muita nostolaitteita.*



*Kuva 11. Portaattomasti säädettävä työlava saksalaisella työmaalla (Schlötzer 2002).*

Nosto- ja siirtokaluston valinta tehdään menetelmäsuunnittelua apuna käyttäen. Työmaan nosto- ja siirtosuunnitelman laatimiseen on annettu yleisiä ohjeita Ratu-korteissa:

- Kone-Ratu 04-3009: Nosto- ja siirtokalusto. Suunnitteluohje. 1990
- Kone-Ratu 04-3014: Nosto- ja siirtokalusto. Suunnitteluesimerkki. 1991.

Työturvallisuuden huomioimiseksi edellytetään aina nostosuunnitelman laadintaa. Nostosuunnitelmat jaetaan henkilönostosuunnitelmaan ja nostotyösuunnitelmaan:

### Henkilönostotyösuunnitelma

#### *Yleistä*

Pääperiaatteena on, että henkilöiden nostaminen on sallittua vain tähän tarkoitukseen valmistetulla nostolaitteella. Ensisijaisesti on henkilönostotyössä pyrittävä käyttämään henkilönostotyöhän tarkoitettuja ja tarvittaessa hyväksytyjä nostolaitteita. Tavaroiden nostamiseen suunniteltua ja valmistettua nostolaitetta (torni-, kuormaus- ja ajoneuvonosturi sekä haarukkatrukki) voidaan kuitenkin käyttää henkilönostoihin, jos henkilönostolaitteen tai muun menetelmän käyttö ei ole tarkoituksenmukaista tai turvallista.

#### *Milloin*

Ennen henkilönostotyön aloittamista torninosturilla, kuormausnosturilla, ajoneuvonosturilla tai haarukkatrukilla.

#### *Kuka*

Henkilönostotyötä suorittamaan aikova työnantaja. Henkilönostotyössä työtä johtava nostotyön valvoja, jolla on riittävä pätevyys ko. työhön.

Milloin nostotyöhön osallistuu kaksi tai useampia työnantajia, heidän tulee sopia heitä yhteisesti edustavasta nostotyön valvojasta.

#### *Miten*

Laadintaan kirjallinen henkilönostotyösuunnitelma, jossa selvitetään käytettävä nostolaite, henkilönostokori, nosturin nostoköyden varmistus, hydrauliiikan varmistus, hätäpysäytin, henkilönostoihin osallistuvat henkilöt, nostotyön yleiset edellytykset henkilönostoissa, nostolaitteelle suoritettavat tarkastukset ja turvallisuuden seuranta. Suunnitelmat käydään läpi henkilönostotyöhän osallistuvien henkilöiden kanssa ja korostetaan suunnitelmien ehdotonta noudattamista.

Työvälineeseen, jota ei ole tarkoitettu henkilöiden nostamiseen, on tehtävä asianmukainen ja selvä merkintä henkilönostokiellosta, jos on vaara, että sitä saatetaan käyttää erehdyksessä tähän tarkoitukseen.

## Nostotyösuunnitelma

### *Milloin*

Aina ennen nostotyötä, jos samanaikaisesti käytetään kahta tai useampaa nosturia taakan nostamiseen.

Tarvittaessa muidenkin vaikeiden nostotöiden osalta. Tällaisia ovat esim. erityisen painavien tai suurikokoisten taakkojen nostot hankalissa olosuhteissa taikka muut erityistä suunnittelua vaativat nostot.

### *Kuka*

Pääurakoitsijan johdolla ko. töiden urakoitsijoiden ja tarvittaessa rakennesuunnittelijan kesken.

Nosturin ja nostotyön tilaaja sekä nosturin toimittaja yhdessä.

### *Miten*

Laaditaan kirjallinen nostotyösuunnitelma, jossa selvitetään nostotyön olosuhteet, nostettavan taakan nostokohdat ja käsiteltävyys, nostomenetelmät tarvittaessa suunnittelijan kanssa, nostotyövaiheet, tarvittavat maapohjan tai eri rakenteiden vahvistukset, turvallisuustoimenpiteet, henkilöstön opastuksen ja ohjeiden tarve ja nostotyön vastuuhenkilöt.

Nostotyö on suunniteltava siten, ettei taakan alla tai vaara-alueella jouduta tarpeettomasti liikku-  
maan noston aikana.

(Markkanen 2000.)

Alla luetellaan joitakin tavallisimpia materiaalin siirtomenetelmiä muuraus- ja rappaus-  
töihin. Haastattelututkimuksessa toivottu valmiin laastin siirto pumpulla letkua pitkin  
suoraan muurarin paljuun ei ole vielä onnistunut toivotulla tavalla materiaalivalmistajan  
kokeiluissa. Mikäli tiiliä siirretään nosturilla, tulee ennen nostoa varmistua, ettei siirto-  
reitillä työskentele kukaan. Varsinkin kalkkihiekkatiilien pakkaustapa suoriin riveihin  
on aiheuttanut työturvallisuusriskejä työmailla, kun tiilet ovat irronneet pakkauksistaan  
nostotyön aikana.

Tiilien nostoon ja siirtoon:

- tavarahissi ja tielikärryt
- rakennushissi ja tielikärryt
- torni- tai ajoneuvonosturi ja tielikärryt
- kurottaja suoraan työkohteeseen
- kurottaja ja tielikärry
- tiilihäkki.

Laastin nostoon ja siirtoon:

- tavarahissi ja kottikärryt tai pyörillä kulkeva laastipalju
- rakennushissi ja kottikärryt tai pyörillä kulkeva laastipalju
- kuivalaasti siirretään paineella kerrokseen, jossa ovat sekoittaja ja vesi; vaakasiirrot kottikärryillä tai pyörillä kulkevalla laastipaljulla
- rappauslaastin siirtoon ja työstöön tarkoitetut laastipumput.

Mikäli työmaalla käytetään mastolavaa, täytyy sen lisäksi olla muita laitteita materiaalien nostoihin työn kestäessä. Mastolavan liikkuminen on hidasta ja materiaalien noutamisen sillä tulee tapahtua ainoastaan luonnollisten taukojen (esim. ruokatunnin) yhteydessä.



*Kuva 12. Telinejärjestelmään liitetty tavarahissi tiilien ja muurauslaastin nostoihin.*

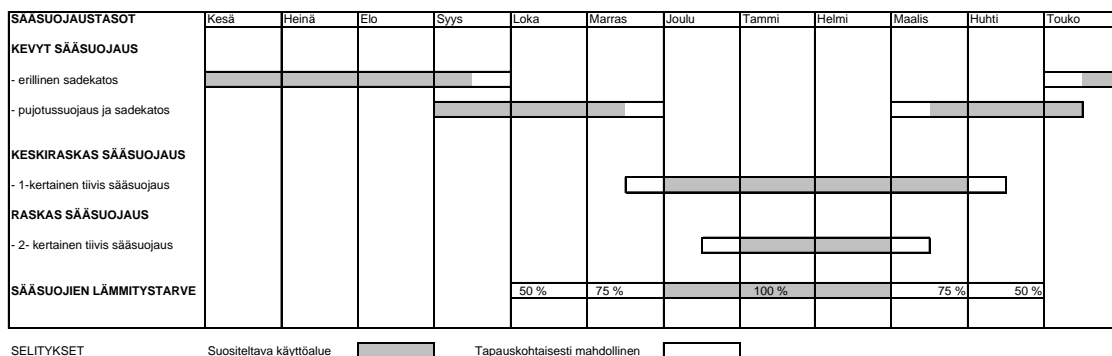
### 5.1.1 Työskentelytilan sääsuojaus

#### HYVÄN SÄÄSUOJAN TUNNUSMERKKEJÄ OVAT:

- **TIIVIS, MUTTA TALOUDELLISESTI TUULETETTU**
- **NOPEA PYSTYTTÄÄ, SIIRTÄÄ JA PURKAA**
- **MAHDOLLISTAA MATERIAALISIIRROT HELPOSTI**
- **LÄPÄISEE AURINGONVALOA**

Talviaikaan suoritettavassa rappaustyössä koko työskentelyalue on suojattava tiiviisti ja huolellisesti, koska se myös lämmitetään. Muuraustyössä suojaustaso voi vaihdella työn laajuuden, säätilan, työkohteen ja ajankohdan mukaan. Olennaista suojaustyössä on tahto luoda suotuisat työskentelyolosuhteet koko työvaiheen ajaksi.

Julkisivukorjausten talvitoteutuksen kehittäminen -tutkimuksessa (Aalto & Maijala 2000) on määritelty sääsuojaustasot kuukausittain kuvan 13 mukaisesti.



Kuva 13. Suositeltavat sääsuojaustasot kuukausittain (Aalto & Maijala 2000).

Perustietoa suojaustavoista saa tutustumalla Ratu-korttiin Kone-Ratu 07-3022: Sääsuojaus. Suojaustapaa suunniteltaessa on suositeltavaa keskustella oman kalustovarikon ja/tai materiaalityöntekijän asiantuntijan kanssa. Yleensä on järkevää tiedustella suojausvaihtoehtoja useammasta eri paikasta juuri kyseiseen kohteeseen soveltuvan ratkaisun löytämiseksi. Myös eri vaihtoehtojen yhdistelmäratkaisuja täytyy tutkia soveltuvuuden ja kustannusten muodostumisen kannalta.

Suojausmateriaaleina käytetään vahvistettuja kevytpeitteitä, rakennuspeitteitä sekä alumiiniprofiilisia suojakasetteja. Lisäksi voidaan käyttää työmaalla puutavarasta ko. koh-

teeseen valmistettuja sääsuojia. Kohteen laajuus täytyy huomioida sääsuojausta suunniteltaessa ja miettiä, kannattaako suojat ostaa, vuokrata vai valmistaa itse. Itse tehdyt suojaukset tulevat kyseeseen lähinnä sisätilojen suojauksessa ja mahdollisesti muurauksessa käytettävän mastolavan suojauksessa. Kuvissa 14–19 esitetään erilaisia mahdollisuuksia työtilan sääsuojaukseen.



*Kuva 14. Rakennuspeitteillä suojattu julkisivumuurausteline.*



*Kuva 15. Suojakaseteilla tehtyjä pienimuotoisia suojauksia. Vastaavat kasetit voisivat soveltua talvella sisätiloissa tapahtuvan muuraustyön sääsuojaukseen. (Kuva: Telinekataja Oy.)*





*Kuva 16. Vahvistetulla kevytpeitteellä suojattu muurattava julkisivu.*



*Kuva 17. Telineisiin yhdistettävään alumiinikiskoon kiinnitetty suojapeite. Peitteessä on reunapunokset, joiden avulla peite vedetään kiskossa oleviin uriin.*



*Kuva 18. Julkisivukorjauksen suojaus vahvistetuilla kevytpeitteillä. Huomioi nostoihin tarkoitettu torni. (Kuva: Telinekataja Oy.)*



*Kuva 19. Alumiiniprofilikaseteilla suojattu julkisivu. Saatavana myös valoa läpäiseviä kasetteja. (Kuva: Telinekataja Oy.)*

## 5.1.2 Työtilan lämmitys

Rappaustyötä tehtäessä on huolehdittava, että työskentelytilan ja alustan lämpötila on aina vähintään +5 °C. Tämä tarkoittaa työskentelytilan lämmittämistä aina talviolosuhteissa sekä myöhään syksyllä ja aikaisin keväällä.

Muuraustyössä työskentelytilan lämmitystarve vaihtelee materiaalin ja ulkolämpötilan mukaan. +5 °C...-5 °C:ssa voidaan työskennellä lämmittämättömässä tilassa, kun huolehditaan materiaalien lämmittämisestä. Ulkolämpötilan ollessa -5 °C...-15 °C suositellaan tai edellytetään työtilan lämmittämistä tiililaadusta riippuen. Alle -15 °C ulkolämpötila edellyttää aina työtilan lämmittämistä.

