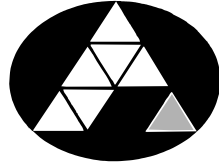


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Pasi Tolvanen

TALVILISÄT KERROSTALON RUNKORAKENTAMISESSA JA
SÄÄSUOJAN MAHDOLLISUUDET

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2012
Rakennustekniikan
koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU

Tekijä

Pasi Tolvanen

Nimeke

Talvilisät kerrostalon runkorakentamisessa ja sääsuojan mahdollisuudet

Toimeksiantaja

Lemminkäinen Talo Oy Joensuu

Tiivistelmä

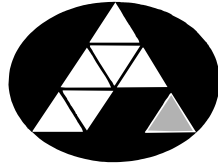
Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää toimeksiantajayritykselle, miten talven aikana rakennettavan kerrostalon runkorakennusvaiheen talvesta johtuvat lisäkustannukset muodostuvat ja jakautuvat. Lisäksi kartoitettiin tämän hetken markkinoiden tarjoamien sääsuojaratkaisujen käytön tuomia mahdollisuuksia ja vaikutuksia työmaan toimintaan ja kustannuksiin. Tutkimuksen pääpaino pidettiin talvilisäkustannuksissa ja sen tarkoitus oli kehittää talvirakentamista yrityksen sisällä. Tutkimuksen päätyömenetelmänä käytettiin empiiristä tutkimusta ja se toteutettiin toimeksiantajayrityksen työmaalla talvella 2011 - 2012. Työmaalta kerättiin tietoa talvilisien aiheuttajista sekä pidettiin kirjaa niiden määrästä ja kustannuksista. Pohjana empiirisen tutkimuksen painotuksille ja tuloksille käytettiin alan kirjallisuutta ja keskusteltiin kokeneiden työnjohtajien kanssa. Sääsuojaratkaisusta pyydettiin hinta-arvio sekä sääsuojaussuunnitelma viideltä toimittajalta. Heistä kaksi ehdotti yhteensä kolmea erilaista ratkaisua. Kolmesta ratkaisusta valittiin yksi, joka otettiin tarkasteluun. Tuloksista ilmeni, että tutkimuskohteen kaltaisessa kohteessa ja tutkimusajanjakson kaltaisena talvena, talvilisäkustannusten merkittävimmät aiheuttajat olivat talvityöt, energian kulutus ja materiaalisät, joista energian kulutus ja materiaalisät kumpikin aiheuttivat noin 28,5 % eli noin 15 000 € kaikista talvilisäkustannuksista ja talvityöt, talvilisätyöt ja töiden talvityölisät yhteenlaskettuna, noin 33,5 % eli noin 17 600 €. Jäljelle jäänyt 9,5 % eli noin 5000 € aiheutui koneiden ja laitteiden talvilisäkustannuksista. Kokonaisuudessaan tutkimusjakson ajalta talvilisäkustannuksia kertyi noin 52 600 €. Tulosten perusteella, käyttämällä sääsuojaa tässä kohteessa, voidaan melko suurella varmuudella saavuttaa säästöä talvilisäkustannuksista noin 30 %, joka koostuu talvitöistä. Tämä tarkoittaa noin 32 % säästöä tarkastelussa olleen sääsuojan kustannuksista, jolloin sääsuojan hinnaksi jää noin 36 000 €. Sääsuojan käyttöä voidaan pitää kannattavana siitä saatavien hyötyjen myötä. Käyttökokemusten myötä voidaan todennäköisesti osoittaa enemmänkin talvilisäkustannuksia, jotka jäävät pois sääsuojaa käyttämällä. Tällöin sääsuojan tuoma ylimääräinen kustannus voi jäädä tässä tutkimuksessa mainittua pienemmäksi. Talvilisäkustannusten jakautuminen tarkastelujakson ajalta osoittautui loogiseksi, joskin alan kirjallisuuden pohjalta ennakoituna talvitöiden osuus olisi ollut pienempi ja koneiden ja laitteiden osuus suurempi. Tuloksien mukaan tutkimusajanjakson kaltainen talvi oli keskimääräistä selvästi leudompi ja vähälumisempi, jolloin tulevaisuudessa vastaavanlaisissa kohteissa talvilisäkustannukset ovat todennäköisemmin suuremmat kuin pienemmät. Tämän tutkimuksen luonnollisena jatkumona olisi tutkia sellaisia sääsuojan vaikutuksia kustannuksiin, joita ei voida osoittaa muuten kuin käytännön kokeilujen kautta. Sääsuojakokeilujen myötä voi avautua uusia tutkimusnäkökulmia myös töiden talvityöhaittojen ja -lisien muodostumisesta.

Kieli
suomi

Sivuja 68
Liitteet
Liitesivumäärä 12

Asiasanat

talvilisät, sääsuoja, runkorakentaminen



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

THESIS
April 2012
Degree Programme in
Civil Engineering
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND

Author
Pasi Tolvanen

Title
Winter costs at the framework stage of an apartment building and the possibilities of a weather protection system
Commissioned by
Lemminkäinen Talo Oy Joensuu

Abstract

The main purpose of this study was to investigate how the winter construction costs compound and distribute during the framework stage of an apartment building. In addition the goal was to chart today's weather protection systems (WPS) and examine their possibilities and effects on functions and costs of a construction site during the winter.

The empirical part of this study was conducted in winter 2011 – 2012 at one of the client's construction sites during a four-month period. Cost estimates and plans of weather protection systems were requested from five suppliers after which one was chosen for a closer examination.

This study indicates that when a site and a winter such as the one examined during the study are in question, the most significant winter construction costs from all the winter construction costs are extra energy consumption 28,5 % resulting in approximately 15 000 €, extra material costs 28,5 € and winter works 33,5 % resulting in approximately 17 600 €. According to the results of the study by using weather protection system chosen in this case it is a possible to decrease the winter costs by 30 % which means 32 % reduction of the costs of the weather protection system. Final costs for weather protection system will therefore be approximately 36 000 €.

The distribution of the winter construction costs seemed to be logical although some differences deviating from information in construction literature were found as the study's winter work costs were higher and machinery costs lower whereas the results should have been opposite according to the literature. The winter during which the study was conducted was quite mild and not so snowy which makes it clear that the winter construction costs on a site such as this and during a winter such as the one in question will be rather higher than lower. The study indicates that obtaining experience in using weather protection systems provides possibilities for even more savings in building costs.

Language
Finnish

Pages 68
Appendices
Pages of Appendices 12

Keywords
winter construction, winter construction costs, weather protection system

Sisällysluettelo

Alkusanat	5
1 Johdanto	6
1.1 Tausta	6
1.2 Tavoite	6
1.3 Rajaus	7
1.4 Päätyömenetelmät	7
2 Talvirakentaminen	8
2.1 Talvirakentaminen Suomessa	8
2.2 Termiset vuodenajat	8
3 Talvilisäkustannukset	13
3.1 Talvirakentamisen määritelmiä	13
3.2 Talvikustannusten muodostuminen	14
3.2.1 Kokonaistyömenekin kasvu	15
3.2.2 Materiaalihukat ja muuttuneet materiaalit	16
3.2.3 Energian tarpeen kasvu	17
3.2.4 Koneiden ja laitteiden muuttunut tarve	18
3.2.5 Rakennusajan kasvu	18
3.3 Talvikustannusten määrittäminen	21
3.4 Koko rakennuksen kattavat sääsuojat	22
3.5 Sääsuojan edut ja haitat	25
4 Kenttätutkimus	27
4.1 Tutkimuskohteen kuvaus	27
4.2 Runkorakennusvaiheen tuotantotekniikka	28
4.3 Talveen sidonnaiset työmenetelmät ja toiminnot	29
4.4 Aineistonkeräysmenetelmät	41
4.5 Talven vaikutus työturvallisuuteen ja laatuun	44
4.6 Sääolosuhteet	45
5 Sääsuoja	48
5.1 Sopivan ratkaisun etsiminen	48
5.2 Sääsuojaratkaisun esittely	49
5.3 Asennustyötekniikka	52
5.4 Sääsuojan vaikutus Kaislan työmaalla	53
6 Tulokset	55
7 Johtopäätökset	63
8 Pohdinta	68
Lähteet	69

Liitteet

Liite 1	Töiden talvityöhaitta ja -lisäprosenttiedosto
Liite 2	As. Oy Joensuun Kaislan pohja-, julkisivu- ja leikkauspiirustukset
Liite 3	Lomake 1, Talvilisien seurantalomake työmiehet
Liite 4	Lomake 2, Talvilisien viikkoseurantalomake
Liite 5	Talvilisäkustannusten yhteenvetotaulukko
Liite 6	Telinekataja Oy:n suunnitelma sääsuojauksen toteuttamisesta
Liite 7	As. Oy Joensuun Kaislan yleisaikataulu runkovaiheen osalta

Alkusanat

Haluan kiittää Lemminkäinen Talo Oy Joensuu -rakennusliikettä halukkuudesta opinnäytetyöni toimeksiantoon ja Markku Vainikaista hyvän ja kiinnostavan aiheen ideoimisesta sekä Kaislan työmaan vastaavaa mestaria Ari Pesosta ja hänen työmiehiään hyvästä ja innokkaasta panoksesta tietojen keräysvaiheessa. Teiltä sain työhöni erinomaista käytännön näkökulmaa. Kehityspäällikkö Jarkko Salovaaralle, yliopettaja Hannu Tyrväiselle ja lehtori Teija Kerkkäselle kiitos aktiivisesta työnohjaamisesta sekä positiivisesta ja tarvittaessa myös kriittisestä palautteesta, jonka avulla työtä saatiin ohjattua haluttuun suuntaan. Työn tekeminen on ollut hyvä oppimisen väline. Kiitän työpäällikkö Rami Hieta-
laa talvirakentamisen käytännön näkökulmista. Erityinen kiitos kuuluu rakkaalle vaimolleni Jennille, joka on tukenut ja osaltaan mahdollistanut opiskeluni sekä kannustanut viemään asiat loppuun asti. Kiitoksen ansaitsee myös iloinen pikku prinsessamme, Hertta. Suurimman kiitoksen haluan antaa Jumalalle, jonka avulla kaikki on mahdollista.

Joensuussa 23.3.2012



Pasi Tolvanen

1 Johdanto

1.1 Tausta

Syksyllä 2011 tiedustelin rakennusliike Lemminkäinen Talo Oy Joensuulta mahdollisuutta tehdä opinnäytetyötä heidän toimeksiantonaan. Rakennusliike oli kiinnostunut kehittämään talvirakentamista, johon liittyen opinnäytetyön kehukseen löytyi sopiva aihe. Karkeaa tietoa talven tuomista lisäkustannuksista yritykseltä löytyi ennestään, mutta kyseisten kustannusten jakautumisesta haluttiin tarkempaa selkoa. Sekä talvi- että kesärunkoisia kerrostaloja oli yrityksessä pystytetty, mutta tietoa ei ollut kerätty tarkemmin talteen. Syksyllä 2011 aloitettu Lemminkäisen perustajaurakointimuotoinen kahdeksankerroksinen kerrostalohanke, Asunto-osakeyhtiö Joensuun Kaisla, nähtiin hyväksi mahdollisuudeksi kerätä tarvittavaa kenttätietoa talvikustannuksista. Samaan aihepiiriin liittyen rakennusliike halusi selvittää itselleen sääsuojan alla rakentamisen tuomia mahdollisuuksia kerrostalorakentamisessa. Kerrostalon runkorakentamisesta sääsuojan alla ei Lemminkäinen konsernissa tai yleensäkin rakennusalalla ollut juuri aikaisempaa kokemusta eikä tarkempaa kustannustietoa.

1.2 Tavoite

Opinnäytetyön tavoite oli kaksiosainen. Ensiksi opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää toimeksiantajalle, Lemminkäinen Talo Oy:lle, miten talven aikana rakennettavan kerrostalon runkorakennusvaiheen talvesta johtuvat lisäkustannukset muodostuvat ja jakautuvat. Toiseksi toimeksiantajalle kartoitettiin tämän hetken markkinoiden tarjoamien sääsuojaratkaisujen käytön tuomia mahdollisuuksia ja vaikutuksia työmaan toimintaan ja kustannuksiin. Pääpaino pidettiin talvilisäkustannuksissa, jonka jälkeen kartoitettiin vaihtoehtoisena ratkaisuna sääsuojan käyttöä As. Oy Joensuun Kaislan tyyppiseen rakennuskohteeseen ja -vaiheeseen sekä vuodenaikaan. Kustannusten ohessa tarkasteltiin talvilisien vaikutusta työtekniikkaan, -turvallisuuteen ja laatuun.

Opinnäytetyön tavoite on tiivistetty seuraavasti:

- talvilisien syyt ja niiden kustannusten suuruus ja jakautuminen
- sääsuojan käytön mahdolliset edut, haitat ja kustannukset.

Opinnäytetyön lopputuloksen tavoitteena oli antaa rakennusliikkeelle tietoa hyödynnettäväksi talvilisäkustannusten pienentämiseksi sekä mahdollisesti laadun ja työturvallisuuden parantamiseksi talvirakentamisen aikana. Lisäksi yrityksen tulisi saada käsitys erilaisista sääsuojausvaihtoehdoista ja siitä, mitä etuja ja haittoja sille koituisi, jos vastaavanlaiseen hankkeeseen käytettäisiin siihen soveltuvaa sääsuojaa.

1.3 Rajaus

Opinnäytetyöhön tarvittavien ajankohtaisten talvilisien ja niistä aiheutuneiden kustannusten toteumatietojen saamiseksi käytettiin ainoastaan As. Oy Joensuu Kaislan rakennustyömaalta kerättyä tietoa, jota verrattiin keskenään sekä yhden työvaiheen kokonaiskustannuksiin. Lisäksi tuloksia vertailtiin yhden aiemmin samalle tontille rakennetun kuusikerroksisen kesärungon toteumatietoihin. Opinnäytetyön tekemiseen määritetyn rajallisen ajan puitteissa tietoja kerättiin ainoastaan runkorakennusvaiheesta, josta rajattiin pois vesikatto ja kaksi ylintä kerrosta. Tällöin myös kohde yhdenmukaistui kesärunkoisen vertailukohteen kanssa. Vaihtoehtoiseksi sääsuojaratkaisuksi tarkasteltiin ainoastaan yhtä ratkaisua yhdeltä sääsuojatoimittajalta. Tarkasteluajanjaksoksi muodostui runkorakentamiseen kulunut aika kuudennen kerroksen holvin valmistumiseen asti.

