

Henri Krankka

Harkkomuuraus Poroton-harkolla

Harkkomuuraus Poroton-harkolla

Henri Krankka
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Talonrakennustekniikka

Tekijä: Henri Krankka
Opinnäytetyön nimi: Harkkomuuraus Poroton-harkolla
Työn ohjaaja: Martti Hekkanen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019
Sivumäärä: 36 + 1 liite

Kriittisten ja muita työtehtävä voimakkaasti tahdistavien töiden suunnittelemisen tehtäväsuunnittelun kautta on tärkeää, jotta työmaan työnjohto saa avuksi työkalun, jolla valvoa ja ohjata työmaan etenemistä. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää tehtäväsuunnitelma Poroton-harkoilla muuraukseen.

Tehtäväsuunnitelmaa kehitettiin vertailemalla harkkoa muihin seinämateriaaleihin ja selvittämällä ne seikat, jotka tulee ottaa huomioon muurattaessa juuri Poroton-harkolla. Tarkoituksena oli esimerkkihankkeen avulla etsiä työmaatuotannosta ne kriittiset vaiheet, joissa mahdolliset ongelmat aiheuttavat eniten aikatauluviivästyksiä lisäten kustannuksia.

Opinnäytetyössä raportoitiin esimerkkihankkeessa ilmenneet ongelmat ja selvitettiin syitä niiden syntymiselle. Työmaan etenemistä havainnoitaessa muodostui käsitys niistä asioista, mitkä esimerkkihankkeessa oltaisiin voitu tehdä toisin, jotta aikataulu -ja kustannustavoitteissa oltaisiin pysytty. Työssä todettiin, että tehtäväsuunnitelman yhdessä tekeminen auttaisi työntekijöitä alusta asti tiedostamaan kyseisen työvaiheen aikataulu- ja kustannustavoitteet. Näin mahdolliset ongelmat voitaisiin ennakoita ja tarvittaessa niihin ehdittäisiin reagoida hyvissä ajoin.

Opinnäytetyössä verrattiin Poroton-harkkoa muiden valmistajien harkkoihin, tarkkailtavana olivat Lecaterm- ja Ecoterm-harkko. Poroton-harkko hävisi kaikki vertailut. Tuloksissa tulee huomioida kuitenkin se, että Poroton-harkkomuurauksesta ei ole saatavilla työmenekkitietoja. Tässä opinnäytetyössä saadut työmenekkitiedot ovat esimerkkikohteesta saatuja seurantatietoja, joihin vaikuttavat suuresti kohteessa ilmenneet ongelmat. Opinnäytetyön tuloksia voidaan kuitenkin hyödyntää seuraavissa hankkeissa.

Asiasanat: Poroton-harkko, harkkomuuraus, tehtäväsuunnittelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Henri Krankka

Title of thesis: Block Masonry With Poroton Block

Supervisor: Martti Hekkanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 38 + 1 appendices

It is essential to plan jobs that vigorously synchronize critical and other work functions through task drafting, in order for the management of the worksite to get a tool to monitor and conduct the progress. Poroton block masonry, that is handled within this thesis, is a new product for the whole execution organization, therefore a decent task drafting must be composed.

The goal of this thesis was to develop a masonry task design for Poroton block. The task design was developed by comparing the block to other wall materials, and examining the circumstances that must be taken into consideration while masonry with the Poroton block. The purpose was to seek the critical phases of worksite production where the prospective problems cause most delays in schedule, and therefore increasing expenses, by using an exemplary project.

By observing the progress of worksite it was possible to construct an impression of those factors that could have been done differently in order for meeting the schedule and expense goals. In this thesis, the appeared problems in the exemplary project were aggregated, and the reasons behind those problems were sorted out. Therefore, in this thesis it was stated that doing the task design together would assist the employees to be aware of the goals regarding schedule and expense, of that particular phase. By creating the task design together early enough, the prospective problems can be anticipated and if necessary, it is possible to react to them well in advance.

In this thesis the comparison between the Poroton block and other manufacturers' blocks was carried out. Poroton block lost all the comparisons. However, it must be taken into consideration that there is no information available about the work consumption of Poroton block masonry. The work consumption information introduced in this thesis is monitoring data from the exemplary project, which are highly affected by the appeared problems. The results of this thesis can be utilized in following projects.

Keywords: Keywords: Poroton block, block masonry, task design

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 POROTON-HARKKO	9
2.1 Poroton- ja Porotherm-harkkojen ominaisuudet	9
2.2 Erot muihin suomessa käytössä oleviin harkkoihin	11
3 MUURAUUS POROTON-HARKOLLA	13
3.1 Muurausvaiheet	13
3.2 Työmenekin vaikutus hintaan	19
4 TEHTÄVÄSUUNNITELMA	21
4.1 Tehtäväsuunnitelmassa huomioitavaa käytettäessä Poroton-harkkoa	22
4.1.1 Aluesuunnittelu	24
4.1.2 Aikataulusuunnittelu	24
4.1.3 Siirtojen suunnittelu	25
4.2 Poroton-harkon tehtäväsuunnitelma	27
4.3 Tehtävän sisältö	27
4.3.1 Alkutila	27
4.3.2 Työsisältö	27
4.3.3 Lopputila	28
4.4 Tarvittavat selvitykset	28
4.4.1 Materiaalit ja kalusto	28
4.4.2 Työryhmä	28
4.4.3 Edeltävät työt	29
4.4.4 Liittyvät työt	29
4.4.5 Työturvallisuus	29
4.4.6 Laatuvaatimukset	30
4.4.7 Tarvikkeet	30
4.4.8 Harkkojen vastaanotto ja varastointi	30
4.4.9 Nostot ja siirrot	31

4.4.10 Mahdolliset ongelmat	31
4.4.11 Työ- ja materiaalimenekki	31
5 POROTON-HARKKOMUURAUKSEN HAASTEET ESIMERKKITYÖMAALLA	32
5.1 Tehtäväsuunnittelun puutteellisuus	32
5.2 Työsaavutuksen vähyys	32
5.3 Ongelmat logistiikassa	33
5.4 Työryhmän irtisanoutuminen	34
5.5 Suunnitelmien puutteellisuus	35
6 YHTEENVETO	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	
Liite 1 Raturva rakennustöiden turvallisuuskortti kivirakentamisen osalta	

SANASTO

Muuraustyöryhmä	Rakennusammattimiehistä sekä rakennusmiehistä muodostuva työryhmä
Perliitti	Vulkaanisesta kivistä valmistettu raemainen eriste
Poroton-harkko	Massiivinen perliittitäyteinen kennoharkko
Pääurakoitsija	Tilaaajan sopimuskumppani, joka on sitoutunut urakoimaan urakkasopimuksen mukaiset työt
Tehtäväsuunnitelma	Tehtäväsuunnitelman tavoitteena on varmistaa suunniteltavan työkokonaisuuden toteutus siten, että pysytään tehtävälle asetetuissa tavoitteissa
tth/m ²	Työhön kulunut aika työntekijätunteina yksikköä kohden
Työmenekki	Aika, jonka työntekijä tai työryhmä tarvitsee yhden suoriteyksikön aikaansaamiseen
Työsaavutus	Sovitun työryhmän aikayksikössä tuotettujen suoritteiden lukumäärä

1 JOHDANTO

Kiinnostus keraamisten tiiliharkkojen käyttöön rakentamisessa on vahvasti kasvussa. Keraamiset tiiliharkot ovat massiivisia yksiaineisia rakenteita, jolloin ne ovat turvallisempia ja vikasietoisempia kuin kerrokselliset rakenteet. Niissä ei ole tiiviitä kerroksia, joihin kosteus voisi tiivistyä. Opinnäytetyössä käsiteltävän esimerkkihankkeen koulurakennuksen ulkoseinät tehtiin yksiaineisella rakennusmateriaalilla, koska koulujen sisäilmaongelmat ovat moninkertaistuneet lähivuosina.

Opinnäytetyön tavoitteena on harkkomuurauksen tehtäväsuunnitelman kehittäminen Poroton-harkolle. Tehtäväsuunnitelmaa kehitetään vertailemalla harkkoa muihin seinämateriaaleihin ja selvittämällä ne asiat, jotka tulee ottaa huomioon muurattaessa juuri Poroton-harkolla. Tarkoituksena on esimerkkihankkeen avulla etsiä työmaatuotannosta ne kriittiset vaiheet, joissa mahdolliset ongelmat aiheuttavat eniten aikatauluviivästyksiä ja kustannusten kasvua.

Työn aluksi perehdytään Poroton-harkon ominaisuuksiin, minkä jälkeen käsitellään Poroton-harkkomuurauksessa esiintyneitä ongelmia esimerkkihankkeessa. Tämän jälkeen tehdään hintavertailu, missä Poroton-harkkoa verrataan muihin mahdollisiin julkisivumateriaaleihin. Lopuksi tehdään vielä Poroton-harkon tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelmaa voi soveltaa sellaisenaan myös muille harkkomateriaaleille.

2 POROTON-HARKKO

Poroton-harkon kaltaiset kennoharkot ovat hyvin yleisiä eurooppalaisessa rakentamisessa. Kennoharkkojen lämmöneristävyys perustuu optimoituun reikägeometriaan, jonka ansiosta saavutetaan hyvät lämmöneristävyysvaatimukset. Kennoharkot sisältävät monia kennoja, minkä ansiosta tiilimateriaali on vähennetty minimiin. Kennoharkkojen lämmöneristävyys perustuu siis siihen, että ne ovat mahdollisimman suurelta osin ilmaa sillä ilma on hyvä lämmöneriste. (1.)