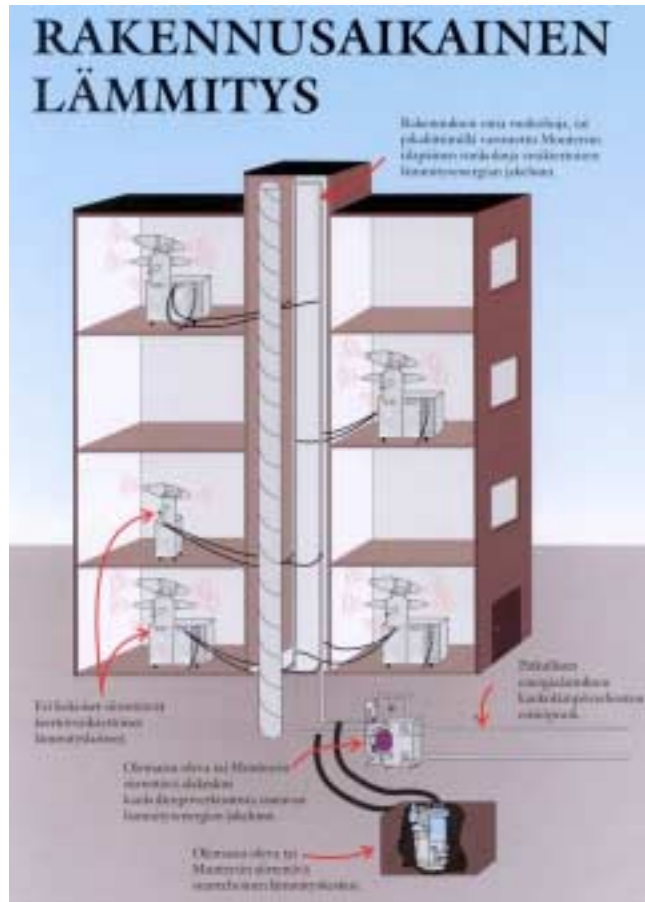
Lämmityksen energialähteinä voidaan käyttää:

- kaukolämpöä
- öljyä
- kaasua
- sähköä.

Energialähteen valintaan vaikuttavat saatavuus, hinta, toimintavarmuus ja lämmitettävän kohteen vaatimukset. Yleensä on hyvä suunnitella päälämmitysjärjestelmän rinnalle varajärjestelmä, jotta lämmöntuotto ei missään olosuhteissa katkea. Kaukolämpö on usein edullisin vaihtoehto työtilan lämmittämiseen, mutta ongelmana on sen saatavuus. Öljyä käytettäessä täytyy huolehtia palokaasujen poistosta työtilasta sekä palamisreaktioon tarvittavan hapen tuomisesta työtilaan. Kaasulämmityksen ongelmana on siinä syntyvä kosteus, joten täytyy huolehtia reippaasta tuuletuksesta sekä palamisreaktiossa tarvittavan korvausilman tuomisesta tilaan. Sähkölämmittäminen on vaivatonta, mutta ongelmaksi saattaa muodostua sähkönsyötön kapasiteetti suuritehoisille lämmittimille.

Työtilan lämmitystä suunniteltaessa on hyvä tutustua seuraaviin Ratu-kortteihin:

- Kone-Ratu 3003: Rakennuskuivaajat, Kiertoilmalämmittimet, Ilmankuivaajat. 1989
- Kone-Ratu 07-3032: Rakenteiden lämmitys ja kuivatus. 1996.



Kuva 20. Periaatekuva rakennusaikaisesta lämmitysjärjestelmästä kiertovesitoimisilla lämpöpuhaltimilla. (Lähde: Munters Oy:n tuote-esite)

Lisäksi täytyy hankkia tietoa saatavilla olevan lämmityskaluston kapasiteeteista ja ominaisuuksista joko omalta kalustovarikolta, kalustovuokraamosta tai lämmitys- ja kuivauspalvelua tarjoavilta yrityksiltä. Eri lämmityslaitteiden yleisistä ominaisuuksista saa tietoa mm. lähteestä Aalto & Majjala 2000.

Lämmitysjärjestelmää ja -laitteita valittaessa, tulee kiinnittää huomio seuraaviin seikkoihin:

- energian saatavuus ja kustannukset
- suojausten taso ja laajuus
- lämmityksen kohdentaminen (tila vai pistemäinen kohde)
- haluttu työskentelylämpötila
- laitteiden tehokkuus ja luotettavuus vaihtelevissa olosuhteissa
- lämmityslaitteiden edullisuus pääoma- ja huolto ym. kustannusten osalta
- soveltuvuus työmaalle ja aiemmat kokemukset
- käyttö- ja huoltojärjestelyt
- käyttö- ja paloturvallisuus sekä valvonnan tarve

- lämmityksestä aiheutuvan kosteuden hallinta (tuuletus)
- korvausilman tarve ja palokaasujen poisto työtilasta.

Työtilan lämmitykseen soveltuvia laitteita ovat:

- öljykäyttöinen kuumailmalämmitin
- öljykäyttöiset infrapunasäteilijät
- nestekaasukäyttöiset lämpöpuhaltimet
- nestekaasukäyttöiset infrapunasäteilijät
- sähkökäyttöiset lämpöpuhaltimet
- sähkökäyttöiset infrapunasäteilijät
- kiertovesitoimiset lämpöpuhaltimet
- lämpökontti.

Suojaustapaa, lämmitysjärjestelmää ja laitteita valittaessa lämmöntarpeen laskeminen on välttämätöntä ainakin karkealla tasolla. Työmaaolosuhteissa tarkka lämmöntarpeen laskenta on väliaikaisjärjestelyjen takia (suojaus, materiaalin kuljetus jne.) melko vaikea tehtävä, joten järjestelmä on hyvä suunnitella niin, että lämmitystehon säätely on mahdollista. Työskentelytilan lämpötilaa täytyy tarkkailla ja sitä varten suunnitellaan lämpötilan sekä tarvittaessa kosteuden seuranta. Mittauspisteitä täytyy olla useita ja niiden sijoittelu täytyy harkita tapauskohtaisesti. Kuvassa 21 on lämmöntarpeen laskentaesimerkki.

<b>Lämmöntarve kJ/m<sup>3</sup>/h</b>			
Tilan lämmöneristys	Lämpötilaero		
	25 °C	30 °C	35 °C
Kohtalainen lämmöneristys	84	100	134
Huono lämmöneristys	110	125	167

Esimerkki:  
Telineen korkeus on 20 m, leveys 30 m, syvyys 1,2 m.  
Telineen tilavuus 720 m<sup>3</sup>  
Halutaan työskennellä telineellä + 10 °C:n lämpötilassa, kun ulkolämpötila on -15 °C.  
Telinepeitteen eristystaso on huono, lämmöntarve on 110 kJ/m<sup>3</sup>/h  
Muuntokerroin: 1 J = 1 Ws eli 1 kWh = 3,6 MJ  
Lämmöntarve: 720 m<sup>3</sup> \* 110 kJ/m<sup>3</sup>/h = **79 200 kJ/h**  
Lämmitystehontarve: 79 200 kJ/h : 3600 kJ = **22 kW**

**Thermox 110** -rakennuslämmittimen lämpöteho 120 kW riittää kyseisen telineistön lämmittämiseen edellyttäen, että lämmönjako on hoidettu jakoputkilla ohjeen mukaan.

*Kuva 21. Esimerkkilaskelma suojatun julkisivutelineen lämmöntarpeesta (Lähde: Optiroc Oy:n talvityöohje rappaustyöhön venäläisillä työmailla).*

Kun alustalta edellytetään tiettyä minimilämpötilaa (esim. rappausalusta vähintään +5 °C), täytyy työtilan lämmittäminen aloittaa riittävän ajoissa ennen varsinaisen työn aloitusta. Samalla varmistetaan järjestelmän toimivuudesta. Muuraustyössä työskentelytilan lämmitystä voidaan hyödyntää materiaalin lämmittämisessä.

Erityisesti rappaustyössä korostuu lämmityksen tasaisen jakautumisen tarpeellisuus. Optirocin rappaustyön talvisuunnitteluohje neuvoo johtamaan ilman alimmassa kerroksessa koko telineen leveydeltä "jakotukkina" toimivalla peltiputkella.

## 5.2 Materiaalien sääsuojaus ja lämmitys

Työmaalle tulevan materiaalin sääsuojauksen ja lämmityksen ensimmäinen vaihe on varmistaa työmaalle tulevan materiaalin moitteettomuus. Materiaali ei saa olla kastunut, jäistä tai lumen peitossa. Em. seikat on huomioitava jo hankintasopimuksia tehtäessä.

### Tiilet

Varastointi täytyy suunnitella siten, että tiilet eivät joudu kosketuksiin maapohjan kanssa ja riittävä tuuletus alta päin on mahdollista. Tiilet tulee peittää huolellisesti rakennuspeitteellä. Hyvä vaihtoehto on järjestää tiilisuoja joko erilliseen sääsuojaan tai rakennuksen sisälle, mikäli työmaalogistiikan kannalta soveltuva tila on jo olemassa. Tiilien oma muovisuoja ei talviolosuhteissa yleensä ole riittävä, mikäli tiilet varastoidaan ulkona.

Mikäli lämpiminä toimitettuja tiiliä halutaan varastoida lämpimässä, täytyy työmaalle pystyttää niitä varten erillinen suoja. Tilassa olevan kosteuden poistamisesta täytyy huolehtia, ja lisäksi suojan lämpötilaa tulee valvoa.

Mikäli tiilet tulevat märkinä tai jäisinä työmaalle, ne täytyy purkaa pakkauksistaan ja sulattaa. Mikäli lämmitetään kokonaisia, purkamattomia tiililetkoja, aikaa ja lämmitysenergiaa tarvitaan kohtuuttoman paljon. Ennen työn aloitusta tiiliä voidaan tarvittaessa lämmittää työkohteessa esim. infrapunälämmittimillä. Mikäli työtila on kokonaan suojattu ja lämmitetty, kannattaa tilaa hyödyntää materiaalin lämmittämisessä siten, että viedään tiilet muurausmestoilte lämpiämään hyvissä ajoin ennen työn aloitusta.



*Kuva 22. Tiilien varastoinnissa käytetty umpinainen suoja.*



*Kuva 23. Tiilien ja muuratun rakenteen lämmitys työkohteessa infrapunalämmittimellä.*

### **Kuivatuotteet**

Valmiit kuivalaastit toimitetaan työmaalle pienpakkauksissa, 1000 kg säkeissä tai kierätettävissä siiloissa (2000 kg) ja suurempia määriä joko autokuljetuksena (säkit) tai

painesäiliöautokuljetuksena yömaasiiloihin. Pienpakkaukset toimitetaan kuormalavoilla, joita voidaan siirrellä esim. trukilla tai kurottajalla. Mikäli kuormalavoja säilytetään ulkona, täytyy ne peittää suojapeitteellä.