1.4 Päätyömenetelmät

Opinnäytetyön päätyömenetelmänä oli empiirinen eli kokemusperäinen tutkimus Asunto-osakeyhtiö Joensuu Kaislan työmaalta. Tietopohjaa talvirakentamiseen ja talvikustannuksiin liittyviin asioihin kerättiin alan kirjallisuudesta sekä keskustelemalla toimeksiantajayrityksen henkilöstön ja muiden kokeneempien ammattihenkilöiden kanssa. Sääsuojaratkaisuja kartoitettiin keskustelemalla suoja toimittavien yritysten kanssa sähköpostin välityksellä.

2 Talvirakentaminen

2.1 Talvirakentaminen Suomessa

Suomessa talvirakentaminen on vakiinnuttanut paikkansa talonrakennustuotannossa. Suurimmiksi syiksi talvirakentamisen vakiintumiseksi voidaan sanoa Suomen talven pituutta ja kesän lyhyyttä, tilaajien aikatauluvaatimuksia sekä halua pitää työvoimaa työllistettynä. Nykypäivän tuotantotekniikka ja materiaalit mahdollistavat sen, että talven aikana on mahdollista rakentaa laadukkaasti ja turvallisesti. Talvirakentaminen tuo kuitenkin lähes aina lisäkustannuksia, joita ei voida välttää. Talvilisäkustannuksiin vaikuttavat mm. rakennustekniikka, rakentamisen aloitusajankohta, maantieteellinen sijainti, talven ja rakennusajan pituus sekä pakkassumma /1 s. 7; 2 s. 5/.

Talvirakentamisessa täytyy kiinnittää enemmän huomiota työturvallisuuteen, kuten liukastumisriskien vähentämiseen. Materiaalien huolelliseen varastointiin ja menekkien kasvuun on syytä myös varautua. Talven aikana työt vaativat usein myös enemmän aikaa tai vaihtoehtoisesti enemmän resursseja työmaalle käytettäväksi. Suomessa talven sää vaihtelee paljon verrattaessa vuosia toisiinsa, joten talven sääolosuhteiden ennustettavuus on melko heikko. Tästä näkökulmasta katsottuna talvirakentaminen on taloudellisessa mielessä melko riskialtista toimintaa.

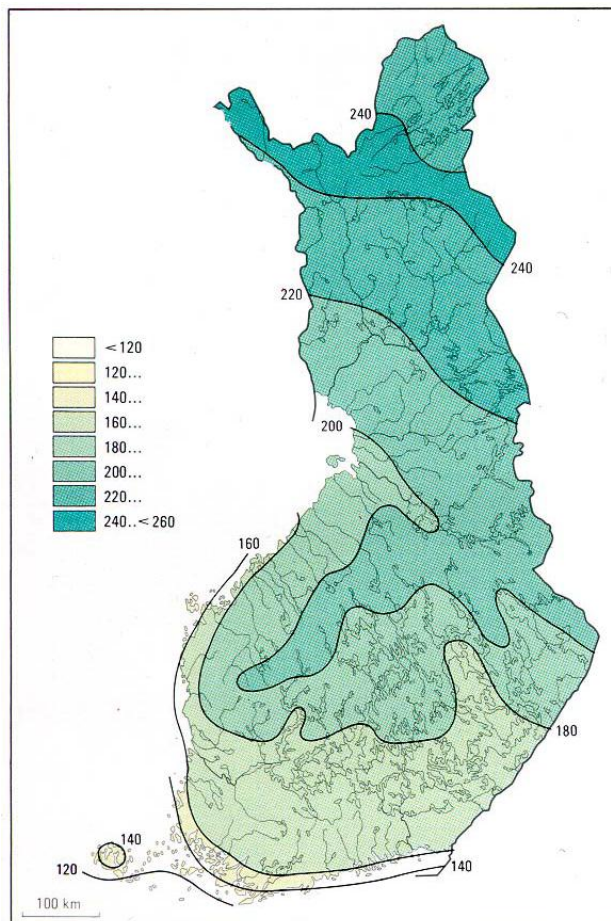
2.2 Termiset vuodenaajat

Termiset vuodenaajat määritellään vuorokauden keskilämpötilojen perusteella. Suomessa pisin termisistä vuodenaajoista on talvi ja lyhyin kevät. Talvi voidaan katsoa alkaneeksi, kun vuorokautinen keskilämpötila on 0 °C:n alapuolella. Kevät alkaa, kun vuorokauden keskilämpötila nousee pysyvästi 0 °C:n yläpuolelle ja syksy silloin, kun keskilämpötila laskee pysyvästi +10 °C:n alapuolelle. Kesä alkaa keskilämpötilan pysytellessä +10 °C:n yläpuolella. Joensuussa vuodenaajat vaihtuvat keskimäärin taulukon 1 mukaisesti. Etelä-Suomessa talven pituus on keskimäärin 140 vuorokautta.

Taulukko 1. Termisten vuodenaikojen vaihtuminen Joensuun lentoaseman mitauspisteessä kaudella 1971 – 2000 /3/

	Alkaa	vuorokausia
Kevät	9.4.	46
Kesä	24.5.	114
Syksy	9.9.	56
Talvi	4.11.	150

Pakkaspäiviksi nimitetään niitä vuorokausia, jolloin vuorokauden minimilämpötila on alle 0 °C:n, jääpäiviksi sanotaan päiviä, jolloin maksimilämpötila on koko vuorokauden ajan 0 °C:n alapuolella. Kovan pakkasen päiviä, jolloin vuorokauden minimilämpötila on pienempi kuin -10 °C, on Etelä-Suomessa keskimäärin 20 ja Pohjois-Suomessa 130 talvessa, jota voidaan pitää merkittävänä lukemana /4, s. 2/. Kuvasta 1 näkyy Suomen keskimääräiset pakkaspäivät ajanjaksolla 1961 - 1975.



Kuva 1. Pakkaspäiviä keskimäärin vuodessa, 1961...1975 /4, s. 6/.

Taulukoista 2, 3 ja 4 ilmenee muutamien Suomen paikkakuntien keskimääräiset kovan pakkasen päivien, jääpäivien ja pakkaspäivien lukumäärät.

Taulukko 2. Kovien pakkaspäivien lukumäärä eri paikkakunnilla, jolloin vuorokauden alin lämpötila on alle -10 °C keskimäärin kuukausittain vertailukaudella 1961 – 1990 /5, s.14/.

	Utö	Turku	Hki Van- taa	Lappeen- ranta	Vaasa	Joensuu	Oulu	Sodankylä
tammikuu	5	12	14	18	16	20	21	25
helmikuu	6	12	13	16	15	19	18	22
maaliskuu	4	8	8	10	11	14	14	19
huhtikuu	0	0	0	1	1	3	3	10
toukokuu	0	0	0	0	0	0	0	1
kesäkuu	0	0	0	0	0	0	0	0
heinäkuu	0	0	0	0	0	0	0	0
elokuu	0	0	0	0	0	0	0	0
syyskuu	0	0	0	0	0	0	0	0
lokakuu	0	0	0	0	0	1	1	4
marraskuu	0	3	3	3	5	7	8	14
joulukuu	1	9	10	13	13	16	17	22
yht.	16	44	48	61	61	80	82	117

Taulukko 3. Jääpäivien lukumäärä keskimäärin kuukausittain eri paikkakunnilla vertailukaudella 1961 - 1990 /5, s. 15/.

	Utö	Turku	Hki Van- taa	Lappeen- ranta	Vaasa	Joensuu	Oulu	Sodankylä
tammikuu	14	19	21	24	22	26	25	28
helmikuu	15	18	19	22	20	24	23	25
maaliskuu	11	10	11	14	13	16	18	22
huhtikuu	1	0	0	1	1	3	3	8
toukokuu	0	0	0	0	0	0	0	0
kesäkuu	0	0	0	0	0	0	0	0
heinäkuu	0	0	0	0	0	0	0	0
elokuu	0	0	0	0	0	0	0	0
syyskuu	0	0	0	0	0	0	0	0
lokakuu	0	0	0	1	1	2	3	8
marraskuu	2	6	7	11	10	14	14	21
joulukuu	7	14	16	20	18	23	21	26
yht.	50	67	74	93	85	108	107	138

Taulukko 4. Pakkaspäivien lukumäärä keskimäärin kuukausittain eri paikkakunnilla vertailukaudella 1961 – 1990 /5, s. 15/.

	Utö	Turku	Hki Van- taa	Lappeen- ranta	Vaasa	Joensuu	Oulu	Sodankylä
tammikuu	23	28	29	30	22	31	30	31
helmikuu	23	26	27	28	20	28	28	28
maaliskuu	24	27	27	28	13	29	29	31
huhtikuu	12	18	18	19	1	22	22	26
toukokuu	0	4	3	3	0	9	6	15
kesäkuu	0	0	0	0	0	1	0	2
heinäkuu	0	0	0	0	0	0	0	0
elokuu	0	0	0	0	0	0	0	2
syyskuu	0	2	2	1	0	4	3	10
lokakuu	1	8	9	11	1	13	13	21
marraskuu	7	18	19	22	10	23	24	28
joulukuu	18	26	27	29	18	30	29	31
yht.	108	157	161	171	85	190	184	225

Ilmatieteen laitos on tilastoinut joulu- maaliskuun välisen ajan kuukauden keskimääräisiä sadepäiviä vertailukaudella 1961 – 1990. Taulukkoa 5 tulkitessa täytyy huomata, että lumi, räntä- ja vesisadepäivät kirjautuvat ”päällekkäin”, koska samana päivänä esiintyy toisinaan kaikkia sateen eri olomuotoja /5, s. 16/.

Taulukko 5. Sadepäivien lukumäärä keskimäärin kuukausittain vertailukaudella 1961 – 1990 /5, s. 16/.

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

Joensuun talviaikaan sisältyy taulukoista 2,3 ja 4 laskettuna keskimäärin 80 kovan pakkasen päivää, 28 jääpäivää ja 82 pakkaspäivää. Päiviä, jolloin minimi-

lämpötila on alle 0 °C, on yhteensä 190. Laskettaessa on huomioitu, että jääpäiviin sisältyvät kovan pakkasen päivät ja pakkaspäiviin sisältyvät sekä kovan pakkasen päivät että jääpäivät. Jyväskylän ollessa suurin piirtein samalla leveysasteella Joensuun kanssa voidaan Taulukon 5 avulla arvioida Joensuun keskimääräistä lumi-, räntä- ja vesipäivien määrää.

3 Talvilisäkustannukset

Aikaisemmat tutkimukset talven vaikutuksesta rakentamisen kustannuksiin ovat antaneet hyvin erilaisia tuloksia. Kylmänä ja lumisena talvena kustannukset saattavat nousta korkeiksi etenkin silloin, jos talven vaikutuksia ei ole otettu hyvissä ajoin huomioon. Eri tutkimuksien lopputuloksia yhdistää tosiasia, että talvilisätyöt ja -kustannukset ovat riippuvaisia rakennustyön aloitusajankohdasta /2, s.1/. Oy Rastor Ab:n 1950-luvulla tehdyn tutkimuksen mukaan suurimmat kustannukset ovat silloin, kun runko on valmis helmi-maaliskuulla. Tämän jälkeen kustannukset tippuvat jyrkästi alaspäin johtuen sisätöiden ajoittumisesta kesälle /6, s.19/.

3.1 Talvirakentamisen määritelmiä

Talvilisällä tarkoitetaan talven aiheuttamaa lisäpanoksen tarvetta työssä, materiaaleissa, koneiden käytössä, energian kulutuksessa, laadussa ja työturvallisuudessa.

Talvilisäkustannuksilla tarkoitetaan talvilisistä aiheutuvia kustannuksia rakentamisen aikana. Myös kevään ja syksyn aikana voi muodostua kustannuksia, jotka voidaan ajatella talvilisäkustannusten alle, tästä esimerkkinä talvilisätyöksi käsitetty lämmitys (ks. taulukko 6)

Talvilisätyöllä tarkoitetaan erillisenä työvaiheena tehtyä tai erikseen tehtävään määrättyjen työntekijöiden suorittamaa työtä, esimerkiksi lumi- ja jäätyötä, lämpösuojausta sekä rakennusten ja runkorakenteiden lämmitystä /2, s.3/. Taulukosta 6 ilmenee rakennusalaalla yleisesti käytössä olevat talvilisätyölitterat.

Taulukko 6. Talo 80 ja 90 -nimikkeistöjen talvilisätyölitterat /7, s. 98;8 s. Liite 2:11/.

Talo 80 -nimikkeistö	Talo 90 -nimikkeistö
94 Talvilisätyöt	C8 Talvilisätyöt
941 Lumi- ja jäätyöt	C81 Lumi- ja jäätyöt
942 Lämpösuojaus	C82 Roudan rikkominen, sulatus
Rakennuksen lämmitys ja kuiva-	
943 us	C83 Lämpösuojaus
944 Runkorakenteiden lämmitys	C84 Lämmitys ja kuivaus

Töiden talvityöhaitalla tarkoitetaan talven työtä hidastavaa vaikutusta eli talvitahmeutta. Töiden talvityölisillä tarkoitetaan talvella työn tekemiseen sisältyviä töitä. Näitä ovat esimerkiksi talvibetonointiin saman työryhmän tekeminä sisältyvät suojaus- sekä lumi- ja jäätyöt tai kirvesmiehen tekemä lumityö normaalin työn etenemiseksi. Puhuttaessa töiden talvitahmeudesta tai talvityölisistä on kysymys samankaltaisesta asiasta /2, s.3/.

Selvennykseksi talvityölisä ja töiden talvilisätyö voidaan erottaa toisistaan esimerkiksi seuraavasti: Työnä on raudoitteiden suojaus, jonka tekemiseen ei ole varattu erillistä työryhmää, jolloin raudoittaja suorittaa suojauksen raudoittamisen jälkeen. Tällöin voidaan puhua talvityölisästä. Jos suojauksen tekisi erillinen työryhmä, olisi kyseessä talvilisätyö. Tässä tutkimuksessa käytetään välillä termiä talvityö. Talvityö sisältää sekä talvilisätyöt ja töiden talvityölisät.