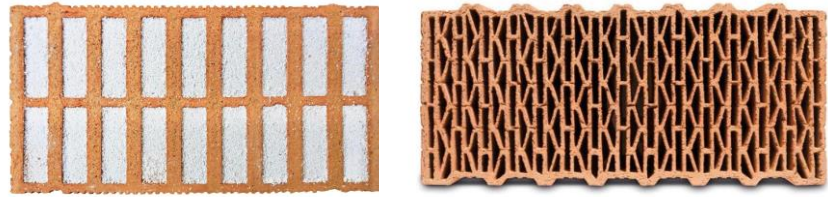
2.1 Poroton- ja Porotherm-harkkojen ominaisuudet

Kennoharkkoja on valmistajasta riippuen erilaisia. Useilla eri valmistajilla on tarjolla myös täytettyjä kennoharkkoja. Poroton-harkko, jota työssä käsitellään, on perliitillä täytetty vaihtoehto. (1.)

Poroton-harkko on Wienerbergerin valmistama keraaminen vulkaanisella kiviaineksella eli perliitillä täytetty yksiaineinen kennoharkko. Perliittiä valmistetaan polttamalla vulkaanista kiveä tuhannen asteen lämpötilassa ja se on raekooltaan 1-5 millimetriä. Perliitti on puristettu harkkoihin melko tiiviisti. Perliitin vesihöyrynläpäisykyky on sama kuin tiilellä, jolloin siihen ei synny kalvoja, joihin vesihöyry voisi tiivistyä. Wienerberg valmistaa myös täyttämätöntä Porotherm-kennoharkkoa, joka on lämmöneristävyysvaatimuksiltaan hyvä vaihtoehto, mutta sen ääneneristävyys ei ole niin hyvä. Harkkojen ominaisuuksia on vertailtu keskenään taulukossa 1. (1.)

TAULUKKO 1. Poroton-harkon ominaisuuksien vertailu Porotherm-harkkoon (2)

Vertailu



Poroton S8 P

Porotherm 1.4H. i 50 Plan

<i>Koko (mm)</i>	248x490x249	200x500x249
<i>Paino</i>	22,7	15,3
<i>Menekki</i>	16 kpl/m ²	20 kpl/m ²
<i>Puristuslujuus</i>	10 MN/m ²	10MN/m ²
<i>U-arvo</i>	0,16 Wm ² K	0,17 Wm ² K
<i>Ääneneristävyys</i>	48d B	44d B
<i>Vesihöyrynläpäisevyys</i>	μ 5/10	μ 5/10

Poroton kennoharkko (kuva 1) on materiaaliltaan tiiltä. Materiaalina tiili on kosteusteknisesti vähäriskinen, sillä se ottaa kosteutta hyvin vastaan ja luovuttaa sitä sekä ulkoilmaan, että huoneilmaan tasaten tehokkaasti lämmön- ja ilmankosteuden vaihteluita. Tiili valmistetaan savesta, joka on terveellinen ja puhdas luonnontuote. Poroton kennoharkkorakenne on tiivis sekä hengittävä, mikäli sen pinnoittamiseen käytetään ns. hengittäviä tuotteita niin ulko- kuin sisäpinnassa. Poroton-harkkomuuraus käy julkisivumateriaaliksi sellaisenaan, kunhan sen pinnoittaa. (2.)



KUVA 1. Poroton-harkko

Poroton-harkko soveltuu perliittitöyhteensä ansiosta hyvin kerrostalojen sekä julkisten tilojen runkomateriaaliksi. Poroton-harkko on Porotherm-harkkoa kevyempi, mikä johtuu sen pienemmästä koosta. Porotherm-harkko oli mitoiltaan ja painoltaan samaa luokkaa Poroton-harkon kanssa, mutta valmistajan mukaan vuoden 2019 alussa on alettu toimitamaan pienempää mallia. (2.)

Poroton-harkon paksummat ulkoreunat antavat sille paremman kestävyuden, jolloin se kestää paremmin pinnoittamista sekä reikien tekemistä halkeamatta. Poroton-harkon paksumpien reunojen ansiosta se tarjoaa paremmat suunnittelumahdollisuudet eri julkisivuvaihtoehdoille. (1.)

Poroton-harkkomuurauksen voi viimeistellä useilla eri julkisivumateriaaleilla. Tyypillisesti harkon pinta rapataan, jolloin se käy sellaisenaan julkisivumateriaaliksi. Esimerkkikohteessa harkkoseinän lisäksi muurataan julkisivumuuraus. Tiiliverhouksen etuna muihin julkisivumateriaaleihin on sen pitkäikäisyys ja huoltovapaus. (4.)

Poroton-harkko on kennoharkko, joten se kuivuu nopeasti. Harkkomuuraus toteutetaan ohutsaumamuurauksena, joten laastista ei siirry lisäkosteutta harkkoon. Harkkomuuraus on pinnoitettavissa niin ulko- kuin sisäpuolelta kolmen viikon kuluessa muurauksesta. (2.)

2.2 Erot muihin suomessa käytössä oleviin harkkoihin

Opinnäytetyössä vertaillaan Poroton-harkon ominaisuuksia Lecaterm- ja Ecoterm-harkkoon sekä betonielementtiseinään. Näin saadaan parempi käsitys siitä, millainen Poroton-harkko on ominaisuuksiltaan verrattuna muihin harkkoihin.

Taulukossa 2 vertaillaan kolmen edellä mainitun harkon ja betonielementtiseinän ominaisuuksia. Taulukossa esiintyvä Lecaterm-harkko on 380 millimetriä paksu polyuretaanieristeinen kevytsoraharkko ja Ecoterm-harkko on 500 millimetriä paksu kevytbetoni-harkko. Betonielementtiseinä on vertailussa mukana, koska se on suosittu ja yleinen seinärakenne. (5.)

TAULUKKO 2. Poroton-, Lecaterm- ja Ecoterm-harkon sekä betonielementtiseinän ominaisuuksien vertailu (2; 5; 6; 7, s. 80)

Ominaisuudet	Poroton S8 P	Lecaterm sign LTH 380	De- +500	Ecoterm +500	Betoniele- menttiseinä
Rakenteen paksuus mm	490	380		500	460**
Harkon paino kg/kpl	22,7	20,9		18	-
Menekki kpl/m ²	16	10		8,3	-
U-arvo W/m ² K	0,16	0,15*		0,15	0,16
Ääneneristävyys Rw	48	47		49	-
Paloluokka	REI120	REI120		REI240	REI90

*Lukuarvo käytettäessä polyuretaanivaahtoa vaakasaumassa. Ilmaraolisella vaakasaumalla rakenteen U-arvo on 0,16 W/m²K (5)

** Rakenteen paksuudesta eristettä 240 mm.

3 MUURAUUS POROTON-HARKOLLA

3.1 Muuravaiheet

Muurauksen aloitus

Poroton-harkko on korkeussuunnassa erittäin mittatarkka, joten laadukkaan lopputuloksen edellytyksenä on sokkelin pinnan suoruus. Harkkojen muurauksen aloitetaan sokkelin yläpinnan mahdollisen oikaisun ja bitumihuopakasta asennuksen jälkeen. Bitumihuopakasta toimii sokkelin kapillaarikatkona sekä seinän ja lattian liittymän tiivistyksenä. (12.)

Ensimmäisen harkkokerroksen alle levitetään vierekkäin kaksi 5 - 10 mm:n paksuista tasaustaakerrosta. Tasaustaasti levitetään muurauksen edetessä maltillisesti kerrallaan, jottei laasti pääse kuivumaan. Laastikerroksen levittäminen antaa hieman tasausvaraa ensimmäiselle harkkokerrokselle. Näin varmistetaan muuraukselle mahdollisimman tasainen aloitus. Laastikerrosten väliin jätetään muutaman senttimetrin paksuinen väli, joka täytetään polyuretaanivaahdolla kylmäsiltojen eliminoimiseksi. (12.)

Ensimmäisen harkkokerroksen muurauksen jälkeen varmistetaan muurauksen suoruus, minkä jälkeen muurauksen annetaan kovettua ennen työn jatkamista. Hyvän laastitartunnan varmistamiseksi tulee harkkojen pinnoilta poistaa mahdollinen työmaapöly ja lika. (12.)

Harkkojen muurauksessa käytetään kennoharkkoille soveltuvaa ohutsaumamuurauslaastia, joka levitetään muurauksen kelkalla. Harkkojen vaakasauman paksuus on 1 - 2 mm. Harkkojen pystysaumoihin levitetään laastia ainoastaan suunnitelmien sitä vaatiessa. Muurauksen edetessä muurauksen suoruutta tarkkaillaan linjaarin sekä vesivaa'an avulla. Muurauksessa on hyvä käyttää myös linjalankaa. (12.)

Nurkat sekä niiden liittymät

Kuvassa 2 näkyvien pystysaumojen limityksen minimipituus tulee olla vähintään 100 mm. Harkkomuurauksen etenee normaalisti puolen kiven limityksellä. Muurauksen edetessä on seurattava limitysetäisyyttä. Mikäli limitysetäisyys pienenee liikaa, tulee harkkoa kaventaa riittävän limitysetäisyyden ylläpitämiseksi. (12.)