*Kuva 24. Kierrätettävä kuiva-ainesilo 2000 kg.*



*Kuva 25. Täytettävä työmaasiilo, jossa on komposiittimuovista valmistettu ruuvipumppu laastin sekoitukseen. Siilon kapasiteetti on 14 tonnia.*



Suursäkipakkaus muodostaa riittävän suojan siirtojen ja lyhytaikaisen työmaa-varastoinnin ajaksi. Yleensä säkit varastoidaan suoraan maan varaan ilman suojapeitteitä. Aloitettut säkit suojataan kevytpeitteillä tai muovikalvolla. Vajaiden säkkien käsittely on erityisen hankalaa, mikäli ne eivät ole kuormalavojen päällä. Käytännössä vajaat säkit ehtivät kostua ja pilaantua, ellei niitä käytetä yhteen menoon samassa työkohteessa. (Kauranen 2000)

Talviaikaan, mikäli mahdollista, pienpakkauksissa ja suursäkeissä toimitettavat sideaineet ja kuivalaastit varastoidaan esim. tilapäisissä sääsuojissa tai rakennusrungon sisällä, jos se on työmaan logistiikan kannalta järkevää.

## Vesi

Laastin valmistuksessa tarvittava vesi säilytetään ja lämmitetään muovisäiliössä tai tynnyrissä.

Vesi on helppo lämmittää työmaalla uppokuumenninta käyttäen. Laastinvalmistus kannattaa suunnitella siten, että lämmitetyn veden saa ohjattua suoraan sekoittajaan. Tarvittaessa vesiletkun voi eristää. Veden lämmittämisessä syntynyttä energiaa ja säteilylämpöä kannattaa hyödyntää esim. sijoittamalla vesiasia ja sekoitin suojattuun tilaan rakennuksen sisälle. Kuvassa 26 on laastisekoitin sijoitettu rakennuksen sisälle. Kuivalaasti pumpataan sekoittimeen ja laasti valmistetaan työskentelylämpötilassa.



*Kuva 26. Laastisekoitin ja lämmitettävä vesi suojatussa sisätilassa.*

## **Hiekka**

Vaikka työmailla nykyään pääsääntöisesti muurataan valmislaasteilla, voi joskus olla tarkoituksenmukaista tai pakko valmistaa laasti sideaineesta, hiekasta ja vedestä laastimyllyssä työmaalla. Tällöin veden lisäksi täytyy huolehtia myös kiviaineksen suojauksesta ja mahdollisesta lämmityksestä.

Helppo tapa suojata hiekkakasa sateelta, lumelta ja jäältä on peittää se rakennuspeitteellä. Mikäli hiekkaa täytyy lämmittää, voi peittämiseen käyttää sähköllä lämpiäviä suojapeitteitä. Hiekkakasaa täytyy lämmittää hitaasti, ettei sen pintakerroksesta tule paahtavan kuuma.

Vaihtoehtoinen tapa lämmittää hiekkaa on asettaa vesitynnyri hiekkakasan keskelle. Vesi lämpiää uppokuumentimella muutamassa tunnissa. Ympärillä oleva hiekka lämpiää hitaasti absorboimalla lämpöä ja eristää samalla vesitynnyrin. (The Brick Industry Association. 1992). Suomen talviolosuhteissa tällainen lämmitys täytyy suorittaa muilta säärasituksilta suojassa (lumi, vesisade).

## **Valmis laasti**

Mikäli työskennellään suojaamattomassa tai heikosti suojatussa tilassa, pidetään laasti lämpimänä esim. lämmittämällä sitä infrapunalämmittimellä. Laastipalju on hyvä lämpöeristää.

Hyvin suojatussa tai lämmitetyssä työtilassa laastia ei tarvitse erikseen lämmittää, jos valmistuslämpötila on ollut riittävä.

Lämmitetyn ja työn aikana lämpimänä pidettävän laastin käytössä täytyy muistaa, että veden haihtuessa laasti jäykistyy pian. Valmiin laastin lämpötila ei saa nousta yli +40 °C:n.

## **6. Materiaalitoimittajan ja tilaajan tehtävät sekä työmaalogistiikka**

### **6.1 Materiaalien varastointi tehtaalla**

Kuiva-aineet varastoidaan tehtaalla aina sisätiloissa. Tiiliä varastoidaan sekä ulkona että sisällä.

Mikäli tiiliä tehdään esim. ennakkotilausten takia suuria määriä varastoon, täytyy tiili-tehtaalla huolehtia niiden sääsuojauksesta. Vaatimus on, että tehdas pystyy toimittamaan laadullisesti moitteettomia tiiliä asiakkaalle. Nykyisissä pakkauksissa olevat muovisuojat eivät ole työmaan kannalta riittävä suoja ulkona varastoitaville tiilille talviaikaan. Lisäksi muovit vahingoittuvat helposti tiililetkoja siirreltäessä.

Varastointialueet tehtailla ovat yleensä suuria, ja sääolosuhteiden niin edellyttäessä tehdään täytyy varautua suojaamaan tiilet lumen, jään ja vesisateen haitallisilta vaikutuksilta. Suojausmenetelminä ovat rakennuspeitteet sekä kiinteät ja väliaikaiset sääsuojat. Mikäli muuraustöiden talviedellytyksiä halutaan parantaa, kannattaisi tehtaiden hankkia kiinteät sääsuojat ainakin osalle varastoitavasta materiaalista.

Tiilitehtaalla voitaisiin harkita sitä, että erillistä korvausta vastaan voitaisiin toimittaa lämmitettyjä tiiliä. Tämä edellyttää tiilien varastointia lämmitetyssä sääsuojassa ja logistiikan huolellista suunnittelua. Lisäksi työn suunnittelu työmaalla täytyy tehdä täsmällisesti, jotta esilämmityksestä saatavaa hyötyä ei menetettäisi huolimattoman käsittelyn tai varastoinnin aikana.

### **6.2 Materiaalien kuljetus työmaalle**

Materiaalin sääsuojauksesta täytyy huolehtia myös kuljetuksen aikana. Peitteellä (rakennuspeitteellä tai kevytpeitteellä) suojattu kuljetuslava estää tiilien kastumisen sekä lumen ja jään kerääntymisen kuljetuksen aikana.

Mikäli tiilitehdas haluaisi tarjota lisämaksua vastaan lämmitettyjen tiilien toimitusta, täytyy myös kuljetuksen aikana huolehtia siitä, etteivät tiilet pääse jäähtymään. Yksinkertaisimmillaan tämän voisi tehdä eristämällä kuljetuslavat sekä suojaamalla tiilet eristepeitteellä.

Tiilien kuljetus työmaalle täytyy tehdä työmaaolosuhteet huomioon ottaen. Oikea-aikainen toimitus lisää myös kuljetuskaluston tehokkuutta. Edellytyksenä on, että työmaa ja tiilitehdas yhdessä sopivat etukäteen mm. purkuajat ja -paikat sekä sen, mitä

kuljetus- ja siirtokalustoa käytetään. Lisäksi täytyy sopia vastuulliset yhteyshenkilöt sekä tehtaalla että työmaalla, jotka sitoutuvat ilmoittamaan suunnitelmien muutoksista sekä mahdollisista häiriöistä välittömästi. Joillakin tehtailla on jo käytössä tekstiviestipalvelu, jossa tehdas ilmoittaa työmaan muuraustöistä vastuulliselle työnjohtajalle materiaaliuorman lähtemisestä tehtaalta ja arvioidun saapumisajan työmaalle.

### 6.3 Aluesuunnitelma

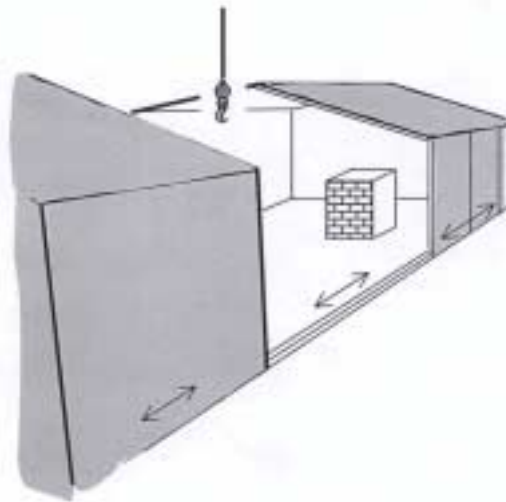
Aluesuunnitelman tarkoitus on antaa tietoa eri rakentamisvaiheiden työmaajärjestelyistä (kulkuteistä, kaluston sekä varaston ja sosiaalityötilojen sijoituksesta ym.) Aluesuunnitelma on mittakaavaan laadittu piirros, josta ilmenevät kuhunkin rakentamisvaiheeseen liittyvät, työmaajärjestyksen kannalta oleelliset seikat. Esitettävistä asioista voidaan mainita mm.

- rakennukset, rakennelmat, puut yms.
- työmaan rajat, aidat, portit, kilvet
- kulkutiet ja ajoväylät
- toimisto-, sosiaali- ja varastotilat
- nostokaluston sijainti ja ulottumat
- kaivunalueen rajat
- läjitysalueet
- työ- ja varastoalueet
- ensiaputarvikkeet
- sähkö-, lämpö- ym. liittymät
- muu merkittävä kalusto
- sähköistys.

(Koski 1997.)

Talvi vaikuttaa myös työmaan aluesuunnitelmiin. Tilaa on varattava lumen kasaamiselle, ajoteiden leventämiselle sekä mahdollisille höyrykattiloille ja polttoaineille. Lisäksi on suunniteltava tarvikkeiden varastointi ja niiden suojaus alueella. (Suomen Rakennusteollisuusliitto ry. 1990.)

Materiaalivarastoja suunniteltaessa täytyy tarkastella työmaan sisäisten siirtojen joustavuutta ja nopeutta. Kuva 27 on periaatekuva kiskoille asetetuista suojatelloista, jotka mahdollistavat mm. tiililetkojen vaivattoman noston torni- tai ajoneuvonosturilla. Suojatelloja voidaan myös siirtää eteenpäin kiskoja siirtämällä tai asettaa pyörät suojatellojen alle suojan siirtelyä helpottamaan.



*Kuva 27. Periaatekuva kiskoilla olevasta suojateltasta.*

Talvimuurauksen tai -rappauksen aluesuunnitelmassa täytyy yleisten asioiden lisäksi kiinnittää huomiota seuraavien asioiden havainnolliseen esitykseen:

- materiaalien purkupaikat
- materiaalien kylmät ja lämpimät varastot
- materiaalien siirtoreitti varastosta työkohteeseen
- materiaalien pysty- ja vaakasiirroissa tarvittava kalusto
- kiinteillä telineillä materiaalin vastaanotto tasoille
- laastinvalmistuspaikka ja siirto työkohteeseen
- työkohteen valaistus (sähköistyssuunnitelma)
- työkohteen ja materiaalien lämmitys (kaluston sijoittelu, polttoaineiden varastointi).

Aluesuunnitelmaa täytyy päivittää vastaamaan kunkin rakentamisvaiheen tarvetta. Visuaaliseen esitykseen on syytä kiinnittää huomiota, koska se lisää suunnitelman näkyvyyttä. Yksi tapa on laatia aluesuunnitelma arkkitehdin asemapiirrokseen ja piirittää se suunnittelutoimistolla puhtaaksi. Toisaalta, arkkitehdiltä voidaan pyytää mukailtu asemapiirros sellaisessa muodossa tallennettuna, että sitä voidaan täydentää tavanomaisilla Windows-pohjaisilla ohjelmilla. Tällöin ei työmaalta edellytetä piirto-ohjelmistojen (CAD) hankintaa ja kynnyks aluesuunnitelman päivitykseen on matala. Havainnollisen aluesuunnitelman tulee olla kaikkien nähtävillä ja siinä esitettyjen aluevarausten noudattamista on valvottava.

## 6.4 Materiaalien tilaus työmaalle

Työmaalla tulee huomioida tiilien valmistusajat (varsinkin erikoistiilien ja laastien erikoisvärien) sekä varautua kuljetuksen järjestämisessä menevään aikaan. Tehtaalle on hyvä toimittaa muuraus- tai rappaustyöaikataulu, jonka tarkoituksena on kertoa tehtaalle suunniteltu työn eteneminen. Tätä tietoa tarvitaan materiaalin valmistuksen suunnittelussa sekä kuljetuksien suunnittelussa.