3.2 Talvikustannusten muodostuminen

Talvikustannukset aiheutuvat olosuhderiskeistä /9, s. 74/. Kustannuksia aiheuttavat

- kokonaistyömenekin kasvu
- materiaalihukka
- muuttuneet materiaalit
- energiantarpeen kasvu
- koneiden ja laitteiden muuttunut tarve
- rakennusajan kasvu.

Taulukon 7 mukaan runkotyövaiheen suurimmat yksittäiset tekijät ovat energialisä sekä kone- ja kalustolisä. Materiaalilisä on myös merkittävä kustannustekijä. Taulukossa 8 on esitetty esimerkkilasku talvilisäkustannusten tuomasta kustannuslisästä suhteutettuna koko rakennusteknisistä kustannuksista.

Taulukko 7. Kerrostalon talvirakentamisen lisäkustannukset prosentteina vastaavista kesäajan rakentamisen kustannuksista. /10, s.13/

Kustannuslajit	Rakennusvaiheiden lisäkustannukset (%)		
	Perustustyövaihe	Runkotyövaihe	Sisävalmistusvaihe
Työmenekkilisä	2,6...2,9	0,6...0,7	-
Materiaalilisä	1,7...3,7	0,6...1,9	-
Energialisä	0,9...1,0	1,2...1,4	2,8...3,2
Kone- ja kalustolisä	1,8...2,2	1,2...1,4	0,1...0,2
Talvilisätyöt	1,6...1,8	0,7...0,9	0,2...0,4
Aikakustannuslisä	2,0...2,2	1,0...1,2	-
Yhteensä	13...15	5,5...7,5	3,3...3,7

Taulukko 8. Esimerkki talvilisäkustannusten osuudesta rakennusteknisten töiden kustannuksista /1, s. 26/.

Rakennusvaihe	Kustannusosuus rakennustekniikka [%]	Talvilisäkustannus [%]	Lisäkustannus rakennustekniikka [%]
Runkovaihe	33,3	5,5...7,5	1,8...2,5

Taulukon 8 esimerkkilaskun perusteella, jos runkorakennusvaiheen rakennustekniset kustannukset muodostavat kolmanneksen koko hankkeen kustannuksista ja se sijoittuu talveen, voi talvikustannusten osuus koko hankkeen kustannuksista olla jopa 2,5 %. Arvoa 33,3 voidaan pitää suuntaa antavana /1, s. 26/.

3.2.1 Kokonaistyömenekin kasvu

Kylmän aiheuttamana Suomessa koko rakennusalalle koituu vuosittain arviolta lähes 50 miljoonan euron ylimääräiset kulut pelkästään henkilöstökustannuksista. Vuotuisista kokonaispalkkakuluista kylmän aiheuttama lisäkustannus on noin 3 %. Voidaan siis puhua merkittävästä lisäkustannuksen aiheuttajasta /11, s.69/. Ratu-kortin Talvityöt ja -kustannukset /1, s. 3, 9/ mukaan kokonaistyömenekin kasvu kesään verrattuna on 0 - 5,3 %. Työmenekin kasvun talvella aiheuttavat

- töiden talvityöhaitat ja -lisät (ks. määritelmä luvusta 4.1)
- lyhyiden ja pitkien tuotantokatkojen ja -keskeytysten lisääntyminen
- talvilisätyöt (ks. määritelmä luvusta 4.1) ja
- työnaikaiset asennukset, esimerkiksi valaistus.

Lyhyillä katkoilla ja keskeytyksillä tarkoitetaan Rakennustöiden menekit 2010 -käsikirjan mukaisia TL2 lisäaikakertoimia eli alle tunnin pituisia keskeytyksiä ja pitkillä TL3, yli tunnin pituisia tuotantokatkoja ja -keskeytyksiä /12, s. 8/.

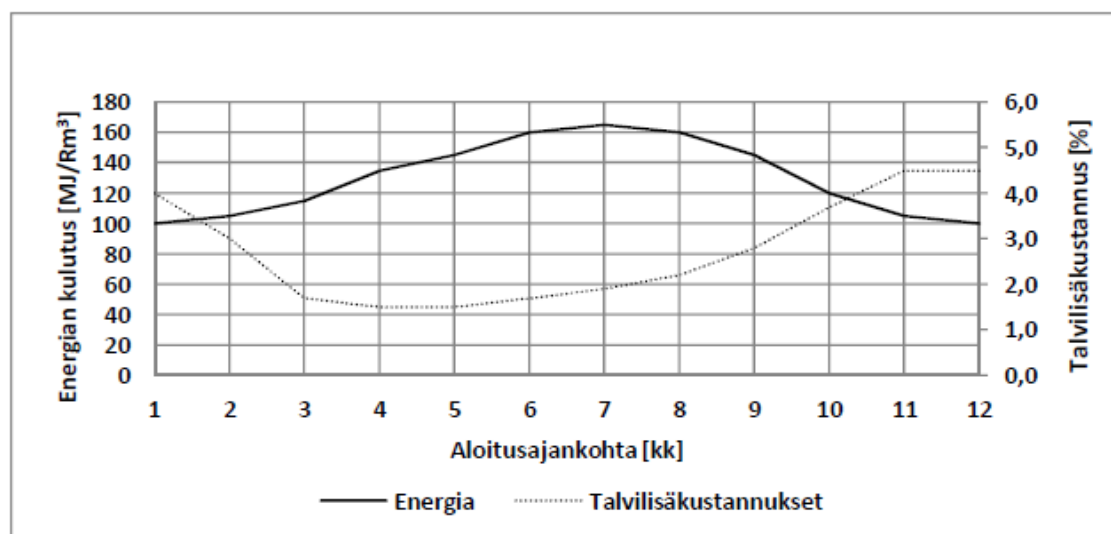
3.2.2 Materiaalihukat ja muuttuneet materiaalit

Materiaalihukka lisääntyy Rakennustöiden menekit 2010 -käsikirjan mukaisien työvaihelisän ML3 ja työmaalisän ML4 osalta /12, s. 8/. Työvaihelisää esiintyy esimerkiksi muottien purussa, jolloin rakenteeseen kiinni jäänyt muottitavara rikkoontuu helposti. Työmaalisä aiheutuu materiaalin pilaantumisesta tai katoamisesta. Esimerkiksi työkaluja ja materiaaleja voi hautautua lumen alle tai eristeet voivat kastua sulaneen lumen vaikutuksesta, jolloin materiaali voi käydä käyttökelvottomaksi. /2, s.3/. Talviolosuhteet voivat vaikuttaa myös materiaalien valintaan, esimerkiksi Lakan betoni Oy:n Joensuun tehtaalta valmisbetoni toimitetaan 1.10. - 15.5. välisenä aikana aina lämmitettynä mikä aiheuttaa kustannuslisän. Lämpimänä syksynä aloitusaikaa saatetaan hieman venyttää. Toisaalta, jos talviolosuhteissa tilattaisiin normaalibetonia ja lämmitys tehtäisiin paikan päällä sähköllä, kuten infrapunälämmittimellä, kuuma ilmapuhaltimella tai valuun jäävällä lankalämmityksellä, nousisivat kustannukset todennäköisesti korkeammiksi. Mitä pienemmästä rakennuskohteesta olisi kysymys sitä suuremmaksi kustannukset suhteessa nousisivat. Normaalibetonista valetun betonikuution lämmittäminen erilaisissa rakenteissa betonin purkulujuuteen asti kuluttaa energiaa sähköllä lämmitettynä keskimäärin 100 kWh /13, s. 59/.

Myös erilaisilla tuotantoteknisillä keinoilla, kuten elementtitekniikan valinnalla, voidaan vähentää talven vaikutusta. Rakennettaessa runkoa täyselementtitekniikalla voidaan osaelementtitekniikkaan verrattuna saavuttaa talvella 35 %:n, keväällä 10 %:n ja syksyllä 20 %:n säästöt /1, s. 34/. Kesällä säästöjä ei tule, koska täyselementeissä hinnat eivät laske kesäksi. Siihen, kuinka paljon täyselementtitekniikan korkeampi hinta verrattuna osaelementtitekniikkaan häviää talvikustannuksissa saavutettaviin säästöihin, ei tutkimus ota kantaa.

3.2.3 Energian tarpeen kasvu

Lämpimään vuodenaikaan rakennustyömailla energiaa kuluu pääasiassa sähköllä ja polttomoottorilla toimivien työvälineiden ja tarpeiston käyttöön sekä valaistukseen. Kylmänä vuodenaikana edellä mainittujen toimintojen energian tarve lisääntyy, koska erilaisten kylmään sopivien koneiden energian tarve on suurempi ja päivän valoisa aika lyhenee. Syksyllä, talvella ja keväällä tarvitaan energiaa erilaisiin lämmitystoimenpiteisiin. Työmaan taukotilat, maapohja, rakennuskohteen sisätilat ja sen rakenteiden kuivattaminen, lumen ja jään sulatus, valmisbetoni, tiilet, muurauslaastiin käytettävä vesi ja muut rakennusmateriaalit tarvitsevat ylimääräistä lämmitysenergiaa /2, s.4/. Lämmityksen energialähteinä voidaan käyttää kaukolämpöä, öljyä, kaasua tai sähköä. Kuvassa 2 on havainnollistettu rakentamisen aloitusajankohdan vaikutusta talvilisäkustannuksiin ja energian kulutukseen asuinkerrostalon rakentamisessa.



Kuva 2. Asuinkerrostalon aloitusajankohdan vaikutus talvilisäkustannuksiin ja energian kulutukseen /6, s.19/

Kuvan 2 mukaan suurin energian kulutus asuinkerrostalorakentamisessa on silloin, kun rakentaminen aloitetaan heinäkuussa. Tämä johtuu sisätyövaiheiden ajoittumisesta talveen. Energian lisääntynyt tarve talvirakentamisessa on riippuvainen lämpötilasta ja usein siitä syystä energian tarpeen kasvu talvella on merkittävä. Asuinkerrostalotyömaalla rakennusajan ollessa 9 - 12 kk kulutetaan energiaa mittausten mukaan 30–130 kWh/Rm³. Työmaarakennusten lämmittämiseen asuinkerrostalotyömaalla kuluu mittausten mukaan lämmitysenergiaa 5-15 % työmaan koko energiankulutuksesta rakennustyön ajoittuessa lämmitys-

kaudelle /6, s. 17/. Eri vuoden aikoina runkorakentamisvaiheeseen tarvittavan keskimääräisen energianmäärän tutkimustietoa on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Keskimääräinen talonrakennustuotannon energiankulutus vuodenaikojen ja rakennusvaiheitten mukaan Etelä-Suomessa /1, s. 13/.

	Kesä		Syksy		Talvi		Kevät	
	%	MJ/rm ³	%	MJ/rm ³	%	MJ/rm ³	%	MJ/rm ³
Maarakennusvaihe	1	0,3	1	1	1	3	1	1
Perustusvaihe	31	8,7	16	15	9	25	16	15
Runkovaihe	44	12,3	31	28	25	69	31	28
Sisävalmistusvaihe	24	6,7	52	48	65	181	52	48
Yhteensä	100	28	100	92	100	278	100	92

Joidenkin materiaalien asennus ja käyttö vaativat tietyn lämpötilan, jotta materiaalille tai pinnalle asetetut laatuvaatimukset täytyisivät. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi betoni, laasti ja maali. Lisäksi useiden materiaalien käytölle on asetettu lämpötilaraja, eikä niitä voi käyttää tietyn lämpötilan alapuolella. Esimerkiksi muuraustyöissä ulkolämpötilan ollessa -5 °C...-15 °C suositellaan tai edellytetään työskentelytilan lämmittämistä tiililaadusta riippuen. Kun lämpötila laskee alle -15 °C, edellytetään aina muuraustyötilan lämmittämistä /5, s. 57/

3.2.4 Koneiden ja laitteiden muuttunut tarve

Talvi aiheuttaa työmaalle erilaisten koneiden, laitteiden ja lisäkoneiden ja -laitteiden tarvetta. Lisäksi saatetaan tarvita tehokkaampia koneita ja laitteita. Koneita ja laitteita tarvitaan mm. lämmitykseen, lumen, jään sekä roudan sulattamiseen ja poistamiseen. Joitakin koneita saatetaan tarvita enemmän talvella kuin kesällä. Esimerkiksi maanrakennustöiden sijoituessa pakkaskauteen tarvitaan tehokkaampia koneita roudan vuoksi. /2, s.4/. Toisaalta juuri roudan vuoksi raskailla koneilla voidaan työskennellä sellaisilla maaperillä, jotka sulana ollessaan eivät voisi koneita kantaa.

3.2.5 Rakennusajan kasvu

Talvella rakentaminen pidentää rakennusaikaa. Talvilisätyöt, kuten suojaus ja lumityöt sekä tuotannon häiriöt, aiheuttavat keskeytyksiä rakentamiseen. Talvi kasvattaa myös työmenekkiä ja työmaan pakkasrajat hidastavat koko rakenta-

mista /2, s.4/. Kaikki ennalta tiedetyt ja ennakoitut viivytykset on otettava huomioon aikataulun suunnittelussa. Onnistuneella suunnittelulla voidaan rakennusajan kasvu saada minimoitua, jolloin säästöjä saadaan mm. lämmityskuluista. Jokainen rakennusaikaa lyhentävä viikko sisävalmistusvaiheessa säästää lämmitysenergiaa 2-3 kWh/(m³viikko) lämmityskauden aikana /6, s. 17/.

Vuonna 2003 tehdyn tutkimuksen, Kylmän työympäristön aiheuttamat henkilöstökustannukset rakennustyömaalla, mukaan rakennuksen perustus- ja runkovaiheen tekeminen talvella lisäsi työajan tarvetta 20 % /11, s. 69/. Vaihtelevien talviolosuhteiden vuoksi tutkimustulos voisi olla kahdessa täysin samanlaisessa kohteessa hyvinkin erilainen. Ratu-kortin C8-0377 /2, s. 12/ mukaan tavanomaisen talonrakennustuotannon aikataulujen suunnittelussa työmenekin lisääntymisen aiheuttamana suurhäiriövarauksena voidaan käyttää tarvittavasta kokonaisajasta laskettuna

- perustusvaiheen työt 5 %
- runkovaiheen työt 10 %
- sisävalmistusvaiheen työt 2 %.

Työturvallisuuslain (2002) mukaan työnantajan on taattava työntekijälle kunnolliset työskentelyolosuhteet. Kun työmaalla ei voida sään vuoksi taata kunnollisia työskentelyolosuhteita tai työn laatu ei ole vaatimusten mukainen, on työnantajan velvollisuus keskeyttää työskentely. Keskeytykseen johtavia säätekijöitä ovat talvella pakkas, tuuli sekä lumi- ja räntäsade /2, s. 12/.