KUVA 2. Harkkomuurauksen nurkan limitys

Aukot ja niiden ylitykset

Aukkojen pielissä käytetään niihin erikseen suunniteltuja puolikasharkkoaihioita (kuva 3). Joka toinen harkkokerros muurataan kokonaisesta puolikasharkosta ja joka toinen sahaan puolikkaaksi puolikasharkoksi. Puolikasharkkoja käytetään riittävän suunnitelmien mukaisen tartuntaetäisyyden varmistamiseksi ikkunoiden ja ovien ruuvikiinnityksissä. (12.)



KUVA 3. Puolikasharkkoaihio ovenpielessä

Kuvassa 4 näkyvät aukonylityspalkit valmistetaan tähän tarkoitukseen suunnitelluista u-harkoista latomalla niitä sopiva määrä putkeen tasaiselle alustalle. Palkit raudoitetaan ja betonoidaan rakennesuunnitelmien mukaisesti. Valmiiksi valetut palkit on helppo asentaa paikoilleen sopivalla nostokalustolla. (12.)



KUVA 4. Aukonylityspalkkien valmistaminen maassa

Aukonylitykset on myös mahdollista tehdä paikallaan. Tällöin u-harkot asennetaan aukokotukien varaan, minkä jälkeen asennetaan normaalisti suunnitelmien mukaiset raudoitukset. Lopuksi u-harkot valetaan suunnitelmien mukaisella betonilla. Aukonylityspalkit tarvitsevat vähintään 250 mm tukipinnan molemmille puolille riittävän tukipinnan varmistamiseksi. Tukipinnan pituuden määrittelee rakennesuunnittelija. Aukonylityspalkit asennetaan aukon reunalla n.10 mm laastikerroksen päälle, koska aukonylityspalkit ovat 10 mm matalampia kuin normaalit Poroton-harkot. (12.)

U-harkoista valmistettuja palkkeja tarvitaan kaksi jokaista aukonylitystä kohden. Palkkien väliin laitetaan asennuksen yhteydessä kuvan 5 mukainen 140 mm:n paksuinen polyuretaanieriste. Tiiviin asennuksen varmistamiseksi voidaan eristeen ja u-harkon väliin laittaa ohutsaumalaastia tai polyuretaani vaahtoa. (12.)



KUVA 5. Polyuretaanieristettä aukonylityspalkkien välissä

Harkon pinnoittaminen

Poroton-harkko on mahdollista rapata, jolloin se käy sellaisenaan julkisivumateriaaliksi. Harkon rappaus tehdään tällöin kaksikerrosrappauksena, jonka kokonaispaksuus on noin 15 mm. Mikäli julkisivumateriaaliksi valitaan julkisivumuuraus, tulee harkon ulkopinta tällöin slammata. Slammauksen paksuus on puolet rappauksesta. (12.)

Harkon rappaus ja slammaus tulee tehdä yli viiden asteen lämpötilassa. Mikäli lämpötila laskee tämän alle, tulee huolehtia lisälämmityksestä sekä riittävän suojan rakentamisesta. Myös Poroton-harkon muurauksessa edellä mainittu lämpötila ei saa alittua. Mikäli Poroton-harkkomuurausta joutuu toteuttamaan alhaisissa lämpötiloissa, tulee käyttää pakkasohutsaumamuurauslaastia. Tällöin ohutsaumamuurausta voidaan toteuttaa alle viiden asteen lämpötiloissa, kunhan noudatetaan huolellisesti valmistajan ohjeita. (12.)

Harkon työstö

Poroton-harkon asennusta helpottamiseksi on kehitetty kuvassa 6 näkyvät asennussakset. Harkkojen ohentamiseen ja katkaisemiseen soveltuu parhaiten isoteräinen vesikiertoinen tiilisirkkeli. (12.)



KUVA 6. Poroton-harkon asennussakset

Taulukossa 3 esitetään vertailu eri ulkoseinävaihtoehtojen kustannuksista. Vertailussa esitetään eri harkkojen hintoja vertailtuna Poroton-harkkoon. Vertailuun on myös otettu betonielementtiseinän kustannukset mukaan.

TAULUKKO 3. Poroton-, Lecaterm- ja EcoTerm-harkon sekä Betonielementtiseinän hintavertailu (2; 7, s. 76; 8, s.51; 9)

Hintavertailu	Poroton S8 P	Lecaterm Design LTH 380	EcoTerm +500	Betonielementtiseinä
Ulkopinnan käsittely	Rappaus	Rappaus	Rappaus	Maalaus
Käsittelyn hinta /m ²	65 €	41,87 €	41,87 €	6,93 €
Materiaalin hinta /m ²	174 €	97 €	67 €	178,80 € sis. asennustyöt
Harkon työmekki /m ²	2,34 tth	1,36 tth	1,14 tth	
Harkon muuraustyön hinta /m ²	71,61 €	41,59 €	34,86 €	-
Sisäpuolen tasointus 3 kertaa sisältäen materiaalin ja työn hinta/m ²	8,10 €	8,10 €	8,10 €	8,10 €
Telinekustannukset	19-24 €/m ²			
Yhteensä:	318,71 /m²	188,6€ /m²	151,83€ /m²	193,8€ /m²

Kaikki hinnat ovat alv 0% hintoja

Taulukon 3 vertailussa esitetään Poroton-harkkomuurauksen toteutuneet telinekustannukset käytettäessä mastonostinta. Telinekustannuksia ei kuitenkaan ole otettu huomioon yhteenlaskussa, sillä vertailu ei olisi ollut järkevää johtuen Poroton-harkkomuurauksessa ilmenneistä ongelmista, jotka eivät suoranaisesti johtuneet kyseisestä harkosta.

Ongelmat aiheuttivat mastonostimien tehotonta käyttöä, minkä vuoksi telinekustannukset kasvoivat. Betonielementtiseinän kustannuksissa ei olla otettu huomioon tarvittavan tuentakaluston eikä nostokaluston kustannuksia.

Poroton-harkon osalta ulkopinnan rappauksen ja harkkojen materiaalin hintana on käytetty hintaa, joka on esillä Poroton-kennoharkkotaloesitteessä. Sisäpuolen tasoituksen hintana on käytetty samaa kuin Lecaterm-harkolla. Lecaterm-harkon työmenekkitiedot sekä sisä- ja ulkopinnan käsittelyn hinnat on saatu Rakennusosien kustannuksia (2014) -kirjasta. Harkon hinta on saatu lähettämällä tarjouspyyntö harkon valmistajalle. (5, s.76; 8, s.51; 7, s.79; 10.)

Vertailussa Ecoterm-harkon työmenekkitiedot on saatu aikataulukirjasta. Harkon sisä- ja ulkopinnan käsittelyn hinnat on saatu Rakennusosien kustannuksia (2014) kirjasta. Harkon hintana on käytetty valmistajalta saatua tarjousta. (7, s.76; 11, s.190; 12.)

Betonielementtiseinän ominaisuuksia ei tarkastella syvemmin, sillä esimerkkihankkeessa oli alusta alkaen selvää, että ulkoseinämaterialina halutaan käyttää yksiaineista massiivirakennetta. Vertailuun on otettu Lecaterm-harkko, vaikkei se ole yksiaineinen harkko. Lecaterm-harkon muut ominaisuudet ovat kuitenkin lähellä Poroton-harkkoa, joten se on hyvä vertailukohde.

Edellä mainitut hintatiedot pitävät paikkansa muurattaessa kesällä. Talvimuurauskustannukset nostavat muurauksen hintaa, koska telineet pitää lämmittää, jottei harkkolaasti ehdi jäätyä ennen kuin se on saavuttanut tarvittavan lujuuden. Myös harkkolaastin talvimuurauskelpoisuus on selvitettävä, jos joudutaan muuraamaan talvella.

3.2 Työmenekin vaikutus hintaan

Harkkojen kustannuksia vertailtaessa voidaan havaita, että Poroton-harkon kustannus verrattuna Lecaterm- harkkoon on 1,7 -kertainen ja 2,1 -kertainen verrattuna Ecoterm-harkkoon. Ero kustannuksissa johtuu osittain Poroton-harkon 1,8 -kertaisesta hinnasta verrattuna Lecaterm-harkkoon ja 2,6 -kertaisesta hinnasta verrattuna Ecoterm-harkkoon. Hintaeroihin vaikuttaa myös se, että Poroton-harkon toteutunut työmenekki on 1,7 -kertainen verrattuna Lecaterm-harkon Rakennusosien kustannuksia (2014) -kirjan työmenekkitietoon. Työmenekillä tarkoitetaan aikaa, jonka työntekijä tarvitsee yhden suoriteyksikön tekemiseen.

Taulukossa 4 Poroton-harkon työmenekkinä on käytetty esimerkkihankkeessa toteutunutta työmenekkiä, jota tarkasteltiin 30 työpäivän ajan. Työmenekki sisältää puhtaan seinämuurauksen lisäksi aukonylityksiä, jotka osaltaan hidastavat työntekoa. Tämä täytyy ottaa huomioon vertailtaessa hintoja.

Poroton-harkon työmenekki kannattaa arvioida yläkanttiin ja ottaa huomioon, että ikkunoiden ja ovien ylitykset hidastavat työtä. Rakennuksen rungolla on suuri vaikutus muihin työvaiheisiin sekä koko rakennushankkeen aikatauluun, joten harkkomuuraukselle olisi hyvä varata tarpeellinen väljyys aikatauluun tulevissa hankkeissa siihen asti, että saadaan lisää työmenekkitietoja muistakin hankkeista.