Työaikataulun lisäksi työmaa voisi toimittaa tehtaan lähettämölle materiaalien toimitusaikataulun kolmen viikon jaksoissa. Tämä aikataulu olisi luonteeltaan sitova, joskin varaus muutoksiin häiriötilanteissa olisi mahdollista. Näin varmistetaan sekä työmaan että tehtaan mahdollisuudet suunnitella toimintaansa kohtuullisissa ajanjaksoissa.

Materiaalit on totuttu tilaamaan työmaalle mahdollisimman suurissa erissä, jotta kuljetuskustannukset yksikköä kohden olisivat mahdollisimman pienet. Materiaaleja tilattaessa täytyy kuitenkin huomioida myös työmaalla vallitsevat olosuhteet. Mikäli pitkien kuljetusmatkojen (varaston ja työkohteen välillä) tai rajallisen varastointitilan vuoksi työmaalle toimitettuja materiaaleja joudutaan siirtelemään työmaan sisällä paljon, voivat kuljetuksissa saadut säästöt olla vain näennäisiä.

Jotkut tukkuliikkeet tarjoavat työmaille myös logistiikkapalvelua, jolla toimitetaan lyhyellä varoitusajalla juuri oikea määrä materiaalia suoraan työkohteeseen. Logistiikkapalvelun käyttö edellyttää huolellista materiaalivirtojen suunnittelua. Sen taloudellisuus riippuu mm. työmaan koosta ja materiaalivirtojen määrästä.

## 7. Pilottikohde

### 7.1 Kohteen kuvaus

Tutkimushankkeen aikana hyväksi arvioituja menettelytapoja ja ratkaisuja kokeiltiin Skanska Kodit Oy:n omaperusteisessa kerrostalokohteessa As Oy Helsingin Neptunus. Kohteen työpäällikkönä toimi Jari Iso-Anttila. Vastaavana mestarina kohteessa oli Simo Laihi ja muuraustöiden työnjohtajana Sami Laasala. Rakennuskohde koostui kahdesta rakennusmassasta.

AB-talot, Suolakivenkatu 12, HKI:

- tilavuus 14 942 m<sup>3</sup>
- kerrosala 3 600 m<sup>2</sup>
- kokonaisala 4 654 m<sup>2</sup>
- huoneistoala 3 109,5 m<sup>2</sup>
- tyyppi: asuinkerrostalo

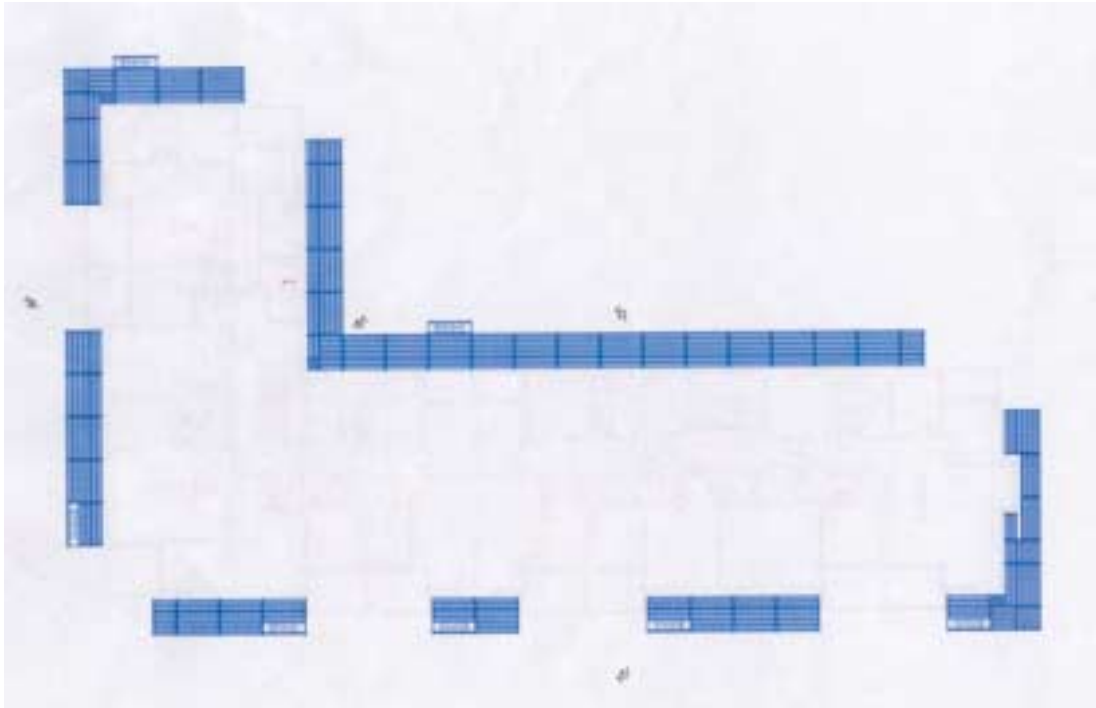
CD-talot, Suolakivenkatu 14, HKI:

- tilavuus 13 979 m<sup>3</sup>
- kerrosala 3 700 m<sup>2</sup>
- kokonaisala 4 306 m<sup>2</sup>
- huoneistoala 3 243 m<sup>2</sup>
- tyyppi: asuinkerrostalo ja päiväkotilaivakello

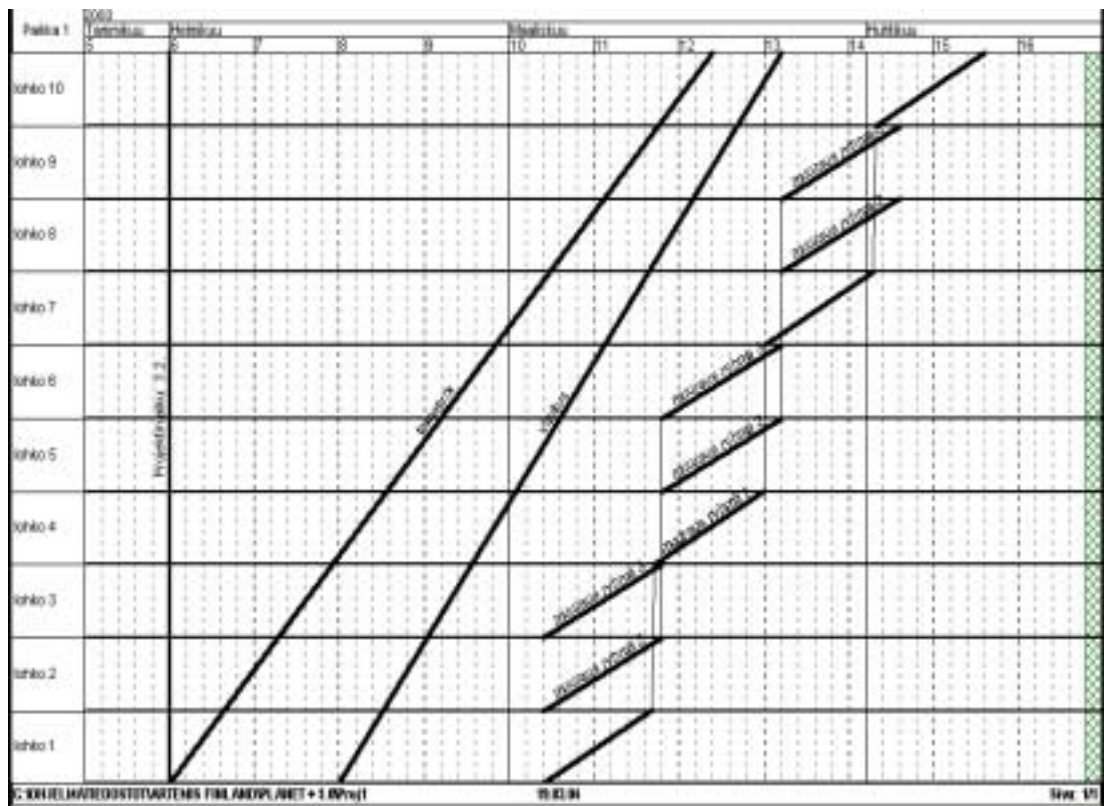
Pilottiosuudessa tarkasteltiin ainoastaan AB-talojen julkisivumuurausta, joka suoritettiin 4.3.–16.4.2003 välisenä aikana. Teline työt aloitettiin 3.2.2003, ja villoitustyöt käynnistyivät 17.2.2003. Julkisivumuuraustöiden aloitus viivästyi noin viisi viikkoa yleisaikatauluun merkitystä suunnitelmasta. Syy viivästykseen oli edeltävien työvaiheiden keskenäisyys.

Julkisivujen verhomuuraukset koostuivat parvekelinjojen väliin jäävistä nauhoista, jotka muurattiin poltetusta punatiilestä (NRT, vaakasauma noin 16 mm, pystysauma 10 mm). Verhomuurauksen tuli soveltua rappausalustaksi kuultorappaukselle, mikä on huomioitu työselityksen vaatimuksissa työn suorittamiselle ja materiaalien valinnalle.

Tehtäväsuunnittelua varten julkisivut jaettiin lohkoihin, joiden työjärjestys aikataulutettiin. Kohteeseen sovellettiin pilottityömaata varten tehtyä ohjetta tarpeellisessa laajuudessa. Telinesuunnitelman laati Telinekataja Oy.



Kuva 28. As Oy Helsingin Neptunus, telinesuunnitelman tasopiirustus (talot AB). Laatinut Telinekataja Oy.



Kuva 29. AB-talojen teline-, villoitus- ja julkisivumuuraustöiden työvaiheikataulu.



AB-taloissa julkisivumuurausta oli yhteensä 1104 m<sup>2</sup>, ja muuraus suoritettiin kokonaan telineiltä. Meren puoleiset telineet suojattiin pystytyksen yhteydessä. Sisäpihan puoleisille telineille, jotka eivät olleet tuulen vaikutukselle alttiina, varauduttiin järjestämään suojaus tarvittaessa. Suojauksessa käytettiin Layher Protec -alumiini-profiilikasetteja, Termopeitettä sekä vahvistettua kevytpeitettä. Lämmityskalustoksi työmaalle oli varattu kaasulämmittimet.



*Kuva 30. Työtilan sääsuojaus pilottikohteessa.*

Materiaalilogistiikka työmaalla hoidettiin siten, että osa tiilistä siirrettiin telineille kurot-tajalla pystytyksen yhteydessä. Ennen muuraustöiden aloitusta kaikki tiilet olivat tehtaalla valmiina ja niitä toimitettiin työmaalle pyynnöstä tarpeellinen määrä kerrallaan. Ne tiilet, joita ei siirretty suoraan kuljetusautosta telineille, sijoitettiin työkohteen välittömään läheisyyteen ja suojattiin kevytpeitteillä. Loput tiilet ja laasti kuljetettiin telineille kahdella tavarahissillä, joita siirrettiin lohkolta toiselle työn etenemisen mukaan.