Työn keskeytykseen vaikuttavia muita syitä ovat mm. koneiden ja laitteiden käytön estyminen pakkasen vuoksi. Esimerkkinä Joensuussa Lakan betoni Oy ei mielellään toimita pumpattavaa valmisbetonia, jos ulkolämpötila on alle -15 °C, johtuen massan jäätymisvaarasta. Tästä kuitenkin usein poiketaan rakentajan vastuulla. Onnistuneita betonivaluja on kuitenkin tehty jopa -24 °C:n pakkasessa. Myös nosturien toimintakyky heikkenee pakkasien kovetessa. Työmenekin kasvun rakennusaikaa pidentävä vaikutus voidaan eliminoida työryhmiä kasvatamalla /2, s.4/

Kustannus, joka aiheutuu rakennusajan kasvusta, muodostuu urakoitsijan aikasidonnaisista kustannuksista. Aikasidonnaisilla kustannuksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä kustannuksia, jotka ovat rakennusajasta riippuvaisia ja ovat

siis kiinteitä suoritettuun työmäärään nähden. Taulukoista 10 ja 11 voidaan nähdä, mitä litteroita aikakustannuksiin kuuluu Talo 80:n ja Talo 90:n mukaan.

Taulukko 10. Talo 80 -nimikkeistön mukaiset aikasidonnaiset kustannusosat /7, s. 88 - 94/.

Talo 80 -nimikkeistön 8- ja 9- litterat			
8	Työmaan käyttökustannukset	9	Työmaan yhteiskustannukset
81	Työnaikaiset rakenteet	91	Työmaan hallinto
82	Työnaikaiset asennukset	92	Avustavat rakennustyöt
83	Työmaan koneet ja laitteet	93	Ulkomaisen projektitoiminnan erityiset työmaan yhteiskustannukset
84	Työkoneet, työkalut ja välineet	94	Talvilisätyöt
85	Työmaan käyttötarvikkeet	95	Urakkahinnan muutokset
86	Työmaan käyttöaineet ja energia	96	Sopimusperusteiset erityiskulut
87	Työmaakuljetukset Ulkomaisen projektitoiminnan erityiset työmaan	97	Työntekijöiden palkanlisät
88	käyttökustannukset	98	Työntekijöiden sosiaalikulut

Taulukko 11. Talo 90 -nimikkeistön mukaiset aikasidonnaiset kustannusosat /8, Liite 2: 7/

Talo 90 -hankenimikkeistö, C työmaatekniikka -litterat			
C1	Työmaan hallinto	C44	Kaasu
C11	Työnjohto	C45	Polttoaineet
C12	Työmaatoimisto	C46	Kaukolämpö
C13	Varaston hoito	C5	Nostot ja siirrot
C14	Katselmukset	C51	Tominosturit
C15	Vartiointi	C52	Ajoneuvonosturit
C16	Koulutus	C53	Rakennushissit
C17	Edustus	C54	Telineet
C18	Luottamustoimet ja työterveydenhuolto	C6	Työkoneet, työkalut ja -tarvikkeet
C19	Työnsuojelu ja työturvallisuus	C61	Työkoneet
C2	Työnaikaiset rakennukset ja asennukset	C62	Työkalut ja välineet
C21	Työmaarakennukset	C63	Käyttötarvikkeet
C22	Työmaatiet ja varastoalueet	C7	Laadunvalvonta ja mittaukset
C23	Aitaus ja mainoskilvet	C71	Mittaukset
C24	Vesijohdot ja viemärointi	C72	Laadunvarmistusmittaukset ja kokeet
C25	Työnaikaiset sähkötyöt	C73	Tutkimusmittaukset
C26	Viestintävälineet	C74	Maaperätutkimukset
C27	Majoitustilat	C8	Talvilisätyöt
C3	Työmaatekniset aputyöt ja huolto	C81	Lumi- ja jäätyöt
C31	Rakennusaputyöt	C82	Roudan rikkominen, sulatus
C32	Johtotöiden liittäminen	C83	Lämpösuojaus
C33	Rakennuksen suojaus	C84	Lämmitys ja kuivatus
C34	Työmaatilojen hoito	C9	Erityiskulut
C35	Työmaakuljetukset	C91	Työmaan vakuutukset
C36	Liikenteen hoito ja ohjaus	C92	Vakuuskulut ja sopimussakot
C37	Työnjälkien siivous	C93	Takuukorjaukset
C38	Loppusiivous	C94	Vahingonkorvaukset
C39	Työnaikaiset korjaukset	C95	Keskeytyskustannukset
C4	Käyttöaineet ja energia	C96	Rakennusalueen vuokrat
C41	Työmaalla tuotettu energia	C97	Työkalukorvaukset
C42	Sähkö	C98	Matkakorvaukset
C43	Vesijohdot ja viemärointi		

Ammattikielessä puhutaan usein 8-9-kustannuksista, jolla viitataan yleisesti aikasidonnaisiin kustannuksiin. Näin tehdään huolimatta siitä, käytetäänkö Talo

80 -nimikkeistöä, jonka pohjalta nimi on tullut, litterointiin vai ei. Aikakustannuksissa on toisaalta mahdollista saavuttaa säästöjä, jos rakennusaikaa onnistutaan lyhentämään. Niiden lisäksi korkokulut alenevat. Tuottoja tulee myös aikaisemman käyttöönoton ansiosta /6, s. 21/.

3.3 Talvikustannusten määrittäminen

Talvikustannusten määrittämistä varten tarvitaan tietoja rakennuskohteesta, ajoituksesta, rakennussuunnitelmista ja paikkakunnasta /2, s. 5/. Talvikustannuksiin ja lisäresurssitarpeeseen on syytä varautua hyvällä suunnittelulla jo ennen työmaan aloittamista, jolloin voidaan ehkäistä merkittäviä talvikustannuksia. Usein kokeneet vastaavat mestarit pystyvät suurin piirtein arvioimaan talven tuoman lisän työmaan toimintaan, mutta myös Ratu C8-0377 Talvityöt ja -kustannukset -kortti tarjoaa ohjeita talvirakentamisen suunnitteluun ja tarjoaa selkeän apuvälineen kokemattomammille työnjohtajille. Ratu-kortista saa suuntaa antavia lisäprosentteja käytettäväksi materiaalien menekkitietoja, tarvittavaa kalustoa, lämmityskalustoa, työ- ja lisämenekkitietoja sekä energian tarvetta laskettaessa.

Talvilisätöiden, (ks. määritelmä luvusta 3.1), kustannuksia on helppo seurata esimerkiksi litteroinnin avulla käyttämällä Talo 80 tai 90 -nimikkeistöjä (taulukko 6). Näin myös useimmissa rakennusliikkeissä tehdään. Töiden talvityölisien aiheuttamia kustannuksia on sen sijaan vaikeampi seurata, koska ne toteutuvat sellaisten töiden lomassa, jotka kirjataan muille kuin suoranaisesti talvikustannuksiin liittyville litteroille. Tämä vaikeuttaa myös tiedon keräämistä talvikustannuksiin liittyvissä empiirisissä tutkimuksissa. Edellä mainittu Ratu-kortti C8-0377 antaa kuitenkin melko selkeää, osittain kokemusperäistä tietoa töiden talvityöhaitta- ja talvityölisäprosentteista, joilla työmenekin kasvu talvella voidaan ottaa suunnitteluvaiheessa huomioon (liite 1). Prosentit on työlajin lisäksi luokiteltu työskentelylämpötilojen mukaan, esimerkiksi -7,5...-12,5 °C:n lämpötilaluokassa ulkoseinäelementtien asennustyömenekkiin tulisi 30 %:n lisä. Lisäprosenttiin on otettu huomioon Rakennustöiden menekit 2010 -käsikirjan T2 työsaavutuksien aleneminen, talven aiheuttamat TL2 ja TL3 -lisäaikojen /12, s. 8/ lisääntymiset sekä töiden talvityölisät.

3.4 Koko rakennuksen kattavat sääsuojat

Sääsuoja, WPS (Weather Protection System), on rakenteiden, materiaalien ja varsinaisen rakennuspaikan elementtirakenteinen sääsuojausjärjestelmä /14/. Yleisimmin käytetyssä järjestelmässä pystyrakenteet tehdään rakennustelineistä, jolloin kulku ulkoseinien tasolla onnistuu koko rakennuskohteen korkeudella. Katon runko koostuu usein lohkoista pystytetyistä ristikkoelementeistä, jotka ovat joko kiinteästi kiinni pystyrakenteissa tai ne lepäävät kiskoilla, jolloin niiden liikuttaminen ja katteen aukaiseminen on mahdollista esimerkiksi nostojen ajaksi. Runkomateriaalina on yleensä teräs tai alumiini ja seinien ja katteen peitemateriaalina palosuojattu PVC-muovi. Riippuen suojaustarpeesta seinien peittäminen suojapeitteellä voidaan jättää tekemättä. Jos seinät peitetään, käytetään yleensä valoa läpäisevää peitettä, kuten kuvassa 4. Kuvassa 3 on tavanomainen kerrostalotyömaalle pystytetty sääsuoja, jonka seiniä ei ole peitetty



Kuva 3. Kerrostalotyömaalle alumiinisista rakennustelineistä ja ristikkorakenteesta katteesta pystytetty sääsuoja /15/.



Kuva 4. Rakennuksen lisäkerrosrakentamisen ja kattotöiden ajaksi pystytetty alumiinirakenteinen sääsuoja. Seinät on peitetty valoa läpäisevällä peitteellä. Runkona toimivat rakennustelineet ovat pystytetty maasta asti /16/.

Sääsuoja on käytetty Suomessa enimmäkseen korjauskohteissa, kuten katto ja julkisivuremonteissa, kerrostalojen lisäkerrosten rakentamisessa sekä pitkäkestoisissa remonteissa, joissa vaaditaan tasalaatuiset työskentelyolosuhteet koko projektin ajan. Uudisrakentamisen yhteydessä sääsuojien käyttö on vähäisempää, mikä voi johtua siitä, että rakentajat mieltävät sääsuojien käytön kalliiksi kustannukseksi. Erityisesti kerrostalotuotannossa katettua sääsuojaa ei ole juuri käytetty, poikkeuksia lukuun ottamatta. Tuorein poikkeus lienee Heinolaan loppuvuodesta 2011 valmistunut viisikerroksinen puukerrostalo. Kerrostalon runkovaihe toteutettiin sääsuojan alla siten, että seinistä ja katosta suojapeittein vuorattu suoja kasattiin harjakorkeuteensa ennen rungon pystyttämistä. Kuvassa 5 näkyy, kun kyseisessä kohteessa materiaalien nostojen ajaksi avattiin sääsuojan kattoa.



Kuva 5. Puukerrostalon runkorakennusvaiheen sääsuojus Heinolassa vuonna 2011. Rakennustelinepohjaisen sääsuojusratkaisun katetta on siirretty elementtien nostojen ajaksi /17/.

Ruotsissa sääsuojien käyttö kerrostalorakentamisessa on viime vuosina lisääntynyt kasvaneen puukerrostalorakentamisen myötä. Tällä hetkellä noin viidesosa Ruotsiin valmistuvista kerrostaloista on puurunkoisia. Usein käytetty ratkaisu suojaukseen on kuvassa 6 esitetty sääsuoja, jonka erityisominaisuuksiin kuuluu moottorien avulla nouseva katto.



Kuva 6. Nouseva sääsuojaratkaisu. Kate nousee ja laskee sähkötoimisten moottoreiden avulla. Gibson Tower, Lainapeite Oy /15/.

Käytännön asennustöissä kuvan 6 sääsuojan katto nousee sitä mukaa kuin runkokin nousee. Lisäominaisuutena on katetta kannattelevan palkiston varaan mahdollista asentaa siltanosturi, jolla teltan sisällä tapahtuvat nostot voidaan toteuttaa. Nosturi pystyy nostamaan massaa 10 000 kg. Yleensä puukerrostalojen ensimmäinen kerros valmistetaan betonista, jonka jälkeen tällainen suojausratkaisu pystytetään.

3.5 Sääsuojan edut ja haitat

Hyvin suunnitellulla sääsuojauksella on mahdollista vähentää talvikustannuksia. Jotta kokonaistaloudellisia säästöjä saataisiin aikaan, on sääsuojauksen suunnittelu syytä sisällyttää jo rakennuksen suunnitteluvaiheeseen. Suunniteltavia asioita ovat mm. sääsuojahallin käyttö, pystytys tai suojapeitteiden kiinnittäminen ja työmaakierto /2, s.11/. Aikaisempien kokemusten ja kustannusseurantojen mukaan sääsuojien hinta suhteessa kokonaishintaan on noin 2-3 % /19, s. 32/.

Sääsuojan käytöstä syntyvät kustannusosat voidaan yleisesti jakaa seuraavasti:

- pystytys, purkaminen ja kuljetus
- vuokra
- kunnossapito
- rakennustelineiden vahvistamisesta aiheutuva lisähinta

Lisäksi voidaan mainita rakennusmateriaalien käsittelyn vaikeutuminen, jonka aiheuttamia kustannuksia on vaikeampi seurata. Helposti määritettäviä sääsuojan käytön tuomia kustannussäästöjä talvirakentamisessa ovat merkittävä talvilisätöiden ja talvityölisien vähentyminen. Lisäksi vaikeammin määriteltävissä olevia kustannussäästöjä voidaan saada

- materiaalien ja rakennustarvikkeiden pienemmästä hävikistä
- pienemmästä määrästä rakennusjätettä
- rakennusaikataulun nopeutumisesta ja rakennuspaikan lyhyemmästä käyttöajasta
- pakkas- ja sadepäivien vaikutuksen vähentymisestä
- laadun parantumisesta mm. kosteuden hallinnan suhteen
- työturvallisuuden parantumisesta, mm. liukastumisvaaran vähenemisestä
- työn paremmasta tuottavuudesta
- kuumabetonin käytön tai betonin lujuusluokan nostamistarpeen vähentymisestä
- suojaamisen, kuivaamisen ja lämmittämisen vähentymisestä sekä

- paremmista työskentelyolosuhteista, jolloin sairauspoissaolot saattavat vähentyä ja työskentelyilmapiiri paranee /18/.