4 TEHTÄVÄSUUNNITELMA

Tehtäväsuunnittelulla tarkoitetaan tehtävän ohjausta, suunnittelua ja valvontaa. Tehtäväsuunnitelmasta on eniten hyötyä, kun se laaditaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennen hankintojen, aliurakkaneuvottelujen ja työkauppojen sopimista. Näin tehtäväsuunnitelmaa voidaan käyttää tarjouspyyntöjen ja aliurakkasopimusten lähtötietoina. Riittävän ajoissa laaditulla tehtäväsuunnitelmalla varmistetaan, että sopimukseen saadaan kirjattua tehtävän tavoitteet selkeästi. Näin ne ovat myös mitattavissa ja ohjattavissa. (13, s. 2-3.)

Karkean tason tuotantosuunnitelmat tarkentuvat tehtäväsuunnitelman myötä sellaiselle tarkkuustasolle, että tehtäväsuunnitelma tarjoaa konkreettiset keinot työmaan työnjohdolle tuotannon johtamiseen ja valvontaan. Yksittäisten töiden tehtäväsuunnittelu on järjestelmällinen tapa ohjata työmaatuotantoa. (13, s. 2-3.)

Tehtäväsuunnitelman avulla pääurakoitsija määrittää sopimuksen aliurakkaehdot, aliurakan sisällön, laatu- ja turvallisuusvaatimukset sekä urakkarajat. Urakkarajojen selkeä määrittäminen on erityisen tärkeää, jotta työt saadaan jatkumaan sujuvasti työryhmältä toiselle. Valitun aliurakoitsijan tulee osallistua tehtäväsuunnitelman tarkentamiseen antamalla esimerkiksi työmenekkitietoja suunnittelun lähtötiedoiksi. (13, s. 2-3.)

Tehtäväsuunnitelma toimii yhteenvedona tehtävälle asetetuista vaatimuksista ja tavoitteista. Tehtäväsuunnitelmassa käydään läpi tehtävän aikataulu- ja kustannustavoitteet, laatuvaatimukset sekä työ- ja ympäristöturvallisuuteen liittyvät asiat. Tehtäväsuunnitelmassa on hyvä myös pohtia mahdollisia ongelmia sekä keinoja, joilla näihin reagoidaan. Tarvittaessa voidaan myös luoda potentiaalisten ongelmien analyysi (POA). (13, s. 2-3.)

Tehtäväsuunnitelman laatiminen on aina kohdekohtaista, joten sitä ei ole tarpeellista laatia kaikista töistä. Valittavat kokonaisuudet vaihtelevat kohteen ominaisuuksien mukaan. Työnjohdon onkin mietittävä, mistä tehtävistä tehtäväsuunnitelma laaditaan kyseisessä kohteessa. Tehtäväsuunnitelma yleensä laaditaan työmaan keskeisistä työtehtävistä. Esimerkiksi runkovaiheen töistä on hyvä laatia tehtäväsuunnitelma sillä ne ovat samalla myös taloudellisesti merkittäviä työvaiheita. Muita tehtäväsuunnitelmalla suunniteltavien työvaiheiden valintakriteereitä voivat olla esimerkiksi seuraavat (13, s. 2-3):

- Tehtävä on pitkäkestoinen tai se tahdistaa muita työtehtäviä siten, että tehtävän ajallaan suorittamien on edellytys työmaan yleisaikataulussa pysymiselle.
- Tehtävä on työntekijöille tai työnjohdolle ennalta vieras. Tällöin tehtäväsuunnitelmalla voidaan perehtyä etukäteen tehtävän toteutukseen ja ennalta ehkäistä mahdollisia työssä syntyviä ongelmia. (13, s. 2-3.)

Tehtäväsuunnitelman tarkoitus on varmistaa, että yksittäinen rakennustyömaan tehtävä pysyy aikataulussa ja budjetissa sekä täyttää kyseiselle tehtävälle asetetut laatuvaatimukset. Tehtäväsuunnitelma toimii myös valvovana ja ohjaavana työkaluna työntekijöille ja työnjohdolle. (14, s.10-11.)

Yksittäisten töiden tehtäväsuunnittelu on järjestelmällinen tapa ohjata työmaatuotantoa. Tehtäväsuunnitelmassa käydään läpi yksittäisen tehtävän tavoitteet ja vaatimukset sekä varmistetaan aloitusedellytykset tehtävälle. (11, s.36-37.)

Tehtäväsuunnitelman laatii työmaalla joko vastaava työnjohtaja tai erikseen sovittu vastuhenkilö. Tehtäväsuunnitelman on tarkoitus varmistaa, että jokaisella on yhteinen käsitys työn sisällöstä ja tavoitteista. Niinpä ei ole tärkeää, kuka sen laatii vaan se, että se käydään yhdessä läpi esimerkiksi tehtävän aloituspalaverissa. (11, s.36-37.)

Tehtäväsuunnitelman laadintaan on mahdollisuuksien mukaan otettava mukaan myös työntekijät. Esimerkiksi mietittäessä parasta toteutustapaa tai mahdollisia ongelmia mitkä työstä voi aiheutua voi, työntekijöillä olla kokemuksen myötä kehittynyt parempi näkemys kyseisen työvaiheen toteuttamisesta. Tehtäväsuunnitelma tulee käydä läpi työntekijöiden kanssa esimerkiksi tehtävän aloituspalaverissa, jolloin voidaan myös tarkistaa tehtävän aloitusedellytykset kuten materiaalitoimitukset ja tarvittavat resurssit. Samalla kun tehtäväsuunnitelma käydään läpi, voidaan myös tarkistaa aikataulutilanne edeltävien töiden osalta. (11, s.36-37-)

4.1 Tehtäväsuunnitelmassa huomioitavaa käytettäessä Poroton-harkkoa

Poroton harkkoletkoja vertaillaan taulukossa 4 Lecaterm- ja Ecoterm-harkkoletkoihin. Vertailu on toteutettu tehtäväsuunnitelman laatimisen näkökulmasta ja sen tarkoituksen on havainnollistaa harkkojen fyysisiä eroja. Ecoterm-harkko on yksiaineinen kevytbetoni-harkko ja Lecaterm-harkko on polyuretaanieristeinen kevytsoraharkko.

Suurin ero taulukossa 4 esiintyvien harkkojen ominaisuuksien vertailussa on se, että Lecaterm-harkko on polyuretaanieristeinen, kun taas Poroton- ja Ecoterm-harkon lämmöneristävyys perustuu niiden massiiviseen paksuuteen. Molemmat harkot ovat yksiaineisia. Lecaterm-harkko valittiin vertailuun mukaan, koska sen muut ominaisuudet ovat lähellä Poroton-harkkoa.

TAULUKKO 4. Poroton-, Lecaterm ja Ecoterm-harkkolavojen vertailu (2; 5; 9)

Ominaisuudet



Poroton S8 P

Leca design LTH-380

EcoTerm +500

Mitat mm	248x490x249	498x380x195	500x200x600
Paino kg/kpl	22,7	20,9	18
Menekki kpl/m ²	16	10	8,3
Lavan koko kpl/lava	36	48	24
Valmista pinta m ² / yksi lava	2,25	4,8	2,88
Lavan pohja pinta-ala m ²	0,75	1,2	1,2
Yhden lavan tilavuus m ³	1,09	1,77	1,44

4.1.1 Aluesuunnittelu

Työmaan aluesuunnittelu on osa rakennushankkeen tuotannosuunnittelua. Työmaan aluesuunnitelmaa käytetään tiedotusvälineenä hankkeen osapuolien välillä. Aluesuunnitelmassa on esitetty muun muassa: työmaa-alue, liikennejärjestelyt, työmaatilojen sijoituspaikka, materiaalien varastointipaikka, roskalavojen sijainti sekä muita rakentamisvaiheen asioita. Työmaan aluesuunnitelman pitäisi siis vastata esimerkiksi kysymykseen: missä varastoidaan mitäkin rakennusmateriaalia ja mihin rakentamisessa syntyvät jätteet vietään.

Kun rakennuksen ulkoseinän muuraamisessa käytetään Poroton-harkkoa, tulee työmaan aluesuunnittelunkin pohjautua kyseisen harkon ominaisuuksiin. Poroton-harkko on mitoitetaan 248x249x490 mm, kun taas vertailtavan Lecaterm harkon mitat ovat 498x195x380 mm. Poroton-harkko on siis syvyysuunnaltaan 110 mm paksumpi kuin Lecaterm. Esimerkiksi yhdestä Poroton-harkkolavasta saadaan 2,25 m² valmista seinäpintaa sen viidessä varastointialueelta ja kuljetusvälineestä pohjapinta-alaa 0,73 m². Kevytsoraeristeharkkolavasta sen sijaan saadaan valmista seinäpinta-alaa 4,8 m² sen viidessä varastointialueelta tilaa 1,2 m².

Poroton-harkon suuremmasta koosta verrattuna Lecaterm-harkkoon johtuen Poroton-harkoille täytyy varata suurempi määrä varastointitilaa työmaan aluesuunnitelmasta. Esimerkiksi kymmenen neliömetrin kokoiselle varastointialueelle mahtuu teoreettisesti noin 14 Poroton-harkkoletkaa, joista saadaan valmista seinäpintaa 31 m². Kevytsoraeristeharkkoletkoja samaiselle varastointialueelle sen sijaan mahtuu 8 kappaletta, joista saadaan valmista seinäpintaa 40 m². Poroton-harkoille tulisi siis varata noin 1,3-kertainen tila verrattuna kevytsoraeristeharkkoon.