## 7.2 Yhteenveto seurannan tuloksista

### 7.2.1 Telinesuunnitelmat

Telinesuunnitelman ongelmaksi osoittautui niiden alustava luonne sekä mitoitustietojen puute. Asiaa käsiteltiin työmaaorganisaation ja telinetoimittajan yhteisessä palaverissa. **Todettiin, että paremman suunnitelman ja toteutuksen edellytyksenä on jatkuva yhteistyö tilaajan ja erityisurakoitsijan välillä.**

Pilottityömaan kokemusten perusteella järjestettiin teline- ja suojaustöitä koskeva palautepalaveri, jossa todettiin mm. seuraavia asioita:

- **Tilaaaja toivoo, että telinesuunnittelija toimii konsulttina, joka esittää kohteeseen toiminnallisesti ja taloudellisesti järkevää teline- ja suojauskokonaisuutta.**
- **Suunnitelmien parantaminen (mm. mitoitustiedot) helpottaa ja nopeuttaa telinerakentajien työtä.**
- **Telinetoimittaja toivoo tilaajalta hankinta-aloitteen aikaistamista – mitä aikaisemmin sopimus syntyy, sitä paremmin telinetoimittaja saa sitoutettua telinesuunnittelijan ja asennusryhmänsä ko. työmaalle sovittuna ajankohtana.**

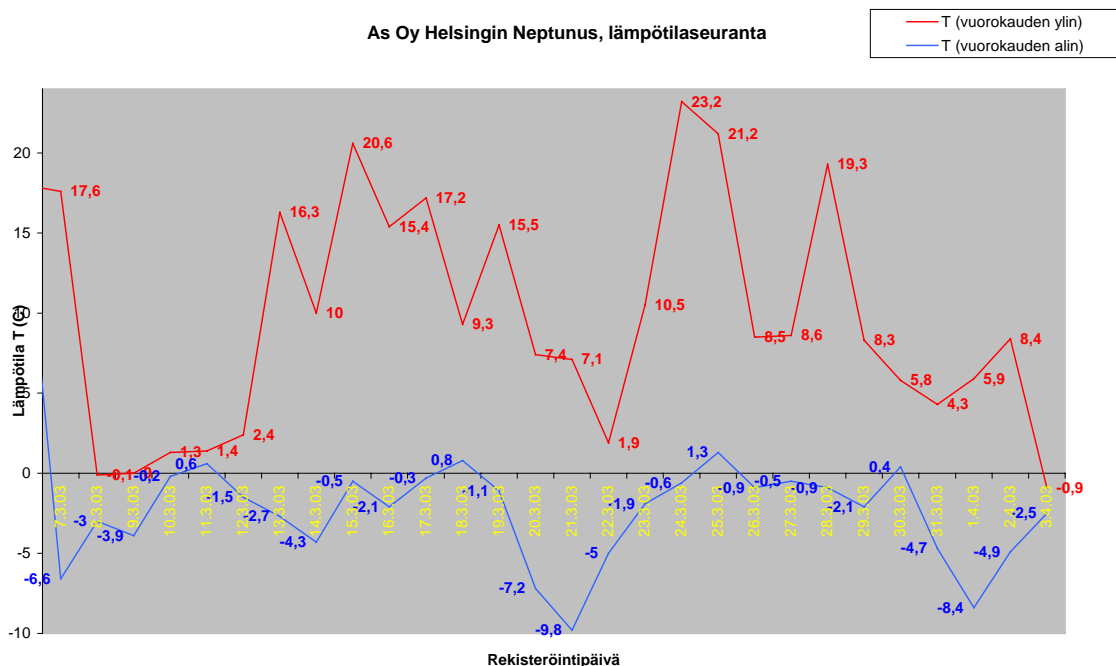
Palautepalaverissa sovittiin seuraavaa työkohdetta käsittelevästä suunnittelupalaverista, jossa huomioitaisiin pilottityömaan kokemukset. Palaveriin osallistuivat tilaajan puolelta työpäällikkö, kohteen vastaava mestari ja muuraustyönjohtaja sekä telinetoimittajan puolelta työnjohtaja ja telinesuunnittelija. **Toteutuksen osalta palaverissa sovittiin mm. seuraavista asioista:**

- **Työmaalle toimitetaan telineiden pystytysohjeet.**
- **Vastuullinen nokkamies nimetään etukäteen ja hän on työmaalla koko telinetyön ajan.**
- **Telineurakoitsija toimittaa työmaalle yhden kappaleen suunnitelmia ja telineiden käyttöohjeita laminoituna – ne asetetaan kaikkien telineidenkäyttäjien nähtäville.**
- **Muurausurakoitsijalle telineurakoitsija toimittaa lisäksi omat telineiden käyttöohjeet.**
- **Käyttöönottotarkastuksen yhteydessä telineurakoitsija perehdyttää pääurakoitsijan työnjohdon, muurausurakoitsijan työnjohdon sekä käyttöönottohetkellä työmaalla olevat työntekijät telineiden käyttöön – pääurakoitsijan ja muurausurakoitsijan työnjohto perehdyttää tämän jälkeen työmaalle tulevat henkilöt.**
- **Molemmin puolin telinetasoa asennetaan putoamisen estävä suojakaide.**
- **Telineiden purkuvaiheessa täytyy kiinnittää erityistä huomiota siihen, ettei ympäristöä vahingoiteta.**

## 7.2.2 Sääolosuhteet

Julkisivumuuraustyöt pilottikohteessa painottuvat pääasiassa maaliskuulle. Ilmatieteen laitoksen tilastojen (1961–1990) mukaan maaliskuussa Helsingissä on

- 8 päivää, jolloin vuorokauden alin lämpötila alle -10 °C,
- 11 päivää, jolloin lämpötila on koko ajan pakkasen puolella (jäypäivät),
- 27 päivää, jolloin lämpötila on osan aikaa pakkasen puolella (pakkaspäivät),
- lumipäiviä 16
- räntäpäiviä 5
- vesipäiviä 4.



Kuva 31. Vuorokauden ylin ja alin lämpötila pilottikohteessa mitattuna maaliskuussa 2003.

Ulkoilman lämpötilaa seurattiin kohteeseen asennetun loggerin avulla. Kuvassa 31 esitetään vuorokauden ylin ja alin lämpötila tarkastelujaksolla 7.3.–3.4.2003. Taulukossa 8 vertaillaan vuosien 1961–1990 keskimääräisiä arvoja pilottikohteen maaliskuussa rekisteröityihin lämpötiloihin (7.3.–31.3.2003). Taulukon perusteella voidaan päätellä, että maaliskuu 2003 oli vertailukauden keskiarvoa lämpimämpi. Tarkastelemalla kuvasta 31 huhtikuun alun tilannetta, voidaan päätellä, että jo näillä mittaustiedoilla huhtikuu 2003 on ollut vertailukauden keskiarvoa kylmempi (jäähäpäiviä huhtikuussa vertailukaudella 0 kpl).

Taulukko 8. Pilottikohteen lämpötilojen vertailu 1961–1990 keskimääräisiin lämpötiloihin.

	Alle -10 °C	Jäähäpäivät	Pakkaspäivät
<b>Eri lämpötilapäivien lukumäärä keskimäärin vertailukaudella 1961–1990</b>	8	11	27
<b>Pilottikohde 7.3.–31.3.2003</b>	0	1	20

Pilottikohteessa sääsuojattua työtilaa lämmitettiin julkisivumuuraustöiden aikana kaasu- ja sähkölämmittimillä yhteensä kahdeksan vuorokauden ajan.

### 7.2.3 Julkisivumuuraustöiden kustannukset

As Oy Helsingin Neptunuksen, talojen AB muuraustyön ja liittyvien töiden kustannusjakauma esitetään taulukossa 9. Prosenttiosuuksissa ei ole huomioitu pääurakoitsijan työnjohto- ja yleiskuluja.

*Taulukko 9. Julkisivumuuraustöiden (1104 m<sup>2</sup>) kustannusjakauma pilottikohteessa. Työ suoritettiin maaliskuussa–huhtikuussa 2003.*

<b>Muuraustyö materiaaleineen ja tarvikkeineen sisältäen villoitustyön</b>	<b>65 %</b>
<b>Työtila (telineet ja suojaus)</b>	<b>27 %</b> (91 % ja 9 %)
<b>Lämmityskustannukset (kalusto ja energia)</b>	<b>2 %</b>
<b>Työmaalogistiikka muuraustöiden osalta (mm. tavara-hissit, materiaalin siirto)</b>	<b>6 %</b>

### 7.2.4 Kokemuksia pilottikohteesta

#### Telineet

Pilottikohteessa käytetty Layher-teline osoittautui toimivaksi ratkaisuksi. Telineeratkaisussa muurarin työskentelykorkeutta säädetään siirtämällä konsolityötaso, katso kuva 9 s. 48. Toteutetun telineratkaisun haittapuolena oli niiden pätkittäisyys, joka aiheutti sen, että jokainen telinelohko vaati oman nostimen materiaalin kuljetusta varten. Joiltakin osin olisi ollut työn tekemisen kannalta järkevää, että myös parvekelinjojen kohdalla olisi ollut telineet, katso telinesuunnitelma sivulta 70.

#### Suojaukset

Layher Protec -alumiiniprofiilikaseteilla tehdyt suojaukset ovat hyvät ja niillä saadaan aikaan työtilan yhtenäinen suojaus. Pilottikohteessa suojauksen rakentaminen epäonnistui asentajan mittavirheen vuoksi ja telineosuuden sivujen suojausta ei voitu toteuttaa tarkoitukseen suunnitelluilla kulmakaseteilla, koska ne eivät mahtuneet niille varattuun tilaan kuin toisella puolella telinettä. Kasetit ovat parhaimmillaan suurien yhtenäisten suojausten tekemisessä.

Termopeite osoittautui hyväksi suojaustavaksi. Termopeitteellä suojatussa työtilassa oli runsaasti luonnonvaloa. Vaikeuksia tuotti kasettisuojausten tapaan telineosuuksien sivujen suojaus tiiviisti. Mikäli muuraustyö olisi toteutettu tammi–helmikuussa, olisi

luultavasti jouduttu asentamaan toinen termopeite soveltuvien työskentelyolosuhteiden ylläpitämiseksi yhdessä lämmityksen kanssa.

Vahvistettu kevytpeite ei riitä talvella tehtävän muuraustyön suojaukseksi. Se soveltuu hyvin suojaamaan työtilaa sateelta ja jonkin verran myös tuulelta.

Kaikkien suojausten huonona puolena oli kuljetusaukkojen suojaus (kuva 30). Jos kuljetusaukot suojataan peitteellä, jonka alapäässä on lauta painona, ei voida enää puhua työtilan tiiviistä suojauksesta. Telineitoimittaja tarjoaa ratkaisuksi hissitornia. Se ei ollut mielekäs vaihtoehto pilottikohteen tapaisissa nauhatelineissä, mutta oli hyvä keino suurissa ja yhtenäisissä julkisivusuojauksissa, joissa hissitorni palvelee suurempaa työskentelyaluetta. Kulkuaukkojen suojaukseen tulisi kehittää tiiviimpiä ratkaisuja.

## **Lämmitys**

Kaasulämmitys osoittautui hyväksi ja taloudelliseksi lämmitysratkaisuksi pilottikohteessa.

## **Materiaalin toimitukset ja siirrot**

Pilottikohteen tiilitoimitukset onnistuivat hyvin. Villatoimituksissa hankaluutta aiheutti suurien toimituserien varastoinnin järjestely ja siirtely työn aikana. Jatkossa tavoitteina tulisi olla JOT-toimitukset ja työmaavarastoinnin parempi suunnittelu, joilla vähennettäisiin sisäisistä siirroista työmaan toimintaan aiheutunutta haittaa.

Materiaalin siirrot työkohteeseen onnistuivat melko hyvin. Pienenä haittapuolena oli kahden tavarahissin siirtely lohkolta toiselle telineiden rikkonaisuuden vuoksi.