VTT:n tiedotteen 2214, Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella /5, s. 53/, mukaan hyvän sääsuojan tunnusmerkkejä ovat

- tiivis, mutta taloudellisesti tuuletettu,
- nopea pystyttää, purkaa ja siirtää,
- helpot materiaalsiirrot mahdollistava sekä
- auringon valoa läpäisevä.

4 Kenttätutkimus

4.1 Tutkimuskohteen kuvaus

Empiirisen tutkimuksen kohteena oli rakennusliike Lemminkäinen Talo Oy Joensuun urakoima Asunto-osakeyhtiö Joensuun Kaisla. Kohde on kahdeksankerroksinen, 42 asuntoa sisältävä osaelementtirakenteinen asuinkerrostalo, joka valmistuu loppuvuodesta 2012. Rakennuskohteen yleiset laajuustiedot ovat

- huoneistoala 1795,5 m²
- kerrosala 2684,0 m²
- bruttoala 2684,0 m²
- tilavuus 8250,0 m³
- jätekatos ja autokatos
- autopaikkoja 32 kpl, joista autokatospaikkoja 11 kpl.

Skila



Kuva 7. Skilan rakennusalue /20/.

Kuvasta 7 näkyy kuinka rakennus sijoittuu Joensuun Rantakylän kaupunginosaan entiselle Skilan tehdasalueen tontille, joka on tänä päivänä Lemminkäisen omistuksessa. Tasaiselle tontille on kaavoitettu neljä kahdeksankerroksista ja kolme kuusikerroksista taloa, joista jälkimmäiset olivat jo valmiit opinnäytetyötä tehtäessä. Kaislan rakennusaikana työmaa-alueella oli runsaasti tilaa varas-

toinnille ja muille työmaan toiminnoille, koska muiden vielä rakentamattomien kahdeksankerroksisten tonteille pystyttiin varastoimaan tavaraa vaikka Kaislan tontti oli itsessäänkin melko tilava. Kuvassa 8 näkyvät Kaislan ensimmäinen kerros ja valmistuneet kuusikerroksiset Kielo ja Orvokki. Liitteessä 2 on Kaislan pohjanpiirustukset 1. ja 2. kerroksen osalta, julkisivupiirustukset ja leikkauspiirustus. 2. kerroksen pohjaratkaisu on identtinen 3. – 8. kerroksen kanssa.



Kuva 8. As. Oy Kaislan ensimmäinen kerros. Taka-alalla Lemminkäisen omistamat kahdeksankerroksisille kerrostaloille varatut tontit sekä kaksi valmista kuusikerroksista taloa.

Ensimmäiseen kerrokseen valmistui kahden, 82,6 m²:n ja 121,5 m²:n, väestönsuojan lisäksi lämmönjakohuone, joiden päälle asuinkerrokset rakennettiin. Kantavan rungon suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta ja muiden rakenteiden 50 vuotta. Maa-aineksien vaihdot tontille oli tehty jo aiemmin muiden tontilla sijaitsevien kerrostalojen rakentamisen yhteydessä. Kaislan rakentaminen aloitettiin lokakuussa 2011 anturamuottitöillä.

4.2 Runkorakennusvaiheen tuotantotekniikka

Kaislassa tuotantotekniikaksi oli valittu osaelementtitekniikka. Väestönsuoja ja välipohjalaatat eli holvit tehtiin paikallavaluna, kun taas ulkoseinät lämmönjakohuoneen osalta sekä ulko- ja sisäseinät 2. - 8. -kerroksien osalta toimitettiin

työmaalle valmiselementteinä. Ulkoseinäelementeissä oli valmiiksi asennettuna eristeet ja julkisivumateriaali, joka Kaislan tapauksessa oli osittain tiiltä ja osittain hienopestyä betonia. Parvekkeen laatat, sivupielet ja pilarit sekä sokkeli asennettiin elementteinä. Elementtien nostot suoritettiin autonosturilla.

Ensimmäiseen kerrokseen rakennetun väestönsuojan seinien muotit rakennettiin paikan päällä vanerista soiorungolla ja sen katon muottikalustona käytettiin tavanomaista vuokrattua muottikalustoa sisältäen kannatinpalkit, ja kannatintolpat. Palkit asennettiin haarukkatukien varaan. Muottivanerit hankittiin omaksi. Välipohjien muottikalustona käytettiin vastaavaa järjestelmää kuin väestönsuojan katossa. Väestön suojavaalujen muottitarpeissa käytettiin mitallistettua sahatavaraa, jota pyrittiin säästämään ehjäksi käytettäväksi myöhemmin vesikatonsuojien rakenteissa.

Työryhmän vahvuus oli väestönsuojan (1. kerros) rakentamisen aikana

- 2 - 3 kirvesmiestä (Rakennusammattimies RAM)
- 1 mittamies (RAM)
- 2 rakennusmiestä (Rakennusmies RM)
- 1 raudoittaja (RAM)

Välipohjan muottien ja raudoituksen valmistuksen aikana työmaan vahvuus oli

- 3 kirvesmiestä
- 1 mittamies
- 1 raudoittaja

Holvin betonivalun linjaroiminen eli betonivalun tasaaminen hoidettiin aliurakoitsijoiden voimin, mutta betonimassan ohjaamisessa ja vibraamisessa käytettiin Lemminkäisen kahta rakennusmiestä. Elementtien asennusta varten oli hankittu aliurakoitsijaksi erillinen asennusryhmä. Asennusryhmän vahvuus oli 3 rakennusammattimiestä ja nosturikuski. Elementtien alapuolista betonimassaa valmistivat ja asensivat kaksi Lemminkäisen omaa rakennusmiestä.

4.3 Talveen sidonnaiset työmenetelmät ja toiminnot

Työmaalla oli runsaasti tilaa varastoimiselle sekä autonosturilla ja pyöräkoneella työskentelyyn. Myös lumen kinostaminen voitiin tehdä kokonaan työmaalle, jolloin sen siirtämiskustannuksia kaatopaikalle ei kertynyt. Teräkset,

puutavarat, elementit sekä sirkkelin käyttöalue ja raudoitusten taivutuspiiste ym. pidettiin peitteiden alla, jotta ne eivät hautautuisi lumen alle. Kuvassa 9 valmistuu autokatos, joka pyrittiin valmistamaan vesikattovalmiiksi varhaisessa vaiheessa, jotta siitä saatiin hyvä sääsuoja työskentelypisteille ja usealle eri materiaalille. Autokatoksen työt toimivat myös hyvänä varatyönä eli varamestana kirvesmiehille silloin, kun varsinaisessa rakennuksessa ei ollut niin paljon töitä tehtävänä.



Kuva 9. Vesikattovalmis autokatos. Katos toimii suojana materiaaleille ja työkohteille.

Betonivaluja varten tehdyt raudoitukset suojattiin kevytpeittein päivän päätteeksi tai kun niiden lähistöllä ei tarvinnut työskennellä. Betonin valamisen jälkeen maanvaraisen lattian ja holvien alueet peitettiin solumuovisella pakkasmatolla lämmön eristämiseksi ja lisäksi kevytpeittein liiallisen kosteuden ja ilmavirran pääsyn estämiseksi. Kuvassa 10 solumuovit odottavat asennusvalmiina ensimmäisen väestönsuojavalun valmistumista.



Kuva 10. Väestönsuojan betonivalut. Holvin reunalla näkyy solumuoviset pakkasmatot valmiina betonivalun suojausta ja lämmöneristämistä varten. Pakkasmattojen päälle levitettiin lisäksi kevytpeitteet.

Suojaukset estivät myös lumen ja jään muodostumisen suoraan betonin pintaan, jolloin sen poistaminen olisi ollut erittäin työlästä ja aikaa vievää, mutta kuitenkin välttämätöntä. Ennen seuraavan kerroksen holvin muottien valmistusta lumen ja jään poistaminen suojauskien päältä onnistui melko vaivattomasti, joskin se lisäsi aina talvilisätyön määrää. Kuvassa 11 on ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevan lämmönjakohuoneen ja porrashuoneen maanvaraisen lattian valujen ja koveuskaapelin asennuksen ajaksi rakennettu väliaikainen katos puutavarasta ja kevytpeitteistä. Suoja purettiin ennen seinäelementtien asennusta. Laadukkaan tuloksen saamiseksi suojaus oli tarpeellinen, mutta sitoi työpäivän aikana 13 rakennusammattimiestuntia ja 6 rakennusmiestuntia. Joitakin suojauskien korjaustoimenpiteitä jouduttiin tekemään viikonloppuna rakennusmiehen toimesta. Nämä toimenpiteet olivat kuitenkin harvinaisia tutkimusjakson aikana. Vastaavan mestarin täytyi käydä työmaalla erilaisilla säästä johdettavilla tarkastuskäynneillä keskimäärin 1,5 tuntia viikonloppun aikana koko tutkimusjakson ajan.



Kuva 11. Lämmönjakohuoneen väliaikainen sääsuoja.

Ennen toisen kerroksen seinäelementtien asennusta valmistettiin kaikkiin ikkuna- ja oviaukkoihin sopivia väliaikaisia suojia ilmavirran vähentämiseksi ja lämpötaloudellisuuden parantamiseksi rakennuksen sisällä. Näin tehtiin myös seuraavien kerroksien osalta. Kuvassa 12 näkyvä ikkuna-aukkoon sopiva yhdestä muovikalvosta valmistettu suoja asennettiin välittömästi elementin asennuksen jälkeen. Porraselementin seuraavaan kerrokseen vievään aukkoon asennettiin pakkasmatosta verho samoista syistä johtuen. Suojaustoimenpiteet sitoivat koko runkorakentamisen ajan työmiehiä kelistä ja työvaiheesta riippuen päivittäin tunnista useisiin tunteihin.



Kuva 12. Ikkuna- ja oviaukkoihin asennettavat muovi-ikkunat.

Miestyövoimin tehtävät lumityöt tehtiin heti, kun se oli mahdollista lumikolien ja -lapioiden sekä lehtipuhaltimien avulla. Lumi- ja jäätyöt tekivät pääasiassa rakennusmiehet (RM). Vaikka muotit, raudoitteet ja holvit suojattiin heti kun se oli mahdollista, ei pienen lumimäärän joutumista näihinkään paikkoihin voinut välttää. Pakkaslumi saatiin kätevimmin poistettua lehtipuhaltimen avulla. Rakennusliikkeellä oli myös kaksi sopimusta pyöräkone- ja traktoriurakoitsijan kanssa lumen poistamisesta työmaa-alueelta tarpeen niin vaatiessa. Samoja koneurakoitsijoita käytettiin työmaalla tehtävien siirtojen, hiekoittamisen ja alueen siistimisen toteuttamiseen.

Kuvassa 13 sandwich-elementti odottaa asennustukien kiinnittämistä. Elementistä on poistettu pahimmat lumet ennen asennusta, mutta kriittisimmästä kohdasta eli eristeiden päältä täytyi lumi vielä poistaa asennuksen jälkeen ennen suojiensa asentamista, jotta lämmityksen alkaessa se ei sulaisi eristetilaan ja jäätyisi.



Kuva 13. Lämmönjakohuoneen seinäelementti.

Hiekoittamiseen oli nimetty yksi yrityksen oma rakennusmies RM. Hänen tehtävänä oli hiekoittaa tarpeen mukaan työmaan pääkulkuväylät aamuisin ennen varsinaisen työajan aloittamista. Sama henkilö laittoi päälle myös työmaan valaistuksen ja oli myös usein viikonloppuisin valmiudessa korjaustoimenpiteisiin, jos työmaan suojaukset tuulen vaikutuksesta siirtyivät paikaltaan. Työmaalla sijaitsevat kaivonkannet merkittiin selkein merkein, jotta koneet eivät rikkoisi niitä niiden ollessa lumen peitossa. Kuvassa 14 kaivonkansien päälle on viritetty harjateräksestä ja värikkäiksi maalatuista salaojaputken pätkistä riittävän kestäviä huomiokeppejä kaivonkansien päälle.



Kuva 14. Kirkasväriset kaivonkannen merkit.

Muotteja ja raudoituksia lämmitettiin ennen valuja riippuen ilman kylmyydestä muutamia päiviä ennen varsinaista valua. Ensimmäisen kerroksen väestönsuojat valettiin kahdessa osassa, VSS1 ja VSS2. Ensimmäisen kerroksen muut osat koostuivat lämmönjakohuoneesta ja porraskäytävästä, joiden lattiat ja holvi sekä elementtiasennukset toteutettiin väestönsuojien betonivalujen jälkeen. Ensimmäisen kerroksen betonivaluja pidettiin oikeassa lämpötilassa puhaltamalla lämmintä ilmaa väestönsuojan sisällä sähkökäyttöisillä termostaateilla varustetuilla, kuvissa 15 ja 16 näkyvillä, 9 kW:n ja 3,3 kW:n lämpöpuhaltimilla.



Kuva 15. 9 kW:n sähkökäyttöinen lämpöpuhallin



Kuva 16. 3,3 kW:n sähkökäyttöinen lämpöpuhallin

VSS:n ensimmäisen osan lämmittämiseksi kaksi puhallinta pidettiin jatkuvatoimisena täydellä teholla riittävän lämpötilan saamiseksi, jonka jälkeen toinen puhaltimista jätettiin toimintaan lämpötilan ylläpitämiseksi. Lämmönjakohuoneen ja porraskäytävän maanvaraisen lattian valuun sekä näiden holveihin sijoitettiin molempiin kaksi kappaletta 85 m 3,3 kW:n betoninkovetuskaapeleita, jotka pitivät betonissa sopivaa lämpötilaa sen kovettumisen ajan ja estivät sitä jäätymästä. Myös elementtien valettuun vaakasaumaan lämmönjakohuoneessa jouduttiin asentamaan 20 m kovetuskaapelia.