Esimerkkityömaan ollessa kaksikerroksinen koulurakennus, jossa on ulkoseinäpinta-alaa noin tuhat neliometriä korostuu Poroton-harkon viemä suurempi tila entisestään. Aikataulusuunnittelu

Laadittaessa työmaan yleisaikataulua ja tehdessä aikataulusuunnitelmaa tarvitaan tietoja työsaavutuksesta, työmenekistä sekä työryhmän koosta. Nämä tiedot saadaan joko aikaisempien kohteiden kokemuksen perusteella tai esimerkiksi Ratu Aikataulukirjasta. Ai-

kataulun tekemisessä pitää käyttää realistisia lähtötietoja. Aikataulussa pysyminen edellyttää jatkuvaa ajan tasalla olevaa tietoa tuotannon tilasta. Mikäli tuotannossa esiintyy häiriöitä, tulee olla tiedossa ne työkalut joilla häiriöihin puututaan. Eli työnjohdolla tulee olla koko ajan käsitys siitä missä mennään verrattuna suunnitelmiin. (11, s. 19-21.)

Aikataulua suunniteltaessa tulee varautua tuotannon mahdollisiin häiriötilanteisiin sekä suunnitelmien ja olosuhteiden muutoksiin. Mitä paremmin häiriötilanteisiin on ennalta varauduttu, sitä vähemmän niistä aiheutuu aikatauluviivästyksiä häiriöiden toteutuessa. (11, s. 19-21.)

Jotta aikataulusta saadaan realistinen ja se on tuotannonohjauksen ja työmaanjohtamisen kannalta toimiva, tulee kullekin työtehtävälle varata riittävä toteutusaika. Mikäli työtehtävälle määritetään liian nopea toteutusaika, ovat riskinä turhat häiriöt. Myös tehtävien väliset riippuvuudet on hallittava ja ongelmakohdat kartoitettava. (11, s. 19-21.)

Kun hankkeen runkomateriaaliksi valitaan Poroton-harkko, tulee runkoaikataulun suunnittelussa ottaa huomioon se, ettei Poroton-harkosta ole saatavilla tarkkoja työmenekkitietoja. Aikataulun laadinnassa voidaan käyttää apuna esimerkiksi Ratu-aikataulukirjaa tai Ratu 42-0290 -kortissa esitettyjä työmenekkitietoja. Aikataulua laadittaessa tulee kuitenkin huomioida se, että muiden harkkojen työmenekit ovat vain suuntaa antavia verrattuna Poroton-harkkoon. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota Poroton-harkon koon vaikutuksesta työmenekkiin.

4.1.2 Siirtojen suunnittelu

Taakkojen siirrot ovat yksi tehtäväsuunnitelman laatimisen vaiheista. Taakkojen siirrot niin vaaka- kuin pystysiirrot tulee suunnitella huolellisesti etukäteen. Taakkojen siirtoa käsitteellään tässä luvussa Poroton-harkon ominaisuuksien näkökulmasta.

Esimerkkityömaalla Poroton-harkkokuormien purkamisessa käytettiin kuvassa 7 näkyvää kurottajaa. Kurottaja oli vuokralla konevuokraamosta ja sillä hoidettiin harkkokuormien purun ja vaakasiirtojen lisäksi myös muut työmaan materiaalien purut ja vaakasiirrot. Harkkokuormien purkamisessa tulee ottaa huomioon harkkoletkojen hoikkuus suhteessa korkeuteen. Harkkoletkojen purkalueen tulee olla maastoltaan tasainen, jotta vältetään harkkoletkojen kaatumiselta ja ylimääräiseltä rikkoontumiselta.



KUVA 7. Kurottaja (7.)

Aluesuunnitelmaan pitää varata harkkojen purulle riittävän suuri tila, jotta kurottaja tai muu purkuväline mahtuu turvallisesti purkamaan harkkokuormat. Harkkojen purkupaikan olisi hyvä olla mahdollisimman lähellä paikkaa, jossa harkkomuurausta kullakin hetkellä toteutetaan, jotta vältetään pitkiltä siirtomatkoilta. Esimerkkityömaan koulurakennus oli pohjapinta-alaltaan niin suuri, että hankkeen aikana päädyttiin purkamaan osa harkkokuormista rakennuksen toiselle puolen. Näin saatiin vähennettyä harkkojen vaakasiirtomatkaa.

Poroton-harkkoletkojen pystysiirot on mahdollista toteuttaa nosturia apuna käyttäen. Esimerkkihankkeessa nosturinkuljettaja suunnitteli kuvassa 8 näkyvän nostoapuvälineen varmistamaan harkkoletkan turvallisen noston ja nostoliinujen pysymisen paikoillaan.



KUVA 8. Poroton-harkkoletkan nostaminen

4.2 Poroton-harkon tehtäväsuunnitelma

Poroton harkon tehtäväsuunnitelma luodaan aiemmin esitettyjen vertailujen ja havaintojen pohjalta.

4.3 Tehtävän sisältö

Tehtävän sisällössä määritetään luvuissa 4.3.1 – 4.3.3 esiteltävät asiat eli

- alkutila, jollaisena työryhmä ottaa työkohteen vastaan
- työsisältö sekä laajuus ja tehtävään kuuluvat ylläpitävät työt kuten siirrot, työkohteen siivous, ympäristön tai valmiin työn suojaus sekä jälkihoito
- lopputila, jollaisena työryhmä luovuttaa tehtävän tai kohteen seuraavalle työryhmälle.

(13, s. 8.)

4.3.1 Alkutila

Ennen töiden aloittamista edeltävien töiden oltava valmiina. Sokkelin pinnan oltava tasotettu sekä bitumikermin asennettu. Pienemmissä kohteissa optimaalisinta on, että koko sokkeli on valmis ja työryhmä voi aloittaa mistä tahansa. Suurissa kohteissa aikatauluoptimoinnista johtuen ei ole välttämättä järkevää valaa kaikkia sokkeleita valmiiksi ennen kuin harkkomuurauksen voi aloittaa. Suurissa kohteissa on tärkeää suunnitella yhdessä muuraustyöryhmän kanssa, mistä muuraus tulee aloittaa, jotta työt saadaan tehokkaasti aloitettua. (13, s. 8.)

4.3.2 Työsisältö

Työsisältöön kuuluu harkkomuuraus suunnitelmien mukaisesti. Harkkomuuraus sisältää ramlat julkisivumuurausten tukemiseen ja sitomiseen, mikäli kohteeseen tulee julkisivumuuraus. Työsisältöön kuuluu aukonylityspalkkien asentaminen suunnitelmien mukaisesti. On päätettävä, valetaanko aukonylityspalkit valmiiksi maassa vai aukkotukien vaaraan. On sovittava nostoavusta ja siitä, kuuluuko palkkien valu muurausliikkeelle vai pääurakoitsijalle. Työsisältöön on hyvä ottaa mukaan myös harkkojen vaakasiirto, jottei pääurakoitsijan työntekijän tarvitse päivystää, milloin muuraustyöryhmät tarvitsevat harkkoja. Myös mestan jatkuva puhtaanapito, työkohteen suojaukset, työturvallisuustoimet sekä jätteiden lajittelu kuuluvat oleellisena osana työsisältöön. (13, s. 8.)

4.3.3 Lopputila

Lopputilaksi kutsutaan vaihetta, jossa kaikki suunnitelmien mukaiset työt on tehty laatuvaatimusten mukaisesti ja mesta siivottu jätteistä (13, s. 8).

4.4 Tarvittavat selvitykset

Tehtävän aloitusedellytyksissä käydään läpi tarvittavat materiaalit, tarvikkeet ja koneet sekä työssä tarvittavien resurssien suunnittelu. On tarkastettava suunnitelmat ja niiden ajantasaisuus sekä varmistetaan, että luvat on kunnossa. Aloitusedellytyksissä käydään myös läpi työturvallisuuteen liittyvät asiat sekä varmistetaan, että työkohte on siinä kunnossa, jotta työt voidaan aloittaa suunnitellusti. Aloitusedellytykset liitetään tehtäväsuunnitelmaan muistilistana, josta voidaan esimerkiksi aloituspalaverissa tarkastaa, että kaikki aloitusedellytykset ovat kunnossa. (11, s.37.)

4.4.1 Materiaalit ja kalusto

Harkkojen ja harkkolaastin saatavuus sekä riittävyys on varmistettava. Isommissa hankkeissa on toimitukset suunniteltava, jottei materiaalit pääse loppumaan tai materiaaleja ole liikaa työmaalla, jolloin niitä joutuu varomaan ja suojaamaan.

Mikäli harkkomuurauksessa käytetään mastonostinta, joka on isossa kohteessa suositeltavaa. Mastonostimet on varattava hyvissä ajoin, jolloin varmistetaan niiden saatavuus. Esimerkkihankkeessa mastolavalta muuraaminen paransi työsaavutusta. Muuraustyöryhmä voi muurata mastolavalta koko lavan leveyden kerralla ylös asti. Harkon puolen kiven limitys on huomioitava, jolloin koko mastolavan leveys ei ole aina tehollinen. Tähän voi suunnittelija vaikuttaa liikuntasauvojen paikkojen suunnittelulla. Mastolava vaatii alustukseen tasaisen kantavan maaperän.

4.4.2 Työryhmä

Esimerkkikohteesta saatujen havaintojen perusteella optimaaliseksi työryhmän kooksi voisi asettaa 2+1, joka tarkoittaa kahta rakennusammattimiestä ja yhtä rakennusmiestä. Rakennusammattimiehet hoitavat yhdessä laastin valmistuksen, levittämisen sekä harkkojen asettamisen paikoilleen. Rakennusmiehen tehtäväksi jää harkkojen vaaka- ja pystysiirto harkkojen varastointipaikasta mastolavalle sekä harkkojen halkaisu. Rakennus-

mies auttaa harkkoletkojen purkamisessa, mestan puhtaanapidossa sekä aukonylityksien tekemisessä. Riippuen kohteen koosta muuraustyöryhmiä voi työskennellä samaan aikaan useampia.