## **Vastaavan mestarin kokemukset muuraustöiden suorituksesta**

Vastaava mestari Simo Laihin mielestä talvimuurauksen hyvät työskentelyolosuhteet aikaansaadaan parhaiten pilottikohteessa käytetyillä alumiiniprofiilikaseteilla tai vastaavilla kiinteillä suojausjärjestelmillä. Rakennuspeitteillä suojattujen työtilojen ongelmaksi muodostuu niiden tiiviys rajapinnoissa ja telineiden sivuilla, mikä lisää lämmityskustannuksia talviaikaan. Työtilaa suojattaessa tulee huomioida, että ikkunoiden tulisi olla paikoillaan tai ikkuna-aukkojen suojattuna, jotta työtila saadaan tiiviisti suojatuksi ja lämmitys hoidettua taloudellisesti. Materiaalilogistiikka telineille täytyisi tehdä erillistä hissitornia käyttäen, jotta suojauksia ei tarvitsisi repiä kulkuaukkojen kohdalta.

## 8. Yhteenveto tutkimuksen tuloksista

### 8.1 Johtopäätökset

Tutkimushankkeen perusteella voidaan todeta, että talviaikaan tehtävien muuraustöiden hyvät toteutusedellytykset ovat olemassa ja olosuhteiden hallintaan liittyvää kalustoa yleisesti hyvin saatavilla.

Toteutuksessa suurimmat ongelmat liittyvät siihen, että saatavissa olevia tietoja mm. sääolosuhteista ei käytetä ja työtilan olosuhteiden hallintaan kiinnitetään huomiota vasta pakon edessä. Tällöin ollaan tilanteessa, jossa kustannusten hallintaan mm. vaihtoehtoisia ratkaisuja vertailemalla ei ajanpuutteen vuoksi ole kovinkaan paljon mahdollisuuksia.

**Työn toteutuksessa suositeltava toimintatapa tutkimuksen perusteella on seuraava:**

- 1. Selvitä työn suorituksen ajankohdan odotettavissa olevat olosuhteet säätilastojen perusteella.**
- 2. Suunnittele olosuhteiden hallinta kokonaisuutena: työtasot, työtilan suojaus ja lämmitys sekä materiaalin toimitus, varastointi ja siirrot työkohteeseen.**
- 3. Suunnittele kaluston ja materiaalien hankinta yhteistyössä erikoisurakoitsijoiden kanssa.**

### 8.2 Kehitysehdotukset

Työskentelyolosuhteiden toteutuksen osalta voidaan todeta, että pyrkimys toimia samojen osapuolten kanssa pitkäjänteisesti parantaa mahdollisuuksia vaikuttaa muuraustöiden hallittuun talvitoteutukseen. Erilaisten kumppanuusmallien kehittäminen yhteistyössä erikoisurakoitsijoiden kanssa on osa tätä tavoitetta.

Erikoisurakoitsijoiden, jotka tarjoavat teline- ja työtasoratkaisuja, tulisi kehittää palveluaan siten, että tarjottaisiin kokonaisratkaisuna työskentelyolosuhteet muuraus- tai rapaustöille. Tällöin tulee huomioida työtasojen lisäksi tilan suojaus, materiaalilogistiikka työkohteessa ja mahdollisen lämmityksen järjestämisen edellytykset työtilassa.

# Kirjallisuutta

Aalto, S. & Maijala, J.-P. 2000. Tampere. Julkisivukorjausten talvitoteutuksen kehittäminen. Tampereen teknillinen korkeakoulu & Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 120 s. + liitt. 16 s.

Dührkop, H., Saretok, V., Sneek, T. & Svendsen, S. 1966. Laasti Muuraus Rappaus. Helsinki: Rakentajain Kustannus Oy. 428 s.

Höyhtyä, M. & Vääntinen, Y. 1988. Muuratut Rakenteet 1, Talonrakennus. Jyväskylä: Rakentajain Kustannus Oy. 198 s.

Kankainen, J. & Sandvik, T. 1999. Rakennushankkeen ohjaus. Ratu-kirjasarja. Tampere: Rakennustieto Oy. 103 s.

Kauranen, H. 2000. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden käsittelyn ja työmaasuojauksen kehittäminen. Tampere: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 70 s. + liitt. 3 s.

Kavaja, R. 1992. Muuraustyöt. Jyväskylä: Rakentajain Kustannus Oy. 211 s.

Koskenvesa, A. & Pussinen, T. 1999. Opas urakoitsijan tehtäväsuunnitteluun. Kehitys & Tuottavuus 60 B. Rakennusteollisuuden Keskusliitto (RTK).

Koskenvesa, A. Mäki, T. & Olenius, A. 2000. Ratu Aikataulukirja. Ratu-kirjasarja. Tampere: Rakennustieto Oy. 296 s.

Koskenvesa, A. & Pussinen, T. 1999. Rakennustöiden menekit 2000. Ratu-kirjasarja. Tampere: Rakennustieto Oy. 137 s.

von Konow (toim.). 1999. Rappauskirja, by 46. Lahti: Suomen Betonitieto Oy. 90 s.

Koski, H. 2000. Kerrostalon julkisivumuuraus. Työsuunnitteluopas. VTT Rakennustekniikka. 26 s.

Koski, H. 1997. Rakennushankkeen tuotannosuunnittelu ja -ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy. 113 s.

Markkanen, J. (toim.). 2000. Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu. Rakennusyrityksen ja rakennusprojektin lakisääteiset ja sopimukseen perustuvat työsuojelutehtävät ja -toimenpiteet. Helsinki: Vahinkovakuutusyhtiö Pohjola. 151 s.

Mäki, T., Koskenvesa, A. & Nissinen, S. 2001. Rakennustöiden laatu 2002. Raturikirjasarja. Tampere: Rakennustieto Oy. 317 s.

Nykänen, V., Lahdenperä, P. & Nippala, E. 1990. Suomalainen kylmän ilmaston rakennustekniikka osa 8. Työmaatekniikat. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 83 s. + liitt. 5 s. (VTT Tiedotteita 1112)

RunkoRYL2000. 1998. Hämeenlinna: Rakentajain Kustannus Oy. 434 s.

Suomen Rakennusteollisuusliitto ry. 1990. Talvirakentaminen. Tampere: Rakentajain kustannus Oy. 105 s.

Tiilirakenteet, RIL 85-1989. 1989. Vammala: Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry. 135 s.

Työtelineet ja suojarakenteet. RIL 142-1999. 1999. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry. 199 s.

### **RT-kortit**

*RT-kortit sekä niihin liittyvät kirjat (mm. RYL2000) ja viranomaismääräykset ovat saatavissa myös CD-versiona, joka helpottaa olennaisesti tiedonhankintaa työmaolosuhteissa.*

RT 10-10387: Talonrakennushankkeen kulku. 1989. 24 s.

RT RakMK-20729 B5 Kevytbetoniharkkorakenteet. 1987. 19 s.

RT RakMK-20787 B8 Tiilirakenteet. 1989. 32 s.

RT RakMK B9 Betoniharkkorakenteet. 1989.

RT 16-10660: Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 19 s.

RT 35-10500: Poltetut tiilet. Muuraustarvikkeet. 1993. 4 s.

RT 35-10501: Kalkkihiekkatiilet. Muuraustarvikkeet. 1993. 4 s.

RT 35-10548: Kevytsoraharkot. Muuraustarvikkeet. 1994. 4 s.

RT 35-10549: Betoniharkot. Muuraustarvikkeet. 1994. 4 s.



RT 35-10550: Karkaistut kevytbetoniharkot. Muuraustarvikkeet. 1994. 4 s.

RT 35-10551: Kalkkihiiekkaharkot. Muuraustarvikkeet. 1994. 4 s.

RT 82-10510: Tiilirakenteet. 1993. 11 s.

RT 82-10586: Pientalon kivirakenteet. 1995. 20 s.

RT 82-10588: Harkkorakenteiden suunnittelu. 1995. 16 s.

RT 82-10608: Muuratut julkisivut. Korjausrakentaminen. 1996. 10 s.

RT 33-10386: Rappaus, laastit ja niiden valinta. 1990. 8 s.

RT 82-10612: Rapatut julkisivut. Korjausrakentaminen. 1996. 12 s.

RT SMT-21092: Sosiaali- ja terveysministeriön päätös työtelineiden ja putoamisen estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä. 1998. 6 s.

RT-TM-21157: Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta. 2000. 7 s.

### **Ratu-kortit**

*Ratu-kortit sekä niihin liittyvät kirjat ovat saatavissa myös CD-versiona, joka helpottaa olennaisesti tiedonhankintaa työmaaolosuhteissa.*

Ratu 41-0080: Tiilimuuraus. Työlajit. Menetelmät. 1997. 8 s.

Ratu 41-0081: Tiilimuuraus. Työlajit. Menekit. 1997. 3 s.

Ratu 42-0082: Harkkomuuraus. Työlajit. Menetelmät. 1997. 8 s.

Ratu 42-0083: Harkkomuuraus. Työlajit. Menekit. 1997. 3 s.

Ratu 07-3034: Talvityöt ja -kustannukset. Kone-Ratu Suunnitteluohje. 1996. 7 s.

Ratu 71-0093: Rappaus. Työlajit. Menetelmät. 1997. 8 s.

Ratu 71-0094: Rappaus. Työlajit. Menekit. 1997. 3 s.

Ratu F31-0187: Ulkoseinän eristerappaus. Rakennusosat. Menetelmät. 1999. 8 s.

Ratu F31-0188: Ulkoseinän rappauksen purku ja uusiminen. Rakennusosat. Menetelmät. 1999. 8 s.

Ratu F31-0189: Ulkoseinän paikka-rappaus. Rakennusosat. Menetelmät. 1999. 7 s.

Ratu F31-0191: Ulkoseinän rappauksen purku ja uusiminen, kunnostaminen ja ulkoseinän eristerappaus. Rakennusosat. Menekit. 2000. 4 s.

Kone-Ratu 04-3009: Nosto- ja siirtokalusto. Suunnitteluohje. 1990. 13 s.

Kone-Ratu 04-3014: Nosto- ja siirtokalusto. Suunnitteluesimerkki. 1991. 8 s.

Kone-Ratu 07-3022: Suojauskalusto. Sääsuojat, Suojapeitteet, Julkisivusuojat. 1992. 4 s.

Kone-Ratu 3003: Rakennuskuivaajat, Kiertoilmalämmittimet, Ilmankuivaajat. 1989. 4 s.

Kone-Ratu 07-3032: Rakenteiden lämmitys ja kuivatus. 1996. 8 s.

### **Lehtiartikkeleita**

Rogers, P. 2002. Stormwarning. Building 21, s. 22–23.

Schlötzer, B. 2002. Aktuelle Mauerwerktechniken. Baumarkt + Bauwirtschaft 4/2002, s. 80–83.