Kun väestönsuojat, lämmönjakohuone ja porrashuone holveineen oli valettu ja rakennusmassan määrä kasvoi, lisättiin lämmittimien määrää kahteen 9 kW:n ja kolmeen 3,3 kW:n lämpöpuhaltimeen. Myöhemmin otettiin käyttöön vielä yksi 9 kW lämmitin. Lämpöpuhaltimet voitiin asettaa toimimaan termostaattiensa avulla siten, että ne puhalsivat lämmintä ilmaa vain silloin, kun lämpötila laski alle tietyn lämpötilan. Tällöin säästyttiin miestyövoimin tehtävältä lämmönsäätelyltä. 3,3 kW:n puhaltimet ostettiin omaksi ja 9 kW:n puhaltimet vuokrattiin. Betonivalujen yhteydessä lämpötiloja nostettiin, jotta saavutettiin muottien purkulujuus. Esimerkiksi VSS:n holvin valamisen ja alkuvaiheen kovettumisen aikana sisäpuolella lämpötila pidettiin yli 30 °C:ssa. Betonivalujen lisäksi jatkuvaa lämmitystä tarvittiin lämmönjakohuoneessa, jossa sijaitsivat vesiliittymät sekä tilat joissa tehtiin muuraustöitä. Kaukolämpöverkkoon liitettävä lämmitysjärjestelmä otettiin käyttöön vasta tutkimusjakson (marraskuu – helmikuu) jälkeen koko runkora-

kentämisen ollessa noin puolessa välissä. Kaukolämpölämmittimillä rakennuksen kaikki tilat lämmitetään samaan lämpötilaan.



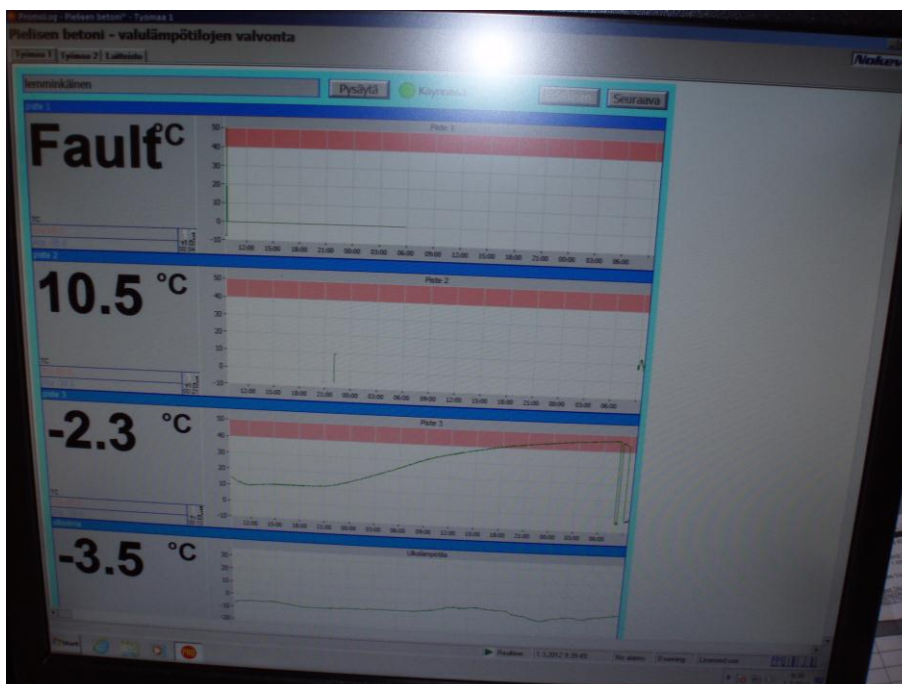
Kuva 17. Kolmannen kerroksen holvin betonivalu. Ulkolämpötila -13 °C.

Toisen kerroksen seinäelementtien asennusten ja sen holvin muotti- ja raudoistustyön jälkeen valettiin toisen kerroksen holvi. Kuvassa 17 näkyy oranssi betonikövetuskaapeli asennettuna holvin raudoitteisiin. Holviin asennettiin 11 kpl 85 m 3,3 kW kovetuskaapeleita eli yhteensä 935 m/holvi. Holvin alapuolelle vuokrattiin käyttöön 70 kW polttoöljytoiminen lämpöpuhallin, joka piti lämpötilaa yllä valusta alkaen noin viisi päivää. Kaikki kaapelit olivat päällä noin kuusi päivää, jonka jälkeen kaksi laatan reuna-alueella sijaitsevaa kaapelia jätettiin päälle vielä neljäksi päiväksi. Näiden laitteiden lisäksi aiemmin mainitut pienemmät puhaltimet olivat koko ajan kytkettyinä. Kuvassa 18 on konevuokraamosta vuokrattu 70 kW polttoöljytoiminen lämpöpuhallin.



Kuva 18. 70 kW polttoöljykäyttöinen lämpöpuhallin.

Samalla määrällä kovetuskaapeleita ja lämmittimiä toteutettiin myös kolmannen ja neljännen kerroksen lämmönhallinta. Kaukolämpölämmittimien tullessa käyttöön hoiti se lämmön ylläpitämisen koko rakennuksessa, mutta holvivalujen yhteydessä käytettiin edelleen betoninkovetuskaapeleita ja polttoöljypuhallinta. Vastaava mestari seurasi itsekantavien holvien betonivalun lämpötilaa koko sen kovettumisen ajan. Holvit valettiin tavallisesta K35-betonista, pakkasbetonin sijaan jolloin lämpötilan seuranta oli tehtävä tavallista tarkemmin. Seuranta toteutettiin valuun sijoitettujen loggerien avulla, jotka lähettivät reaaliaikaisesti tiedon vallitsevasta lämpötilasta vastaavan mestarin tietokoneelle. Loggerit sijoitettiin kolmeen eri nurkkaan, joiden oletettiin olevan lämpötilaloudellisesti kriittisimpiä kohtia, ja yksi holvin keskelle vertailulämpötilan saamiseksi. Pakkasbetoni kestää kovempaa pakkasta ja sitä käytettäessä lämpötilan mittaus tehdään usein manuaalisesti valuun sijoitetuista sähköputkista. Kuvassa 19 on tietokoneen näkymä betonivalun lämpötilaseurantaohjelmasta. Alimpana näkyy ulkolämpötila.



Kuva 19. Betonivalun lämpötilaseuranta.

Käyttöveden tulopisteet täytyi eristää heti liittymän tultua työmaalle. Lisäksi eristyksen sisään asennettiin sähkökäyttöinen 200 W säteilylämmitin. Eristys ja lämmitin voitiin poistaa lämmönjakohuoneen holvin valmistuttua. Kuvassa 20 on lämmönjakohuoneen kohdalla polystyreenilevyllä ja pakkasmatolla eristetty käyttövedentulopiste.



Kuva 20. Käyttöveden tulopisteen eristys.

Myös elementtiasennus satoi talvitöihin olosuhteista riippuen työmiehiä. Ennen elementtien asentamistyötä usein yksi tai kaksi rakennusmiestä puhdisti asennuskohtiin syntynyttä lunta ja jäätä. Myös elementteihin kertynyttä lunta ja jäätä piti poistaa manuaalisesti jäätuoralla tai nestekaasupolttimella juuri ennen asentamista. Kuvassa 21 rakennusmiehet valmistavat sokkelielementtiasennukselle lumettoman ja jäättömän asennuspohjan. Ylempiin kerroksiin tulevien elementtien alustat olivat harvemmin lumessa tai jäässä johtuen onnistuneesta suojauksesta. Tällöin lumi- ja jäätyötä oli luonnollisesti vähemmän. Elementtien vaakasaumoihin laitettuun laastiin piti huolehtia lämmitettyä vettä, jotta se ei olisi jäänyt. Pystysaumauksen hoitivat erilliset urakoitsijat. Pystysaumamassan sidosaineena käytettiin talvisaumauksiin soveltuvaa sementtiä, joka kesti paremmin pakkasta, mutta toi sementille lisähintaa noin 20 %. Pystysaumamassaan käytettiin kylmää vettä.



Kuva 21. Lumen poistaminen harjan ja lehtipuhaltimen avulla.

Lisäksi asennukseen osallistuivat mittamies sekä nosturikuljettaja, mutta heidän työhönsä välitöntä talvilisätyötä ei elementtiasennuksen yhteydessä kuulunut. Kovan pakkasen päivistä johtuen, jolloin lämpötila oli alle $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, jouduttiin toisen kerroksen elementtien asennusta lykkäämään viikolla. Sekä autonosturin että elementtitehtaiden nosturien toiminta ei ollut mahdollista näin kovilla pakkasilla. Lisäksi tällaisella kovalla pakkasella ulkona työskentely on erittäin haas-

tavaa ja hidasta. Aikatauluun oli huomioitu jo ennalta kahden viikon suurhäiriövaraus talvesta koituvien ongelmien varalle, jolloin viikon myöhästyminen ei vaikuttanut työmaan aikasidonnaisiin kuluihin.

Työmaan taukotilojen viemäröinnin ja liittymien eristystyö tehtiin jo aiemmin, ensimmäisen alueelle valmistuneen kerrostalon rakentamisen aikana. Siihen kuluneet työtunnit ja materiaalit otettiin kuitenkin tutkimuksessa arviona huomioon.

4.4 Aineistonkeräysmenetelmät

Talvilisätiedon keräys työmaalta aloitettiin marraskuun alusta 2011 ja lopetettiin helmi- maaliskuun taitteessa 2012 eli yhteensä tietoa saatiin noin neljän kuukauden ajalta. Tiedon keruu työmaalta lopetettiin noin kuukautta aiemmin, kuin tarkastelujaksoon liittyvät rakenteet olivat todellisuudessa valmiit, joten loput tutkimukseen tarvittavat toteumatiedot talvikustannuksista saatiin arvioimalla ne siihen asti kerättyjen tietojen pohjalta. Tiedon keruu lopetettiin, jotta opinnäyte-työ valmistuisi suunnitellussa aikataulussa. Kerättyyn toteumatietoon sisältyi ensimmäisen, toisen ja kolmannen kerroksen seinät ja holvit sisältäen ensimmäisen kerroksen väestönsuojan. Neljännen, viidennen ja kuudennen kerroksen aikaiset talvilisäkustannustiedot arvioitiin laskemalla toisen ja kolmannen kerroksen toteumatiedoista keskiarvo. Tietoa kerättiin viikoittain kahden eri lomakkeen avulla, jotka luotiin tätä tutkimusta varten helpottamaan tiedonhallintaa.

Lomake 1, Talvilisien seurantalomake työmiehet (liite 3), oli nimensä mukaisesti työmiehiä varten, johon he merkitsivät päiväkohtaisesti henkilökohtaisen talvilisätöihin ja talvityölisiin sekä odotukseen kuluneen ajan 15 minuutin tarkkuudella. Yhteen lomakkeeseen mahtui yhden kokonaisen viikon tiedot ja se sijaitsi työmaan taukotiloissa. Lomakkeeseen sisältyi myös lauantai ja sunnuntai, koska talvikustannuksiin liittyviä töitä odotettavasti esiintyi myös silloin. Lomakkeeseen oli mahdollista eritellä seuraavien menekkien aikatiedot

- hiekoitus
- lumi- ja jäätyö
- suojaus
- lämmitys
- odotus
- muu

Kuten osiossa 3.3. käy ilmi, töiden talvityölisätietoja on hankala kerätä työmaalta. Tähän kuitenkin pyrittiin tutkimuksessa löytämään yksinkertaistettu ratkaisu siten, että viikoittain lomakkeen 1 tietojen kokoamisen yhteydessä tarkasteltiin sitä, liittyikö talvityö johonkin työvaiheeseen vai oliko se puhdasta talvilisätyötä. puoli tuntia ja lyhyemmät merkityt ajanjaksot tulkittiin talvityölisiksi, ellei selkeää näyttöä talvilisätyön kriteereistä ollut. Tutkimuksen alkuvaiheessa pohdittiin myös vaihtoehtoista menetelmää, jossa työmiesten lomakkeeseen olisi sisällytetty lisäksi kohta talvityölisän ja talvilisätyön erottamiseksi. Yksinkertaistamisen vuoksi kuitenkin päädyttiin edellä mainittuun menetelmään.

Lomake 2, Talvilisien viikkoseurantalomake (liite 4), oli tarkempaa tiedon keruuta varten. Lomaketta 2 täytti minun lisäksi työmaan vastaava mestari. Lomake täytettiin viikoittain ja siihen oli mahdollista kirjata tietoja seuraavista asioista:

- viikon sää
- töiden talvityöhaitat ja – lisät sekä lisääntyneet keskeytykset
- talvilisätyöt
- talvilisien vaikutus työturvallisuuteen
- talvilisien vaikutus laatuun
- koneiden ja laitteiden talvilisäkustannukset
- energian kulutus
- materiaalisat ja – hukat sekä muuttuneet materiaalit
- rakennusajan kasvu
- yhteenveto ja
- muut huomiot tai kommentit.

Konkreettiset tiedot töiden talvityöhaitoista ja – lisistä sekä talvilisätöistä saatiin lomakkeesta 1. Tiedot siirrettiin lomakkeeseen 2, jonka jälkeen eriteltiin talvityöhaitat ja -lisät talvilisätöistä.

Muut tiedot kuten materiaalitiedot ja kustannukset, koneiden talvilisäkustannukset, energian kulutus ja kustannukset, laatu ja työturvallisuusseikat ja aikatauluun liittyvät asiat selvitettiin haastattelemalla vastaavaa mestaria. Työmaakäyntejä oli tutkimusjakson ajan keskimäärin yksi viikossa. Työmaakoppien

lämmityskustannuksien ja joidenkin materiaali- ja aliurakoitsijakustannukset kerättiin laskuista niiden saavuttua. Kaikki nämä tiedot siirrettiin lomakkeeseen 2.

Lisäksi paikan päällä pyrittiin viikoittain seuraamaan erityisesti talveen liittyviä kriittisiä työvaiheita, joita olivat esimerkiksi betonivalutyöt ja elementtiasennukset. Työmaavierailujen yhteydessä haastateltiin työmiehiä heidän kokemuksistaan talven aiheuttamista asioista työmaalla. Samalla tuotiin esille sääsuojan käytön mahdollisuutta ja keskusteltiin sen synnyttämistä ajatuksista.

Talvilisäkustannusten yhteenvetotaulukko (Liite 5), tehtiin lomakkeesta 2 saatujen kustannustietojen kokoamiseksi. Yhteenvetotaulukossa tietoihin lisättiin sosiaalikulut, energian hinta ja muut laskuista saatavat tiedot kuten työmaan tautoktilojen lämmityskulut sähköntoimittajan arviolaskusta. Kuvassa 22 Kaislan kolmannen kerroksen elementit ovat lähes asennettu ja muottityöt on jo aloitettu.