4.4.3 Edeltävät työt

Harkkomuurausta edeltää sokkelin valutyöt, jossa täytyy ottaa huomioon mittatarkkuus. Harkkomuuraus etenee koko rakennuksessa samassa korkeustasossa, joten sokkelin valaminen mittatarkasti vähentää harkkojen sahaamista huomattavasti. Myös sokkelin sisä- ja ulkopuoliset täytöt tulee olla suoritettuna, jotta muurareille saadaan tasainen ja turvallinen työskentelyalusta. Sokkelin ulkopuoliset täytöt on tehtävä riittävän laajalle alueelle, jotta mastolava saadaan asennettua paikalleen tukevasti. Mikäli harkot siirretään mastolavalle kurottajalla tai muulla työkoneella, tulee huomioida se, että kurottaja tarvitsee lisätilaa 2-3 m mastolavan lisäksi, jotta sillä on mahdollista siirtää harkkoletkat mastolavalle. Sokkelin vierustaa joudutaan siis täyttämään 4-5 m:n matkalta tasaisesti, jotta harkkojen siirtäminen mastolavalle on turvallista.

4.4.4 Liittyvät työt

Esimerkkikohteessa harkkomuuraus toimi ainoastaan ulkoseinämaterialina. Kohteen kantavan rungon muodostivat paikallavalettavat teräsbetoniseinät sekä pilari- ja palkki elementit. Väli- ja yläpohjarakenteena kohteessa käytettiin ontelolaattoja. Harkkomuurauksen kanssa samaan aikaan käynnissä olevia siihen liittyviä työvaiheita olivat siis rungon valutyöt, elementtiasennukset ja sokkeleiden valutyöt.

4.4.5 Työturvallisuus

Raturva rakennustöiden turvallisuusohjekortti kivirakentamisen osalta on liitteenä, joka toimii hyvänä pohjana harkkomuurauksen työturvallisuuden varmistamiselle. Seuraavaksi kuitenkin esimerkkikohteesta saatuja havaintoja.

Työntekijöiden on käytettävä henkilökohtaisia suojaimia turvallisen työnteon varmistamiseksi. Harkkomuurauksessa tulee erityistä huomiota kiinnittää silmäsuojaimiin harkkoja työstettäessä. Isossa hankkeessa tulee kiinnittää myös huomiota korkealla työskentelyyn ja varmistaa päivittäin, ettei telineiltä tai mastolavalta ole mahdollista pudota. Myös työskentelyalueen järjestykseen ja siisteyteen tulee kiinnittää huomiota korkealla

työskenneltäessä, ettei aiheudu turhia kompastumisriskejä. Mastolavoilta muurattaessa on suotavaa aidata tai lippusiimoittaa mastolavan alus alue, jottei vahingossakaan kukaan ole alla, mikäli mastolavalta putoaa jotain tai kun mastolavaa lasketaan alas.

Isoissa kohteissa on paljon harkkojen siirtoja, jolloin kurottajan tai muun työkoneen liikenne aiheuttaa vaaranpaikkoja. Esimerkkikohteessa kuormien purkamiseen ja harkkojen siirtelyyn käytettiin pientä kurottajaa. Kurottajasta ei ole hyvää näkyvyyttä, johon on kiinnitettävä huomiota harkkoletkaa siirrettäessä. Isoissa hankkeissa on huomioitava rekkojen liikenne ja kuormien purkuun on varattava tarpeeksi tilaa työmaa-alueelta, jotta kuormat saadaan purettua ilman, että aiheutetaan vaaraa ulkopuolisille.

4.4.6 Laatuvaatimukset

Laatuvaatimukset tulee olla määriteltynä suunnitelma-asiakirjoihin. Tärkeimpiä laatuvaatimuksia harkkomuurauksessa ovat suoruus, oikeat työmenetelmät, suunnitelmien noudattaminen sekä harkkomuurauksen suojaaminen sateelta.

Laadunvarmistustoimenpiteinä käytetään aloituspalaveria, mestan vastaanottoa, mallityötä, osavastaanottoa sekä taloudellista loppuselvitystä.

4.4.7 Tarvikkeet

Harkkomuurauksen aukkojen ylitykseen tarvitaan xps-levyjä sekä uretaania. Ramloja tarvitaan, jos kohteeseen tulee julkisivumuuraus. Harkkomuurauksen toteuttamiseksi tarvitaan myös puhdasta vettä ja sähköä. Mastonostimet ja tiilisirkkeli vaativat voimavirtaa, mikä tulee huomioida suunnittelussa.

4.4.8 Harkkojen vastaanotto ja varastointi

Poroton-harkkoletkat ovat säänsuojauksen ja kuljetuksen takia pakattu muoviin. Mikäli harkkoletkat liikkuvat kuljetuksen aikana ja muovit rikkoontuvat, tulee harkot suojata purkamisen jälkeen uudelleen. Harkkoletkat on purettava tasaiselle painumattomalle alustalle, jotta niiden siirtäminen työkohteeseen on helpompaa. Harkkoletkojen kaatumisen riski kasvaa, jos ne varastoidaan epätasaiselle alustalle.

Poroton-harkkoletkojen suojamuovi on vahvaa, jolloin se suojaa niitä pientä sadetta vastaan eikä tarvita lisäsuojaa. Mikäli harkkojen suojauksesta ollaan epävarmoja, on ne suojattava erillisellä suojapeitteellä.

4.4.9 Nostot ja siirrot

Harkkoletkojen suuresta painosta johtuen on niiden siirrossa käytettävä kurottajaa tai muuta työkonetta. Esimerkkihankkeessa harkkojen siirrossa käytettiin pientä kurottajaa, jonka etuna on sen puomin ulottuvuus. Kurottajalla pystyy siirtämään harkkoletkat turvallisesti varastointipaikalta mastolavoille. Harkkojen pystysiirrossa voidaan käyttää nosturia, kunhan nostoliinon paikoillaan pysymisestä varmistutaan.

4.4.10 Mahdolliset ongelmat

Harkkomuurauksessa vastaan tulevia ongelmia voidaan välttää hyvällä ennakkosuunnittelulla. Ongelmilta voidaan välttyä ennakkoon, kun noudatetaan huolellisesti työturvallisuusohjeita sekä valmistajan muuraustyöohjeita. Esimerkkihankkeessa ongelmia syntyi, kun harkkomuurauksen työsaavutusta ei osattu arvioida oikein ennen harkkojen tilausta. Tämän johdosta työmaalla oli välillä viisi harkkokuormaa kerralla, kun taas välillä harkot meinasivat loppua. Myös valmiin harkkomuurauksen suojaaminen sateelta auttaa välttämään mahdollisten ongelmien syntymistä.

Esimerkkihankkeessa ilmenneitä ongelmia sekä ongelmien taustaa on käsitelty tämän työn luvussa 5.

4.4.11 Työ- ja materiaalimenekki

Poroton-harkkomuurauksen työmenekki oli esimerkihankkeessa 30 päivän seurantajakson aikana keskimäärin 2,34 tth /m². Työmenekkiin sisältyy kaikki aukkojen ylitykset, muurauksen aloitukset, siirrot, laastinvalmistukset ja muut työt, jotka muuraustyöryhmä teki 30 päivän seurantajakson aikana. Työmenekissä on huomioitava se, ettei sitä tällaiseen voi verrata muiden harkkojen työmenekkiin.

Poroton-harkon materiaalimenekki on 16 kpl/m² ja karkeasti arvioitu materiaalihukka on 10 prosentin luokkaa. Materiaalihukkaan vaikutti esimerkihankkeen täysien harkkoletkojen kaatuminen siirtojen yhteydessä, milloin johtuen epätasaisesta maastosta tai kurottajan piikkien huonosta otteesta.

5 POROTON-HARKKOMUURAUKSEN HAASTEET ESIMERKKITYÖ- MAALLA

Poroton-harkon sopivuutta koulurakennuksen ulkoseinämaterialiksi tarkkailtiin esimerkkihankkeessa kesällä 2018. Esimerkkityömaana toimi kaksikerroksinen koulurakennus, jonka kantavana runkona ovat betonielementit sekä paikallavaluseinät. Poroton-harkko toimi ulkoseinämaterialina ja harkon ulkopuolelle tuli julkisivumuuraus.

Esimerkkityömaalla päästiin tutustumaan Poroton-harkon tehtäväsuunnitelman teoreettisiin asioihin käytännössä. Sitä myötä huomattiin suunnitelmien puutteiden aiheuttamat ongelmat työmaatoiminnassa.

5.1 Tehtäväsuunnittelun puutteellisuus

Esimerkkikohteessa pääurakoitsija käytti Poroton-harkkomuurauksessa aliorakoitsijana omaa kausisopimuskumppaniaan. Harkkomuuraus toteutettiin työkauppana, johon sisältyivät kohteen runkomuuraus sekä julkisivumuuraus.

Muurausliike ei ollut tutustunut harkon perusominaisuuksiin, kuten sen painoon ja mittoihin riittävästi, vaikka ne olivat helposti saatavilla. Tämä tuli ilmi siitä, että muurausliikkeen arvioima työsaavutus oli ylioptimistinen. Muurausliike antoi kohteen harkkomuurauksesta ennakkotarjouksen perustuen heidän aikaisempaan kokemukseensa eri harkolla. Muurausliike ei ollut perehtynyt tarpeeksi Poroton-harkkoon.