### **Internet-sivustot ja julkaisut**

Ilmatieteen laitos (<http://fmi.fi>)

The Brick Industry Association. 1992. Technical Notes 1 – All -Weather Construction. Saatavissa: [http://www.bia.org/html/frmset\\_thnt.htm](http://www.bia.org/html/frmset_thnt.htm)

[www.optiroc.fi](http://www.optiroc.fi) (Optiroc Oy Ab)

[www.wienerberger.fi](http://www.wienerberger.fi) (Wienerberger Oy)

# Liite 1: Tarkastuslista talviaikaan tehtäviä muuraustöitä varten. Mukailtu lähteestä (Mäki, T. et al. 2001)

Tiilimuurauksen tarkastuslista		Rakennuskohde/työnumero _____	
<b>Talviaikana: marraskuu - maaliskuu</b>		Muurauskohde _____	
		Laatinut _____	
		Laadittu (pvm)/päivitetty _____	
		Suunnittelee/tarkastaa	Tarkastus pvm
<b>Kohde ennen työn aloitusta</b>	suunnitelma-asiakirjat (luetteloi tarkastushetken tilanne) varastointialueet/lämpimät varastotilat nosto- ja siirtokalusto nosto- ja siirtoreiitit telineet/työlavat työkohteen sääsuojaus työkohteen esilämmitys työkohteen lämmitys työkohteen valaistus		
<b>Alusta</b>	kuiva tasainen kosteudeneristys lumen ja jään poisto alustan lämpötila		
<b>Materiaalit ja tarvikkeet</b>	materiaalien kuljetus työmaalle materiaalien kuljetus työkohteeseen materiaalien lämmitys tiilet muurauslaastit saumauslaastit raudoitus, tiilisiteet aukkojen ylitykset (esivalmistetut palkit tms.)		
<b>Työturvallisuus</b>	materiaalien käyttöohjeet/tuoteselosteet kypärä, turvajalkineet hengitys, silmä- ja kuulosuojaimet nostolaite-, teline- ja kaidetarkastus työhön opastus ensiapu		
<b>Työn aikana tarkastetaan</b>	pystysuoruus ja pinnan tasaisuus kerrosten vaakasuoruus tiilien limitys saumojen paksuus, täysinäisyys ja muoto aukkojen paikat ja mitat muurauslaastin lämpötila muurauksen aikana muuraus- ja saumalaastin tartunta raudoitteet ja tiilisiteet suunnitelmien mukaan tuuletusvälit, vedenpoistoaukot liikuntasaumojen paikat ja leveydet pinnan puhtaus puhtaaksimuurauksessa värin yhtenäisyys telineiden ja työlavojen kunto, kaiteet sääsuojan kunto ja tiiviys lämmityksen toiminta ilman ja työtilan lämpötila		
<b>Työn jälkeen</b>	siivous jätteiden lajittelu kaluston puhdistus valmiin työn suojaaminen säärasiituksilta laastin jäätymislujuuden saavuttamisen varmistaminen laastin riittävän alhainen vesipitoisuus ennen jäätymistä olosuhteiden ylläpito tarvittaessa		
<b>Muita huomautuksia</b>			



## Liite 2: Esimerkki tehtävän sisällön määrittelystä (muuraustyö)

Osatehtävä	Vastuuosapuoli			
	Pääurakoitsija		Aliurakoitsija/Työryhmä	
	Vastuuhenkilö	Puh.	Vastuuhenkilö	Puh.
Materiaalin toimitusaikataulun päivitys				
Suunnitelma-asiakirjojen ylläpito				
Materiaalin tilaus - tiilet - laasti - tarvikkeet				
Materiaalin vastaanotto				
Materiaalin tarkastus				
Materiaalin varastointi työmaalla				
Telineiden ja tasojen, sääsuojien ja lämmitysjärjestelmän hankinta				
Telineiden ja tasojen pystytys ja tarkastus				
Nosto- ja siirtolaitteiden hankinta				
Nosto- ja siirtolaitteiden pystytys ja tarkastus				
Sääsuojien asentaminen				
Lämmityksen asentaminen				
Telineiden ylläpito				
Sääsuojien ylläpito				
Lämmityksen ylläpito				
Energian hankinta/varmistus				
Laastin valmistus				
Tiilien siirto työkohteeseen				
Mittaukset				
Muuraustyö				
Kaluston puhdistus				
Työkohteen siivous				



**Liite 3: Muistilista muuraustyön aloituspalaverissa  
käsiteltävistä asioista**

<b>MUURAUSTYÖN ALOITUSKOKOUS</b>	
<b>Osallistujat ja heidän työtehtävänsä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> työmaan vastaava mestari</li> <li><input type="checkbox"/> muuraustyönjohtaja(t)</li> <li><input type="checkbox"/> työntekijät</li> <li><input type="checkbox"/> suurissa ja/tai vaativissa kohteissa materiaalitoimittajat</li> <li><input type="checkbox"/> suurissa ja/tai vaativissa kohteissa kalustotoimittaja(t)</li> <li><input type="checkbox"/> teknisesti vaativissa kohteissa suunnittelijat</li> </ul>
<b>Aikataulutavoitteet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> yleisaikataulu</li> <li><input type="checkbox"/> tehtäväkohtaiset aikataulut</li> <li><input type="checkbox"/> sopimuksenmukaiset välitavoitteet</li> <li><input type="checkbox"/> talviaikataulu ja tarvittavat toimenpiteet yleisellä tasolla</li> </ul>
<b>Laatu ja laadunhallinta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> muuraustyön laatuvaatimusluettelo</li> <li><input type="checkbox"/> laadunvarmistusohje ja vastuunjako</li> <li><input type="checkbox"/> ongelmakartoitus</li> <li><input type="checkbox"/> muuraustyön tarkastuslista ja tarvittavista toimenpiteistä sopiminen</li> </ul>
<b>Tehtävän sisältö ja vastuunjako</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> tehtävän yksilöidyt sisällöt</li> <li><input type="checkbox"/> todellisten yhteyshenkilöiden nimeäminen ja yhteystietojen päivitys</li> </ul>
<b>Aloitusedellytykset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> suunnitelmavalmius</li> <li><input type="checkbox"/> suunnitelmien toteutettavuus</li> <li><input type="checkbox"/> tarvittavat suunnitelmamuutokset ja niiden hyväksyminen</li> <li><input type="checkbox"/> teknisten yksityiskohtien tarkastelu ja tarvittaessa niiden tarkentaminen</li> <li><input type="checkbox"/> materiaali- ja tarvikeluettelot</li> <li><input type="checkbox"/> materiaalien ja tarvikkeiden toimitusaikataulut ja tilausmenettely</li> <li><input type="checkbox"/> tarvittavien telien, suojien sekä koneiden ja laitteiden saatavuus</li> <li><input type="checkbox"/> henkilöresurssien saatavuus</li> <li><input type="checkbox"/> tarvittavien työskentelyolosuhteiden luominen sekä ylläpidon vastuunjako ja -henkilöt</li> </ul>
<b>Työnaikaiset ohjauskokoukset ja seurantalaverit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> mallityön kohteet, valmistumisajankohta sekä hyväksymismenettely</li> <li><input type="checkbox"/> ohjauspalaverit</li> <li><input type="checkbox"/> nimetään vastuuhenkilö, jolle ilmoitetaan häiriöistä tehtävän aikana</li> <li><input type="checkbox"/> palautepalaverin ajankohta</li> </ul>





## Liite 4: Tarkastuslista talviaikaan tehtäviä rappaustöitä varten. Mukailtu lähteestä (Mäki, T. et al. 2001)

<b>Rappauksen tarkastuslista</b>	Rakennuskohde/työnumero _____
<b>Talviaikana: lokakuu - huhtikuu/ ilman lämpötila &lt; + 5 °C</b>	Rappauskohde _____
	Laatinut _____
	Laadittu (pvm)/päivitetty _____
	Suunnittelee/tarkastaa _____
	Tarkastus pvm _____
<b>Kohde ennen työn aloitusta</b>	
suunnitelma-asiakirjat (luettelo tarkastushetken tilanne)	
materiaalien käyttöohjeet/tuoteselosteet	
mallityö, koerappaus	
varastointialueet/lämpimät varastotilat	
nosto- ja siirtokalusto	
telineet/telineiden osastointi	
ympäristön suojaus ja jätehuolto	
työkohteen sääsuojaus	
työkohteen esilämmitys	
työkohteen lämmitys	
työkohteen tuuletus	
työkohteen valaistus	
<b>Alusta</b>	
puhtaus	
lujuus	
vedenimukyky/mahd. kustutus	
suoruus	
pakkasenkestävyys	
alustan lämpötila	
<b>Materiaalit ja tarvikkeet</b>	
materiaalien varastointi työmaalla	
materiaalien kuljetus työkohteeseen	
vesi/mahd. veden lämmitys (max. 50 ° C)	
laastit	
raudoitusverkko	
<b>Työturvallisuus</b>	
suoja-vaatetus	
kuulosuojaimet, hengityssuojaimet	
materiaalien käyttöohjeet/tuoteselosteet	
teline tarkastus	
työhön opastus	
ensiapu	
<b>Työn aikana tarkastetaan</b>	
tartunta alustaan	
kerrospaksuudet	
tasaisuusvaatimukset	
kuivumisajat/seuranta	
työsaumojen teko	
telineiden kunto, kaiteet	
sääsuojan kunto ja tiiviys	
lämmityksen toiminta	
ilman ja työtilan lämpötila	
tuuletuksen toiminta	
<b>Työn jälkeen</b>	
siivous	
kaluston puhdistus	
olosuhteiden ylläpito ja lämpötilan seuraaminen	
rappauspinnan kustutus tarvittaessa	
rappausten pakkasenkestävyyden varmistaminen ennen lämmityksen lopettamista	
<b>Muita huomautuksia</b>	
värillinen pintarappaus suositellaan tehtäväksi keväällä	



**Liite 5: Muistilista rappaustyön aloituspalaverissa  
käsiteltävistä asioista**

<b>RAPPAUSTYÖN ALOITUSKOKOUS</b>	
<b>Osallistujat ja heidän työtehtävänsä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> työmaan vastaava mestari</li> <li><input type="checkbox"/> rappaustyönjohtaja(t)</li> <li><input type="checkbox"/> työntekijät</li> <li><input type="checkbox"/> suurissa ja/tai vaativissa kohteissa materiaalitoimittajat</li> <li><input type="checkbox"/> suurissa ja/tai vaativissa kohteissa kalustotoimittaja(t)</li> <li><input type="checkbox"/> teknisesti vaativissa kohteissa suunnittelijat</li> </ul>
<b>Aikataulutavoitteet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> yleisaikataulu</li> <li><input type="checkbox"/> tehtäväkohtaiset aikataulut</li> <li><input type="checkbox"/> sopimuksenmukaiset välitavoitteet</li> <li><input type="checkbox"/> talviaikataulu ja tarvittavat toimenpiteet yleisellä tasolla</li> </ul>
<b>Laatu ja laadunhallinta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> rappaustyön laatuvaatimusluettelo</li> <li><input type="checkbox"/> laadunvarmistusohje ja vastuunjako</li> <li><input type="checkbox"/> ongelmakartoitus</li> <li><input type="checkbox"/> rappaustyön tarkastuslista ja tarvittavista toimenpiteistä sopiminen</li> </ul>
<b>Tehtävän sisältö ja vastuunjako</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> tehtävän yksilöidyt sisällöt</li> <li><input type="checkbox"/> todellisten yhteyshenkilöiden nimeäminen ja yhteystietojen päivitys</li> <li><input type="checkbox"/> olosuhteiden hallintasuunnitelman läpikäynti ja vastuunjako</li> </ul>
<b>Aloitusedellytykset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> suunnitelmavalmius</li> <li><input type="checkbox"/> suunnitelmien toteutettavuus</li> <li><input type="checkbox"/> tarvittavat suunnitelmamuutokset ja niiden hyväksyminen</li> <li><input type="checkbox"/> teknisten yksityiskohtien tarkastelu ja tarvittaessa niiden tarkentaminen</li> <li><input type="checkbox"/> materiaali- ja tarvikeluettelot</li> <li><input type="checkbox"/> materiaalien ja tarvikkeiden toimitusaikataulut ja tilausmenettely</li> <li><input type="checkbox"/> tarvittavien telien, suojien sekä koneiden ja laitteiden saatavuus</li> <li><input type="checkbox"/> henkilöresurssien saatavuus</li> <li><input type="checkbox"/> tarvittavien työskentelyolosuhteiden luominen sekä ylläpidon vastuunjako ja -henkilöt</li> </ul>
<b>Työnaikaiset ohjauskokoukset ja seurantalaverit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> mallityön kohteet, valmistumisajankohta sekä hyväksymismenettely</li> <li><input type="checkbox"/> ohjauspalaverit</li> <li><input type="checkbox"/> nimetään vastuuhenkilö, jolle ilmoitetaan häiriöistä tehtävän aikana</li> <li><input type="checkbox"/> palautepalaverin ajankohta</li> </ul>