Kuva 22. Kolmannen kerroksen elementit on lähes kokonaan asennettuna.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Kaislan runkorakennusvaiheen talvikustannuksia. Yleensä runkovaiheen töiksi luetaan kellarikerroksen, käyttötarkoituserroksien ja vesikaton rakentaminen. Jotta työn määrä pysyi kohtuullisena, rajattiin tarkastelua niin, että vesikattovaihetta eikä 7. ja 8. kerroksen rakennusvaiheita huomioitu. Kustannuksissa huomioitiin maanvaraisen laatan aiheuttamat kustan-

nukset, koska se liittyi ensimmäisen kerroksen tekovaiheisiin. 7. ja 8. kerrokset jätettiin pois, jotta Kaislan tiedot saatiin kutakuinkin vastaamaan aiemmin samalle tontille valmistuneen 6. kerroksisen As. Oy Joensuun Orvokin tietoja. Lemminkäisen kustannuslaskennan tietokannasta saatiin toteutuneet kustannustiedot As. Oy Kaislan 2. ja 3. kerroksen holvien rakentamisen sekä As. Oy Orvokin 2. ja 3. kerroksen holvien rakentamisen osalta, jolloin talvilisien vaikutusta holvirakentamiseen voitiin tarkastella.

Tiedon keräys työmaalta onnistui halutulla tavalla. Onnistumisen osasyynä voidaan pitää työmaan vastaavan mestarin onnistunutta työmiehien motivointia aktiiviseen tietojen täyttämiseen. Työmaavierailujen yhteydessä saadusta vaikutelmasta päätellen työmiehet näkivät talvirakentamisen kehittämisen tärkeänä ja kokivat, että he voivat osallistumalla vaikuttaa asioiden kehitykseen.

4.5 Talven vaikutus työturvallisuuteen ja laatuun

Talven vaikutus työturvallisuuteen näkyi työmaalla lisääntyneenä talvilisätyönä, joilla talvesta aiheutuneet työturvallisuusriskit pyrittiin poistamaan. Hiekoitus kokonaisuudessaan voidaan lukea työturvallisuutta lisääväksi tekijäksi. Jään ja lumen poistaminen osaltaan edisti työturvallisuutta. Tällöin liukkaat, jäätyneet kohdat ja esimerkiksi pressujen päälle kertynyt lumi poistettiin pikimmiten.

Tutkimusjakson eli marras- ja helmikuun välisenä tapahtui työmaalla yksi työtapaturma, mutta talvi ei sinänsä ollut sitä edesauttamassa. Joulukuun loppupuolella työmies porasi alumiinitelineellä (h=1,8 m) teräspalkin reikää suuremmaksi, jolloin poranterä katkesi ja tuli äkillinen kiertoliike. Tällöin alaselässä tuntui kipua ja illalla alaselkä kipeytyi enemmän. Poissaoloa tuli kaiken kaikkiaan kaksi viikkoa eli 10 työpäivää. Teoriassa kylmän voidaan sanoa ehkä edesauttaneen alaselän kipeytymistä, mutta tätä ei voida mitenkään varmuudella todeta. Läheistä piti -tilanteita kirjattiin tutkimusjakson ajalta yksi. Piha-alueen lunta siirtäessä pyöräkone siirsi kaivonkannen paikaltaan, jolloin työturvallisuusriski syntyi mahdollisuudesta astua kaivoon. Asia kuitenkin huomattiin nopeasti ja kaivon kansi laitettiin paikalleen.



Kuva 23. Holvin pinta on jäänyt epätasaiseksi.

Toisen kerroksen holvin betonivalu jouduttiin peittämään ennen kuin betonin oli kunnolla kovettunut. Tästä johtuen peitteet asentaneiden työmiesten kengän painaumat tekivät holvin pinnasta erittäin epätasaisen. Tämän vaikutus kustannuksiin näkyy vasta, kun pintalattioita ryhdytään valamaan, jolloin massaa menee enemmän. Pahimpia kumpareita saatetaan joutua tasoittamaan timanttilaikalla. Vastaavan mestarin arvio aiheutuneesta lisätyöstä on noin 40 työntekijätuntia, joka tarkoittaa rakennusmiehen (RM) tekemänä työnä keskituntiansion (14 €) mukaan sosiaalikulut mukaan lukien yhteensä 935,2 €. Nämä kustannukset huomioitiin talvilisäkustannusseurannassa. Kuvassa 23 näkyy holvin kuoppaisuutta.

4.6 Sääolosuhteet

Tutkimusjakson aikana sääolosuhteet olivat keskimääräisiä talviolosuhteita leudemmat. Taulukkoon 12 on koottu Joensuussa keskimäärin esiintyvien kovien pakkaspäivien, jääpäivien ja pakkaspäivien määrät tilastotietojen pohjalta (taulukot 2,3 ja 4) sekä vertailuksi tutkimusajanjakson aikana, talvella 2011 – 2012 toteutuneet säätiedot tuoreiden, Ilmatieteenlaitokselta saatujen seurantatietojen pohjalta.

Taulukko 12. Keskimääräiset ja Talven 2011 - 2012 säätiedot Joensuussa /5, s.14 - 15; 21/.

Säätiedot Joensuu

	Vertailukaudella 1961 - 1990 syyskuu – helmikuu *			Talvella 2011 - 2012 syyskuu – helmikuu **		
	Kovat pak- kaspäivät	Jääpäivät	Pakkaspäivät	Kovat pak- kaspäivät	Jääpäivät	Pakkaspäivät
	63	89 (sis. kovat pakkaspäivät)	129 (sis. kovat pakkaspäivät ja jääpäivät)	27	57 (sis. kovat pakkaspäivät)	84 (sis. kovat pakkaspäivät ja jääpäivät)
Todelliset määrät	63	26	40	27	30	27

*lähde: Ekholm, V. Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 2214. Espoo. 2003. s. 14-15

**lähde: Simola, H. Ilmatieteenlaitos. 2011. Säätietoja opinnäytetyöhön. Email herratolvanen@gmail.com. 1.3.2011

Tutkimusjakson aikana Joensuussa satoi lunta reilummin vasta Joulukuun alussa. Tähän asti työskentelyolosuhteet olivat paremmat keskimääräiseen loka-, marraskuun ajanjaksoon nähden. Loka- ja marraskuussa lunta ei juuri satanut ja vesisateet jäivät normaalille tasolle. Joulukuussa satanut lumi muuttui kuitenkin usein rännäksi, kun lämpötila vaihteli 0 °C:n molemmin puolin. Tammikuun alkupuolella pakkanen alkoi kiristyä ja lämpötila laski helmikuun alkaessa -30 °C:n. Alle -25 °C:n pakkasia esiintyi noin puolentoista viikon aikana. Taulukoon 13 on koottu ilmatieteenlaitoksen tilastotietojen pohjalta keskimääräiset sadepäivät Jyväskylässä sekä Joensuun sadepäivien määrät alkaen syyskuun 2011 alusta ja päättyen tammikuun 2012 loppuun.

Taulukko 13. Keskimääräiset sadepäivät Jyväskylässä ja kuluneen talven sadepäivät Joensuussa /5, s.14 - 15; 21/.

Sadepäivät

	Vertailukaudella 1961 - 1990 Jy- väskylä joulukuu – tammikuu *	Talvella 2011 - 2012 Joensuu syyskuu – tammikuu **
Lumipäivät	49	38
Räntäpäivät	7	19
Vesipäivät	5	76

*lähde: Ekholm, V. Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 2214. Espoo. 2003. s. 15

**lähde: Simola, H. Ilmatieteenlaitos. 2011. Säätietoja opinnäytetyöhön. Email herratolvanen@gmail.com. 1.3.2011

Sadepäivien määrää tarkastellessa täytyy muistaa, että sade on voinut olla useassa eri olomuodossa saman päivän aikana. Vertailua tehtäessä on huomattava, että keskimääräiset sadepäivätiedot ovat lyhyemmältä ajanjaksolta

(joulukuu – maaliskuu), jolloin syksyn vesipäivät ja mahdollisesti alkutalven räntäpäivät ovat jääneet huomioimatta. Tästä syystä vesipäiviä on useampia talven 2011 – 2012 tiedoissa. Taulukosta voidaan kuitenkin tulkita, että tutkimusjakson ajankohtaan sattuneet joulu- ja tammikuu ovat olleet vähälumisempia kuin keskimääräiset talvet. Virhettä sateiden määrän arviointiin tuo myös eri paikkakunnat joista tietoa on kerätty. Kuitenkin Jyväskylä ja Joensuu ovat lähes samalla leveyspiirillä, joten sääolosuhteet voidaan arvioida melko samanlaisiksi jonkunlaisen arvion aikaansaamiseksi.

Karkeasti määriteltynä tutkimusjakson aikainen talvi on ollut keskimääräisiin pakkassummiin verraten kovien pakkasten osalta 57 % leudompi, jääpäivien osalta 15 % kylmempi, pakkaspäivien osalta 33 % leudompi ja lumisateiden osalta 22 % vähälumisempi.

5 Säsuoja

5.1 Sopivan ratkaisun etsiminen

Käyttökelpoista säsuojaratkaisua kartoitettiin internetistä eri teline- ja säsuojatoimittajien kotisivuilta. Viidelle varteenotettavalle toimittajalle lähetettiin sähköpostia, jossa pyydettiin tarjoamaan heidän mielestään sopivaa säsuojaratkaisua Kaislaa vastaavaan kohteeseen. Kannusteena toimittajille tähdennettiin, että tarjotusta säsuojaratkaisusta saatu tieto hyödynnetään nimenomaan Lemminkäisen tulevien kohteiden toteutustavan valintaan, jolloin heidän olisi mahdollista myöhemmin hyötyä yhteistyöstä taloudellisesti.

Kaksi toimittajaa, Lainapeite Oy ja Telinekataja Oy, kiinnostuivat yhteistyöstä, jolloin heille lähetettiin tarkempia tietoja säsuojaussuunnitelmia ja hinta-arvioita varten. Toimittajille annettiin mahdollisuus tarjota useampia toteutusmuotoja. Pääpiirteittäin suunnitelmatarjouspyynnössä tarjoajalle jätettiin melko avoimet mahdollisuudet tarjota mielekkäintä vaihtoehtoa, mutta siinä pyydettiin selvittämään ratkaisun erityispiirteitä sekä työjärjestystä eli missä järjestyksessä suojateltan kasaaminen/nostaminen rakennuksen rungon kasaamiseen nähden tapahtuu.

Molemmat toimittajat tarjosivat yhtä kiinteää säsuojausratkaisua, joissa seinät kootaan alumiinisista rakennustelineistä ja katot alumiinisista ristikoista (kuva 3). Kiinteiden ratkaisujen tarjousten sisällöt vastasivat hyvin paljon toisiaan. Ainoastaan Telinekataja Oy sisällytti omaansa myös rakennustelineisiin tulevat porrastusreitit. Tällaiset kulkutiet eivät kuitenkaan olisi tarpeen Kaislan tyyppisessä kohteessa, jossa kunkin kerroksen porrastelementit asennetaan aina seinäelementtien yhteydessä, jolloin nousu uusien kerrosten tasolle onnistuu sitä kautta. Kiinteiden säsuojatarjouksien lisäksi Lainapeite Oy tarjosi ratkaisua, jossa säsuojankate on erillisten pilareiden varassa ja joita pitkin sitä on mahdollista nostaa ja laskea sähkötoimisten moottoreiden avulla rakennuksen rungon valmistumisen tahdissa (kuva 6). Tähän Gibson Tower -nimiseen nousevaan suojausratkaisuun kuuluu myös kuvassa 24 esitetty pilareiden päällä olevien palkkien varassa kulkeva siltanosturi.



Kuva 24. Palkkien varassa kulkeva siltanosturi. Lainapeite Oy Gibson Tower -sääsuoja /22, s. 3/.

Gibson Tower -järjestelmä kasataan kokonaisuudessaan yleensä sitten, kun rakennuksen ensimmäinen kerros on valmis. Kiinteät sääsuojaratkaisut puolestaan kootaan ennen rungon pystytyksen aloitusta. Telinekatataja Oy:n tarjous oli kaikista vaihtoehdoista seikkaperäisin ja sisälsi myös piirustukset suunnitelmista (liite 6). Suunnitelmapiirustuksista voi saada hyvän yleiskäsityksen kiinteän sääsuojaratkaisun toteutuksesta. Lainapeite Oy:n tarjouksiin oli lisätty maininta, että hinnat ovat noin-hintoja.

5.2 Sääsuojaratkaisun esittely

Tarjotuista vaihtoehdoista valittiin hinnaltaan halvin, kuvan 25 mukainen Lainapeite Oy:n tarjoama kiinteä sääsuojausratkaisu, joka otettiin tarkempaan tarkasteluun talvilisiin liittyviä vertailulaskelmia ja johtopäätöksiä varten.

Selkeän hintaeron kahden kiinteän ratkaisun välille teki rakennustelineiden päivävuokra, joka Telinekatataja Oy:llä oli 376 €/pv alv.0 %. ja Lainapeite Oy:llä 240 €/pv alv.0 %.

Tutkimustyön rajauksen ja tarkastelujakson mukaisesti (katso luku 1.3) vuokraajaksi sääsuojalle valittiin aikajakso marraskuun alusta maaliskuun loppuun, yhteensä viisi kuukautta. Kaislan yleisaikataulun (Liite 7) mukaan kuudennen

kerroksen seinäelementit sekä holvi olivat valmiit maaliskuun loppuun mennessä. Kovien pakkasten takia aikataulu kuitenkin viivästyi yhdellä viikolla.



Kuva 25. Tarkasteluun otettu sääsuojusratkaisu. Lainapeite Oy /15/

Taulukossa 14 on yhteenveto valitun ratkaisun hinta-arviosta, jossa on eritelty kyseisen ratkaisun hinta sekä maahan asti huputettuna (Vaihtoehto 1, VE1) että ilman (Vaihtoehto 2, VE2). Molemmissa vaihtoehtoissa katto huputetaan ja katoilta tuleva sääsuoja ulottuu seinille pystysuunnassa noin 2 - 3 metriä. Muista tarjotuista ratkaisuista on hintatarkastelut esitetty taulukoissa 15 ja 16. Alun perin sääsuojatarjoukset pyydettiin Kaislan piirustuksien mukaan, jolloin tarjoukset koskivat kahdeksan kerroksisen talon suojausta. Koska työn edetessä päädyttiin tarkastelemaan Kaislaa vain kuuden kerroksen osalta, muunnettiin myös tarjouksia vertailukelpoisimmiksi. Tarjottuja hintoja muunnettiin kiinteissä ratkaisuissa rakennustelineiden ja rakennustelinetoiden osalta kertoimella 6/8. Nou-sevan ratkaisun osalta hintoja ei muutettu, koska ajateltiin, että muutos tapahtuu ainoastaan teräspilareiden pituudessa, jolloin kustannusmuutos ei ole ratkaisevan suuri. Seinien peittämiseen liittyvän sääsuojan pinta-alaa ei myöskään pienennetty, koska sitä ei nähty merkittävänä tekijänä. Taulukoissa 14, 15 ja 16 edellä mainituilta osin hinnat on jo valmiiksi muunnettu.