Tarjouksia vertailtaessa huomattiin, että yksi tarjouksista on hinnaltaan muita huomattavasti edullisempi. Ilmeisesti valintaa tehdessä ei kyseenalaistettu syitä siihen, miksi yksi tarjouksista on huomattavasti edullisempi kuin muut. Kuitenkin edullisimman tarjouksen tehnyt muurausliike valittiin toteuttamaan harkkomuuraus, koska kyseisestä muurausliikkeestä oli entuudestaan hyviä kokemuksia. Tarjouksia olisi tullut tarkastella kriittisemmin varmistaen, onko edullisimman tarjouksen jättänyt muurausliike tietoinen Poroton-harkon ominaisuuksien aiheuttamasta lisästä työmenekkiin.

5.2 Työsaavutuksen vähyys

Yleisaikataulu laaditaan eri työtehtävien työmenekkeistä ja työmääristä. Harkkomuurauksen työmenekin arviointi oli esimerkkikohteessa haastavaa. Harkkomuurauksessa se on

Rakennusosien kustannuksia –kirjan (2014) mukaan 1,36 tth/m², mutta seurannan mukaan Poroton-harkolle se ei ole riittävä. (7.)

Rungon harkkomuurauksen etenemisellä on suuri riippuvuus muihin jo käynnissä oleviin sekä harkkomuurausta seuraaviin työvaiheisiin. Jos harkkomuurauksen aikataulusta jäädään jälkeen, siitä seuraa aikatauluviivästyksiä muihin työvaiheisiin. Mikäli aikataulusta jäädään jälkeen, tulee määritellä ne keinot, joilla menetetty aika saadaan kiinni ja millä toimenpiteillä aikataulussa pysytään.

Esimerkkikohteessa havaittiin, että harkkomuuraus Poroton-harkolla on hitaampaa kuin perinteisellä harkolla johtuen Poroton-harkon suuresta koosta sekä painosta. Aikatauluviivästyksiä koitettiin saada kiinni heti alussa, jottei rakennuksen valmistumiseen aiheutuisi viivästyksiä. Pääurakoitsija yritti vaatia aliurakoitsijana toimineelta muurausliikkeeltä lisätyövoimaa työmaalle paikkaamaan aikatauluviivästyksiä. Ongelmaksi kuitenkin muodostui työvoiman saatavuus nopealla aikataululla.

5.3 Ongelmat logistiikassa

Poroton-harkot saapuivat kuljetusliikkeen kuljettamina Saksasta Suomeen. Harkkojen toimitus oli sovittava noin kahta viikkoa aikaisemmin ennen niiden saapumista työmaalle. Yhdessä harkkokuormassa on noin kolmekymmentä harkkoletkaa, joista saadaan noin 70 m² valmista seinäpintaa.

Ennen harkkomuurauksen alkamista arvioitiin työsaavutuksien kautta, että valmista seinäpintaa syntyisi muuraustyöryhmällä 30 m² päivässä. Tällä työsaavutuksella siis työmaalle pitäisi tulla 2-3 harkkokuormaa viikossa, jottei aikatauluun synny viivästyksiä harkkojen loppumisesta johtuen. Harkkomuurauksen alkaessa huomattiin nopeasti, ettei työsaavutus ole alkuperäisen arvion mukainen. Työsaavutuksen vähäisyys johtui osittain alkuhitaudesta ja siitä, ettei muuraustyöryhmä ollut perillä suunnitelmista.

Harkkomuurauksen alussa syntyi ongelmia pääurakoitsijan työnjohdon sekä muuraustyöryhmän välille johtuen kielimuurista. Muurarit eivät ymmärtäneet suunnitelmia eivätkä muuraustyöohjeita. Urakkatarjouspyyntöasiakirjoihin oli määriteltä, että muuraustyöryhmällä tulee olla suomea puhua työnjohtaja. Todellisuudessa työnjohto oli lähinnä näennäistä, sillä sama työnjohtaja hoiti muurausliikkeen muita työmaita Etelä-Suomessa ja kävi Oulussa kerran kuukaudessa parin päivän ajan.

Edellä mainituista syistä johtuen harkkomuuraus lähti hitaasti liikkeelle. Muurarit aloittivat muurauksen suunnitelmien vastaisesti, minkä johdosta he joutuivat purkamaan kahtena päivänä tekemänsä muurauksen ja aloittamaan alusta.

Harkkomuurauksen tehtäväsuunnitelma laadittiin kaksi viikkoa ennen muurauksen aloittamista yhdessä pääurakoitsijan sekä muurausliikkeen työnjohdon kanssa tehtävän aloituspalaverissa. Aloituspalaverissa käytiin tehtävän aloitusedellytykset läpi, jolloin sovittiin muurausliikkeen työnjohdon ehdotuksesta, että harkkomuuraus toteutetaan rakennuksen sisäpuolelta telineiltä. Muuraustyön alkaessa telineeltä muuraamisen työsaavutus todettiin huonoksi, mikä johtui osittain huonosta työskentelykorkeudesta ja ergonomiasta sekä siitä, että telineitä jouduttiin muokkaamaan työnedetessä jatkuvasti.

Heti alussa syntyi ongelma siitä, mihin paljon tilaa vievät harkkokuormat puretaan, kun työmaalla työmaan aluesuunnitelman mukaisessa paikassa olevat harkkokuormat eivät liiku ja seuraavat kuormat ovat jo tulossa. Työsaavutuksen vähyyden johdosta tuli ongelmia myös harkkojen logistiikkaan. Harkkokuormien toimitus työmaalle oli sovittu kahta viikkoa aiemmin eikä toimituksia voinut tässä vaiheessa enää perua. Työmaalla jouduttiin purkamaan harkot sinne, missä silläkin hetkellä sattui olemaan tilaa, mistä taas aiheutui turhaa työtä sekä siirtoja. Tämä puolestaan aiheutti lisäkustannuksia.

5.4 Työryhmän irtisanoutuminen

Muuraustyöryhmän palkkaus perustui urakkapalkkaukseen. Muurareille maksettiin urakkasopimukseen kirjatun neliöhinnan mukaan. Muurausliike oli laskenut tarjouksensa harkolla, jonka työsaavutus oli erikuin Poroton-harkolla. Työntekijöille maksettu korvaus tehdystä työstä ei siis vastannut heidän odotuksiaan. Edellä mainituista syistä johtuen ensimmäinen muuraustyöryhmä turhautui ja irtisanoutui jo työn alkumetreillä.

Työryhmän irtisanoutumisella oli viivästyttäviä vaikutuksia aikatauluun. Muut työvaiheet, kuten sisävalmistusvaiheet, runkotyöt sekä talotekniikka-asennukset ovat riippuvaisia harkkomuurauksen etenemisestä. Muuraustyön viivästyttyä myös muut työvaiheet viivästyivät aiheuttaen viivästyksiä kaikkien työvaiheiden aikatauluihin. Pääurakoitsija ja muurausliike eivät olleet osanneet varautua yllätyvään irtisanoutumiseen, joten korvaavia työntekijöitä ei ollut saatavilla välittömästi. Irtisanoutumisen ja siitä seurannan uuden

muuraustyöryhmän perehdyttämisen myötä viivästys aikataulussa oli noin kahden viikon luokkaa.

Yllä olevista viivästyksistä johtuen kohteen muurauksessa käytettävät mastonostimet olivat osittain vajaakäytöllä, mutta niistä kuitenkin aiheutuivat täydet vuokrauskustannukset.

5.5 Suunnitelmien puutteellisuus

Suunnitelmissa esiintyi paljon puutteita ja osa suunnitelmista puuttui kokonaan. Suunnitelmien puutteellisuus johtui osin siitä, että Poroton-harkko oli uusi tuote suunnittelijoille ja koko toteutusorganisaatiolle. Tämän johdosta työmaan ja suunnittelijoiden välinen yhteydenpito oli päivittäistä.

Suunnittelussa olisi pitänyt ottaa huomioon rakenteiden liittyminen toisiinsa. Esimerkiksi väestönsuojan seinien ja harkkomuurauksen väliin oli suunnitelmissa jätetty ainoastaan 10 mm:n rako. Useasti seinän valujen yhteydessä muotit liikkuvat eikä 10 mm:n toteutus toleranssi riitä. Väestönsuojan seinä pullahti osin harkkomuurauksen puolelle, minkä vuoksi harkkoja jouduttiin sahaamaan ja syntyi lisäkuluja.

Luvuissa 5.1 – 5.5 kuvattavien ongelmien laajuudesta voitiin havaita, ettei tehtäväsuunnitelman tekemiseen oltu käytetty tarpeeksi resursseja ja aikaa. Oletettavasti ainakin osalta ongelmista oltaisiin voitu välttyä tekemällä kunnollinen tehtäväsuunnitelma hyvissä ajoin ennen harkkomuurauksen aloittamista.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli Poroton-harkkomuurauksen tehtäväsuunnitelman kehittäminen. Työssä keskityttiin lähinnä esimerkkikohteesta saatuun kokemukseen ja havaintoihin. Esimerkkikohteesta saatujen havaintojen pohjalta laadittiin tehtäväsuunnitelma Poroton-harkolle sekä ohjeita siitä, mitä erityisesti tulee ottaa huomioon, kun kohteen ulkoseinämaterialina käytetään Poroton-harkkoa.