Tekijä(t) Ekholm, Virpi			
Nimeke <b>Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella Toteutusedellytysten kehittäminen</b>			
Tiivistelmä Tämän tutkimus- ja kehityshankkeen tavoitteena oli parantaa muuraus- ja rappaustöiden toteutettavuutta talviolosuhteissa sekä poistaa näiden töiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvää epävarmuutta.  Hankkeessa selvitettiin talvimuurauksen ja rappauksen ongelmia haastatteleamalla ko. töiden toteuttamiseen osallistuvaa henkilöstöä suomalaisissa rakennusliikkeissä. Keskeisimmät ongelma-alueet talvitoteutuksessa liittyvät työn suunnitteluun, työskentelyolosuhteiden hallintaan sekä tiedon kulkuun yritysten sisällä.  Ratkaisuja todettuihin ongelmiin saatiin sidosryhmien yhteisissä workshopeissa sekä olemassa olevasta kirjallisuudesta. Hyviksi arvioituja menetelmiä kokeiltiin julkisivumuuraustöiden osalta pilottikohteessa talvella 2003.  Keskeinen johtopäätös tutkimuksesta on, että muuraustöiden talvitoteutus on mahdollista hoitaa laadukkaasti. Laadukas ja kustannustehokas muuraustyö edellyttää huolellista tehtäväsuunnittelua sekä kokonaisvaltaista työskentelyolosuhteiden hallintaa. Näitä tuloksia voidaan soveltaa myös rappaustöiden talvitoteutukseen.  Työn toteutuksessa suositeltava toimintatapa on tämän hankkeen perusteella seuraava:  1. Selvitä työn suorituksen ajankohdan odotettavissa olevat olosuhteet säätilastojen perusteella.  2. Suunnittele olosuhteiden hallinta kokonaisuutena: työtasot, työtilan suojaus ja lämmitys sekä materiaalin toimitus, varastointi ja siirrot työkohteeseen.  3. Suunnittele kaluston ja materiaalien hankinta yhteistyössä erikoisurakoitsijoiden kanssa.			
Avainsanat multi-storey buildings, apartment buildings, plastering, winter, masonry, development, brick walls, cold climate, low temperatures, design, construction, scheduling			
Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE			
ISBN 951-38-6181-3 (nid.) 951-38-6182-1 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Projektinumero R1SU00962	
Julkaisu-aika Syyskuu 2003	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 80 s. + liitt. 5 s.	Hinta B
Projektin nimi Olosuherakentaminen		Toimeksiantaja(t) Teknologian kehittämiskeskus Tekes, Optiroc Oy Ab, Wienerberger Oy	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404 Faksi (09) 456 4374	



Author(s) Ekholm, Virpi			
Title <b>Implementation of masonry and plaster work in cold weather conditions</b>			
Abstract <p>The aim of this R&amp;D project was to improve the implementability of masonry and plaster work in cold weather conditions as well as to reduce the uncertainty related to the planning and performance of these jobs. The project looked into the problems encountered in masonry and plaster work in winter by interviewing the employees of Finnish construction companies engaged in such work. The key problem areas in winter-time implementation are work planning, control of working conditions and flow of information within companies.</p> <p>Solutions to the noted problems have been found in joint workshops and literature. Methods deemed good were tried out in the winter of 2003 in a faced brickwork pilot project.</p> <p>The key conclusion of the study is that it is possible to do masonry work in winter without sacrificing quality. First-rate, cost-effective bricklaying demands painstaking task planning and comprehensive control of working conditions. The results can also be applied to plaster work in winter conditions.</p> <p>The recommended operating procedure based on this project is as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use weather statistics to determine the expected conditions at time of work performance.</li> <li>2. Plan control of conditions as a whole: working platforms, protection and heating of work area as well as delivery, storage and transfer of materials on site.</li> <li>3. Plan procurement of equipment and materials in cooperation with specialist contractors.</li> </ol>			
Keywords multi-storey buildings, apartment buildings, plastering, winter, masonry, development, brick walls, cold climate, low temperatures, design, construction, scheduling			
Activity unit VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 TAMPERE, Finland			
ISBN 951-38-6181-3 (soft back ed.) 951-38-6182-1 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Project number R1SU00962	
Date September 2003	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 80 p. + app. 5 p.	Price B
Name of project Olosuhterakentaminen		Commissioned by National Technology Agency of Finland Tekes, Optiroc Oy Ab, Wienerberger Oy	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404 Fax +358 9 456 4374	





- 2158 Shukuya, Masanori & Hammache, Abdelaziz. Introduction to the Concept of Exergy – for a Better Understanding of Low-Temperature-Heating and High-Temperature-Cooling Systems. 2002. 14 p. + app. 17 p.
- 2159 Tillander, Kati, Lindblom, Towe & Keski-Rahkonen, Olavi. Taloudelliset vahingot rakennuspalloissa. 2002. 107 s. + liitt. 5 s.
- 2161 Koivu, Tapio. Kiinteistö- ja rakennusalan tuotemallien ja yhteensopivuuden tulevaisuus. Vaihtoehtoisia skenaarioita ja teknologiapolkuja. 2002. 53 s. + liitt. 11 s.
- 2166 Kääriäinen, Hannu, Tulla, Kauko & Vähäsöyrinki, Erkki. Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta. CISTERI-projekti. 2002. 33 s. + liitt. 22 s.
- 2167 Tapio, Juha, Häkkänen, Helinä, Pajunen, Kirsi, Kaitanen, Susanna & Mäkinen, Tapani. Sakkolainsäädännön uudistamisen vaikutukset ylinopeusrangaistuksiin, ajonopeuksiin ja liikenneturvallisuuteen. 2002. 36 s. + liitt. 7 s.
- 2168 Ojanen, Tuomo & Salonvaara, Mikael. Kuivumiskykyiset ja sateenpitävät rakenteet. 2002. 66 s. + liitt. 3 s.
- 2170 Mikkola, Kati & Riihimäki, Markku. Omakotiorakentajien valmius ympäristöystävällisiin rakentamistapoihin. 2002. 53 s. + liitt. 2 s.
- 2177 Mäkelä, Kari, Laurikko, Juhani & Kanner, Heikki. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt. LIISA 2001.1 -laskentajärjestelmä. 2002. 63 s. + liitt. 42 s.
- 2179 Heikkinen, Jorma, Heinonen, Jarkko, Vuolle, Mika, Laine, Tuomas & Liljeström, Kimmo. Toimistorakennusten hybridi-ilmanvaihto. 2002. 113 s.
- 2181 Paloposki, Tuomas, Myllymäki, Jukka & Weckman, Henry. Luotettavuusteknisten menetelmien soveltaminen urheiluhallin poistumisturvallisuuden laskentaan. 2002. 53 s. + liitt. 13 s.
- 2185 Nummelin, Johanna. Recent trends in European real estate research. 2003. 41 p.
- 2075 Häkkänen, Helinä, Britschgi, Virpi, Sirkiä, Ari & Kanner, Heikki. Nuorten aikomus hankkia ajokortti. Toinen, uudistettu painos, 2003. 74 s. + liitt. 6 s.
- 2191 Lahdenperä, Pertti & Koppinen, Tiina. Kannustavat maksuperusteet rakennushankkeessa. Osa 1. Kansainvälinen kartoitus. 2003. 140 s.
- 2192 Lahdenperä, Pertti & Rintala, Kai. Ajatuksia elinkaarivastuuhankeista. Brittiläisten tila palveluhankintojen tarkastelua uuden suomalaisen käytännön kehittämiseksi. 2003. 52 s. + liitt. 2 s.
- 2194 Kurkela, Juha, Kivinen, Tapani, Westman, Veli-Matti & Kevarinmäki, Ari. Suurten maatalosrakennusten puurunkoratkaisut. Esivalmistetut rakennejärjestelmät. 2003. 116 s. + liitt. 39 s.
- 2195 Koota, Jaana. Market review and study of success characteristics in construction companies. Case: United States. 2003. 41 p. + app. 6 p.
- 2197 Koskela, Lauri & Koskenvesa, Anssi. Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. 2003. 82 s. + liitt. 20 s.
- 2198 Ilomäki, Sanna-Kaisa. Kehitysryhmätyöskentely organisaation oppimisen välineenä. Tapaustutkimus tietojärjestelmän käytönaikaisesta kehittämisestä. 2003. 76 s. + liitt. 7 s.
- 2200 Andstén, Tauno, Keski-Rahkonen, Olavi & Myllymäki, Jukka. Bursting potential of portable fire extinguishers at elevated temperatures. 2003. 36 p. + app. 8 p.
- 2202 Hietaniemi, Jukka, Hakkarainen, Tuula, Huhta, Jaakko, Jumppanen, Ulla-Maija, Kouhia, Ilpo, Vaari, Jukka & Weckman, Henry. Ontelotilojen paloturvallisuus. Ontelopalojen leviämisen katkaiseminen. 2003. 168 s. + liitt. 52 s.
- 2206 Sarja, Asko, Laine, Juhani, Pulakka, Sakari & Saari, Mikko. INDUCON-rakennuskonsepti. 2003. 66 s. + liitt. 35 s.
- 2210 Salonvaara, Mikael & Nieminen, Jyrki. Betonirakenteiden tuuletus ja lämmöneristävyys. 2003. 58 s. + liitt. 8 s.
- 2211 Koivu, Tapio, Laine, Tuomo, Iivonen, Veijo & Gonzales, Dan. Options for the Finnish FM/AEC software packages for market entry in the U.S. 2003. 88 p.
- 2214 Ekholm, Virpi. Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella. Toteutusedellytysten kehittäminen. 80 s. + liitt. 5 s.

Julkaisussa käsitellään muuraus- ja rappauksien toteuttamista kylminä vuodenaikoina. Laadukas ja kustannustehokas työskentely vaativissa sääolosuhteissa edellyttää toteuttajilta huolellista tehtäväsuunnittelua sekä kokonaisvaltaista työskentelyolosuhteiden hallintaa.

Kehityshankkeen lähtökohtana olivat sääolosuhteiden ja käytettävien materiaalien asettamat vaatimukset. Julkaisussa esitetään keinoja muuraus- ja rappauksien huolelliseen suunnitteluun. Lisäksi käsitellään työkohteen sääsuojauksen keinoja ja työskentelyolosuhteiden hallintamenetelyjä. Tärkeänä osana muuraus- ja rappauksien toteutusta paneudutaan myös materiaalitoimittajan ja tuotteiden tilaajan yhteistoiminnan kehittämiseen sekä työmaalogistiikan huolelliseen suunnitteluun.

Julkaisun lopussa kerrotaan kehitystyön tulosten testauksesta kerrostalotyömaalla talvella 2003 sekä toteutus henkilöstön talvityöhön liittyviä kokemuksia ja huomioita.

---

Tätä julkaisua myy  
VTT TIETOPALVELU  
PL 2000  
02044 VTT  
Puh. (09) 456 4404  
Faksi (09) 456 4374

Denna publikation säljs av  
VTT INFORMATIONSTJÄNST  
PB 2000  
02044 VTT  
Tel. (09) 456 4404  
Fax (09) 456 4374

This publication is available from  
VTT INFORMATION SERVICE  
P.O.Box 2000  
FIN-02044 VTT, Finland  
Phone internat. + 358 9 456 4404  
Fax + 358 9 456 4374

---