Työn avulla muodostui selkeä käsitys siitä, mitä asioita esimerkkihankkeessa oltaisiin voitu tehdä toisin, jotta hanke olisi täyttänyt aikataulu- ja kustannustavoitteet. Työssä kuvataan esimerkkihankkeessa ilmenneet haasteet sekä haasteiden syntymisen tausta. Esimerkkihankkeessa ilmenneisiin ongelmiin oltaisiin voitu varautua laajemmalla tehtäväsuunnittelulla.

Jotta tulevissa hankkeissa työt saadaan alusta alkaen ripeästi käyntiin, tulee työt suunnitella hyvissä ajoin tehtäväsuunnittelun kautta. Tehtäväsuunnitelman tekemiseen on hyvä ottaa mukaan kyseisen työtehtävän suorittavat työntekijät yhteistyön ja vuorovaikutuksen lisäämiseksi ja parantamiseksi. Se myös lisää työyhteisön sisäistä motivaatiota ja yhteishenkeä työnjohdon ja työntekijöiden välillä.

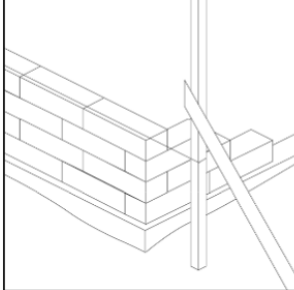
Tehtäväsuunnitelman yhdessä tekeminen auttaa työntekijöitä tiedostamaan kyseisen työvaiheen aikataulu-, kustannus- ja laatuvaatimukset. Suunnitelman yhdessä tekeminen auttaa myös työnjohtoa. Tässä vaiheessa työntekijät voivat myös vaikuttaa työtekniisiin asioihin. Työntekijöillä voi olla kokemuksen myötä kehittynyt parempi näkemys kyseisen työvaiheen työteknisestä toteuttamisesta. Kun tehtäväsuunnitelma tehdään kerralla huolella ja tehtäväsuunnitelman sisältöön syvennyttään tarpeeksi, niin mahdolliset ongelmat saattavat tulla ilmi jo tässä vaiheessa ja niihin voidaan reagoida hyvissä ajoin tilanteen vaatimalla tavalla jo ennen niiden syntymistä.

Jotta tulevissa hankkeissa vältetään aikataulun ja kustannuksien paisumiselta, tulee kohteen toteuttavan pääurakoitsijan jo tarjouspyyntövaiheessa varmistua siitä, että muurausliikkeillä on käsitys siitä, miten Poroton-harkko eroaa muista harkoista ominaisuuksiltaan ja työmenetelmiltään. Pääurakoitsijan on myös varmistettava, että valitulla muurausurakoitsijalla on tarpeeksi sitoutunutta työvoimaa toteuttamaan muuraus suunnitellun aikataulun mukaisesti.

LÄHTEET

1. Eristettyjen kennoharkkojen hyödyt. 2013. Baustoffwissen. Saatavissa: https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/fassade_und_mas-sivbau/mauerwerkziegel-integriertem-daemmstoff/. Hakupäivä 5.4.2019.
2. Poroton kennoharkko vaativaan rakentamiseen. 2019. Wienerberger Oy. Saatavissa: <https://wienerberger.fi/ratkaisut/poroton-kennoharkko-vaativaan-rakentamiseen>. Hakupäivä 30.10.2018.
3. Mölsä, Seppo 2018. Yksiaineinen tiilijulkisivu kiinnostaa Oulun kouluissa. Rakennuslehti, nro 28. S.12-13.
4. Oulussa luotetaan keraamiseen kennoharkkoon koulurakentamisessa 2018. Wienerberger Oy. Saatavissa: <https://www.stinfo.fi/tiedote/oulussa-luotetaan-keraamiseen-kennoharkkoon-koulurakentamisessa?publisherId=2013&releaseId=69593511>. Hakupäivä 2.4.2019.
5. Leca desing 380 -seinärakenne. 2019. Leca. Saatavissa: <https://leca.fi/ratkaisut/ulko-seinat/lecar-design-380-seinarakenne/>. Hakupäivä 1.4.2019.
6. Holopainen, Antti 2019. Re: Tarjouspyyntö opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. 1.4.2019.
7. Rakennusosien kustannuksia 2014. 2014. Mittaviiva Oy. Helsinki: Rakennustieto Oy.
8. Wienerberger ratkaisut. 2018. Microsoft PowerPoint -esitys. Wienerberger Oy, sisäinen dokumentti.
9. Bauroc ecoterm + lämpöharkko. 2019. Bauroc Oy Saatavissa: <https://bauroc.fi/product/bauroc-ecoterm-plus-lampoharkko/>. Hakupäivä 1.4.2019.
10. Moilanen, Risto 2019. Re: Tarjouspyyntö opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. 1.4.2019.
11. Ratu KI-6028. 2015. Aikataulukirja 2016. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://rt-rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/KI-6028>. (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 15.3.2018.
12. Karilainen, Juha 2018. Re: Wienerberger Poroton-harkkojen muuraustyöohje. Sähköpostiviesti. 31.3.2018.
13. RT S-1228. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://rt-rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/S-1228>. (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 18.3.2019.

14. Koskenvesa, Anssi - Pussinen, Tarja 1999. Opas urakoitsijan tehtäväsuunnitteluun.
Rakennusteollisuuden Keskusliitto: Rakennustieto Oy.
15. Apollo 26.6 54,6 KW. 2019. Dieci. Saatavissa:
<https://www.dieci.com/web/en/apollo266-ce-en/>. Hakupäivä 29.3.2019.



Muuraus- ja kivityöt

Sisältää julkisivu-, väliseinä-, ohutsauma- ja lasitiilimuurauksen, perustus- ja seinärakenteiden muuraukset, rakennuksen ja ulkopuolisten rakenteiden kivityöt kuten luonnonkivi- ja tekokiviverhouksen sekä betoni-laattaverhouksen. Savi-, kalkkiahieka-, betoni, klinkkeri- ja tultiliilen, sekä betoni-, kevytbetoni-, kevytsorabetoni-, kalkkiahieka- ja kipsikappaleiden eli harkkojen muurauksen myös liimaamalla sekä harkkojen laddonnan, sisäpuolisen kiviverhouksen, ulkoportaat ja kivimuurit.

Aloitettavat työt

- materiaalien tarkastukset ja vastaanotto
- työkohteen vastaanotto
- koneiden ja kaluston valmistelu
- mittaus työ
- työntekijöiden opastus

Ylläpidettävät työt

- laastinvalmistus
- materiaalien siirrot
- telinetyöt
- suojaukset
- työturvallisuus toimet
- materiaalitarkastukset
- siivous

Lopettavat työt

- siivous ja jätteiden lajittelu
- kaluston siirrot ja varastointi
- valmiin työn jälkisuojaukset
- työkohteen luovutus

Siirry sähköiseen tarkistuslistapalveluun link.mittaviiva.fi/rat1741



51 Muuraaminen | 52 Kiviverhoilu

Vaarojen poistaminen ja turvallisuuden parantaminen

- Tutustu laastien käyttöturvallisuustiedotteisiin ja koneiden käyttöohjeisiin. Älä käytä viallista konetta tai laitetta.
- Noudata telinesuunnitelmaa ja katso, että käyttöönottotarkastukset on tehty. Varmista, että telineiden nousutiet ovat turvalliset.
- Varmista, että työkohteen alla liikkuminen on estetty rajaamalla tarpeellinen suojalu.
- Kiinnitä huomiota muuraustelineiden ja nousuteiden kestävytyteen ja kuntoon.
- Varmista, että työtasojen ja aukkojen putoamissuojaukset ovat paikallaan.
- Huolehdi pölynpoistosta kulmahiomakonetta käyttäessäsi.
- Huolehdi riittävästä valaistuksesta sekä työkohteen ja kulkureittien siisteydestä ja järjestyksestä.
- Huolehdi sääsuojauksen tiivyydestä sekä talvella jään ja lumen poistosta.

Ergonomia

- Pyri työskentelemään selkä suorana.
- Käytä sopivan korkuisia ja tukevia työtasoja.
- Käytä nostoissa ja siirroissa apuvälineitä, esim. kuljetuskärryjä.
- Sijoita tiililetka ja laastiasia siten, että vältät vartalon taivuttamista ja kiertämistä.
- Ojenna aina välillä selkä suoraksi ja kädet ylös vartalon jatkeeksi elpyäksesi.

Apuvälineet

- Polvensuojaimet lattiatöissä
- Tiilikärryt ajomootorilla ja jarrulla
- Laastikärryt
- Laastipaljujen korokkeet

Suojavälineet

- Käytä rakennustyömaalla aina vähintään perussuojainvarustusta ja arvioi lisäsuojainten tarve.
- Käytä hyväksytyä mallia olevaa hengityksensuojainta laastin valmistuksessa ja kulmahiomakonetta käyttäessäsi.
- Käytä kuulonsuojaimia ja tarvittaessa kasvojen suojainta tiilisahaa ja kulmahiomakonetta käyttäessäsi.
- Käytä suojakäsineitä sekä kasvosuojainta käsitellessäsi suolahappoliuosta.

Koneet ja kalusto

Työhön liittyvien koneiden ja kaluston turvallisuusohjeita

- | | |
|-------------------------------|--------|
| • Laatta- ja tiilisaha | s. 138 |
| • Henkilötavarahissi | s. 154 |
| • Tavarahissi | s. 156 |
| • Nostoastia | s. 168 |
| • Nostoraksit | s. 170 |
| • Telineet | s. 176 |
| • Betonin- ja laastinsekoitin | s. 190 |
| • Tasolaser | s. 220 |