Taulukko 14. Sääsuojauksen hintatarkastelu. Lainapeite Oy, kiinteä ratkaisu /23/.

Sääsuojauksen hintatarkastelu				
Lainapeite Oy, kiinteä ratkaisu				
	Arvioitu käyttö- aika [pv]	Päivävuokra [€ alv.0%]	myyntihinta [€ alv.0%]	Kokonaishinta [€ alv.0%]
Materiaalit				
Sääsuoja	150	80		12000
telineet	150	120		18000
Kevytpeite 400 m2 (huputus vain katto)			644	644
Kuljetus				
Kuljetus, sis. Kaluston keräys varastastosta			1200	1200
Teline- ja suojaustyöt				
Asennus- ja purkutyöt: Telineet			12000	12000
Asennus- ja purkutyöt: Sääsuoja			6400	6400
Seinien huputuksen lisähinta (VE 1)			3500	3500
Kustannusarvio VE1 (sis. seinäpeite)				53744
Kustannusarvio VE				50244

Taulukko 15. Sääsuojauksen hintatarkastelu. Telinekataja Oy, kiinteä ratkaisu /24/.

Sääsuojauksen hintatarkastelu							
Telinekataja Oy, kiinteä ratkaisu							
	Arvioitu käyttöaika [pv]	Päivä- vuokra [€ alv.0%]	myyntihinta [€ alv.0%]	tunti- veloitus [€/h]	Työtunnit [h]	km korva- us [€/km]	Kokonais- hinta [€ alv.0%]
Materiaalit							
KH-sääsuojakatto 493 m2	150	88,5					13275
telineerunko/ulokkeet	150	197,6					29640
Porrasnousutie, K-24 m	150	18					2700
VE1 (huputus maahan asti)							
Kevytpeite 2900 m2			4060				4060
VE2 (huputus n. 3m räystäältä)							
Kevytpeite 460 m2			644				644
Kuljetus, sis. Kaluston keräys varastolta							
			1900				1900
Teline- ja suojaustyöt							
Asennus- ja purkutyöt: Runko							
VE1			17475				17475
VE2			16275				16275
Asennus- ja purkutyöt: Katto							
			6500				6500
Mahdolliset lisätyöt							
Telinetyöt, norm.tuntiveloitus				39			
Matkatuntiveloitus				30,32			
Kilometrikorvaus						0,45	
Kustannusarvio VE1							75550
Kustannusarvio VE2							70934

Taulukko 16. Sääsuojauksen hintatarkastelu. Lainapeite Oy, nouseva ratkaisu /23/.

Sääsuojauksen hintatarkastelu				
Lainapeite Oy, nouseva ratkaisu (Gibson Tower)				
	Arvioitu käyttö- aika [kk]	Päivävuokra [€ alv.0%]	myyntihinta [€ alv.0%]	Kokonaishinta [€ alv.0%]
Materiaalit				
Sääsuoja n 400 m2	5	12000		60000
Asennus, purku, rahdit ja nostot				40000
Seinien huputuksen lisähinta			3500	3500
Kustannusarvio VE1 (sis. seinäpeite)				103500
Kustannusarvio VE2				100000

Ainoastaan Telinekataja Oy:n suunnitelma sisälsi arvion siitä kuinka paljon nosturinkäyttö tunteja tulisi varata kokoamiseen ja purkamiseen. Sen mukaan asennustöihin tulisi varata nosturityötunteja 20 – 24 h ja purkutöihin 12 – 16 h. Nosturikulut eivät sisällyneet minkään tarjouksen hintaan.

5.3 Asennustyötekniikka

Valitun sääsuojan rungon eli rakennustelineiden asennus tapahtuu miestyövoimin. Katteen runko ja peite kasataan 5 m lohkoissa maassa ja nostetaan nosturin avulla lohkoina paikoilleen. Kate asennetaan rakennustelineiden päälle asennetuille kiskoille, joiden varassa sitä pystytään liikuttelemaan limittäin. Sääsuojan reunimmaisat lohkot ovat 20 m leveät ja 5 m pitkät ja kaksi keskimmäistä lohkoa 19 m leveät ja 5 m pitkät. Keskimmäiset lohkot voidaan tarvittaessa siirtää ulommaisten lohkojen sisään, jolloin keskelle rakennusta saadaan 20 m x 10 m leveä aukko nostoja varten. Vaihtoehtoisesti suoja voidaan asentaa neljästä 20 m x 5 m lohkoista ilman kiskoja, jolloin nostoaukot saadaan nostamalla lohkoja pois telineiden päältä nostojen ajaksi.

Lainapeite Oy:n suunnitelma ei sisältänyt arviota sääsuojan asentamiseen ja purkamiseen kuluvista miestyötunneista. Koska Telinekataja Oy:n suunnitelma sisälsi arvion sekä asentamiseen että purkamiseen kuluva ajasta ja koska näiden tarjousten sisällöt vastasivat, porrastusuiteitä lukuun ottamatta lähes tulkoon toisiaan, voidaan esittää karkea arvio näihin töihin kuluva ajasta, jolloin telineiden asentaminen kestäisi noin 3 viikkoa ja niiden purku noin 1½ viikkoa. Katon asentaminen kestäisi noin 1 viikon ja sen purkaminen noin 2 – 3 päivää.

5.4 Sääsuojan vaikutus Kaislan työmaalla

Välitöntä hyötyä sääsuojan käytöstä Kaislan työmaalla olisi saatu siitä, että merkittävä osa miestyövoimin tehdyistä talvitöistä, kuten lumi- ja jäätyöstä ja suojauksesta, olisi voitu välttää ja siten resursseja olisi pystytty suuntaamaan toisaalle. Talvitöiden vähentyessä aikataulua olisi ehkä pystytty kiristämään tai vaihtoehtoisesti resursseja vähentämään. Töiden talvityölisät ja talvitahmeus vähenisivät jolloin työn tuottavuus ja työilmapiiri paranisivat. Koska työskentelyalueelle ei juuri muodostuisi lunta ja jäätä, eikä työntekijöiden tarvitsisi tehdä niin paljon töitä niiden poistamiseksi, vähenisi myös työtaturmien riski. Rannan lumi- tai räntäsateen vaikutus työkohteeseen ei olisi enää niin suuri, jolloin työskentelyä voitaisiin mahdollisesti jatkaa sellaisissa olosuhteissa, joissa ilman suoja se olisi mahdotonta. Rakentamisen laadunvarmistus olisi tukevammalla pohjalla kosteuden hallinnan parantumisen myötä.

Seinien peittäminen ei välttämättä ole perusteltua tällaisessa kohteessa, jossa ulkoseinäelementit sisältävät jo asennusvaiheessa julkisivumateriaalin. Tällöin eristeet ovat hyvässä suojassa vaakasuuntaiselta kosteusrasitukselta. Ainoastaan elementtien saumat ja elementtien päällä avoimena olevat eristeet ovat alttiita kosteusrasitukselle, jos seiniä ei suojata. Seinien peittämisellä voidaan kuitenkin saada kohteen ilmanvaihtuvuutta paremmin hallintaan. Tällöin myös lämmityksen järjestäminen on mahdollista aikaisemmin, jolloin betonivaluolosuhteet paranevat huomattavasti. Samalla avonaiset saumat ja elementtien päälliset olisivat suojassa. Betonivalujen vähentynyt lämmittäminen tuo säästöjä energian kulutuksessa. Toisaalta kiinteän, jo rakennuksen harjakorkeudessa olevan sääsuojan lämmittämisessä on runkovaiheen alkuvaiheessa paljon turhia lämmitettäviä kuutioita. Tällöin Lainapeite Oy:n tarjoama nouseva suojausratkaisu olisi hyvinkin tarkoituksen mukainen, jota käytettäessä sääsuojan tilavuus pysyy koko ajan tarkoituksen mukaisena. Suojaa käytettäessä työskentelyolosuhteet paranevat huolimatta siitä peitetäänkö seiniä vai ei. Työskentelyolosuhteiden paraneminen vaikuttaa yleisesti hyvinvointiin ja siten työssä jaksamiseen ja edelleen poissaolojen vähenemiseen. Kuten sääsuojan käyttö yleensä, myös seinien peittäminen vaikeuttaa materiaalien siirtoja kohteeseen. Tästä syntyviä kustannuksia on vaikea arvioida.

Jotta käytön aikaiset kustannukset olisivat mahdollisimman pienet, edellyttää sääsuojan käyttö hyvää suunnittelua kokoamisen ja purkamisen järjestämisestä, nostojen järjestelystä ja aikataulutuksesta sekä huollon saatavuudesta. Nämä lisäävät kustannuksia, mutta samalla saadaan säästöjä talvilisätöiden suunnittelun vähentymisessä. Rakennustelineiden kunnossapito ja rankkojen sääolosuhteiden aiheuttamat telineiden korjaus- ja vahvistustoimenpiteet, rakennustelineiden vuokra, kuljetus ja asennustyöt luonnollisesti myös lisäävät kustannuksia. Valaistusta voi olla tarpeen lisätä etenkin, jos kohteessa suojataan myös seinät.

6 Tulokset

Kenttätutkimuksen tuloksia ja niiden pohjalta arvioituja tuloksia voi tarkastella talvilisäkustannusten yhteenvetotaulukosta (liite 5), johon siirrettiin kaikki tieto lomakkeiden 1 (liite 3) ja 2 (liite 4) avulla kerätystä aineistosta. Tarkastelujakson ajalta saadut kokonaistulokset voidaan jakaa kolmeen eri osaan

- 1. kerroksen toteutuneet talvilisät (sisältyi kenttätutkimukseen)
- 2. ja 3. kerroksen toteutuneet talvilisät (sisältyi kenttätutkimukseen)
- 4., 5. ja 6. kerroksen arvioidut talvilisät (ei sisältynyt kenttätutkimukseen).

Ensimmäisen kerroksen toteutuneisiin talvilisiin sisältyy kaikki työmaalta kerätty tieto ensimmäisen kerroksen rakentamisen ajalta. Rakennusaika alkoi vuoden 2011 viikosta 44 ja päättyi vuoden 2012 viikolla 4 jolloin kokonaisajaksi tuli 13 viikkoa. 2. ja 3. kerroksen toteutuneisiin talvilisiin sisältyy kaikki työmaalta kerätty tieto näiden kerroksien rakentamisen ajalta. 2. ja 3. kerroksen rakennustyöt alkoivat viikolla 5 ja päättyivät viikolla 9. 4., 5. ja 6. kerroksen arvioidut talvilisät sisältävät 2. ja 3. kerroksen toteutuneiden talvilisäkustannustietojen keskiarvojen pohjalta arvioidut talvilisät. Näiden kerroksien rakentaminen alkoi viikolla 10 ja päättyi viikolla 14. Toteutuneiden tuloksien kerääminen työmaalta lopetettiin helmi- maaliskuun taitteessa eli viikolla 9. Loput arvioitavat tulokset sijoittuivat lähes kokonaan maaliskuulle. 2. ja 3. kerroksen ajalta kerätyt tiedot sijoittuivat helmikuulle, joten talvilisien arviointia 4., 5. ja 6. kerroksille pidettiin siltä ajalta kerättyjen toteumien pohjalta riittävän luotettavana, koska taulukoita 2, 3 ja 4 tulkittaessa voidaan nähdä, että helmi- ja maaliskuun pakkassummat Joensuuassa ovat erittäin lähellä toisiaan eli voidaan ajatella, että todennäköisyys samankaltaiselle säälle näiden kuukausien aikana on suuri. Kerrokset toisesta kuudenteen vastasivat rungon osalta toisiaan.

Tutkimuskohteen pinta-ala- ja tilavuustiedot haluttiin saada vertailukelpoiksi tutkimuksen rajauksen sisältämän alueen kanssa, jotta talvilisiä voitaisiin suhteuttaa niihin mahdollisimman luotettavasti. Kaislan todelliset bruttorakennusneuliot ja rakennuskuutiot muunnettiin sisältämään vain kuusi ensimmäistä kerrosta. Tällöin saatiin As. Oy Kaislan tiedot vertailukelpoiseksi myös As. Oy Orvokin tietojen kanssa, jolloin holvin rakentamiseen liittyvien talvilisäkustannusten tarkastelu onnistuisi. Arvojen muuntaminen toteutettiin kertomalla todelliset brutto-

rakennusneliöt (brm²) ja rakennuskuutiot (rm³) kertoimella 6/8 eli desimaalilukuna ilmaistuna 0,75. Arvot muuntuivat Taulukon 17 mukaisesti.

Taulukko 17. Bruttokerrosalan ja kerrosneliöiden muunnetut arvot.

	todellinen	kerroin	muunnettu	yksikkö
Bruttokerrosala	2684	0,75	2013	brm ²
Kerrostilavuus	8250	0,75	6187,5	rm ³

Taulukkoon 18 on liitteestä 5 koottu yhteenveto talvilisäkustannusten jakautumisesta kustannuslajeittain koko tarkastelujakson ajalta. Taulukkoon on huomioitu sekä toteutuneet ja arvioidut tulokset. Talvitöihin on lisätty 2. kerroksen holvin betonivaluun syntyneiden kuoppien hionnasta ja tasoituksesta syntyneet arvioidut työtunnit, yhteensä 40 tth (RM). Taulukossa 19 on esitetty talvilisäkustannusten suhde bruttorakennuspinta-alaan ja rakennustilavuuteen kustannuslajeittain.

Taulukko 18. Talvilisäkustannusten jakautuminen kustannuslajeittain koko tutkimusjakson ajalta.

	toteutuneet (1 - 3 krs.) € alv. 0 %	arvioidut (3 - 6 krs.) € alv. 0 %	yhteensä € alv. 0 %	osuus %
1. Töiden talvityöhaitat ja -lisät sekä lisääntyneet keskeytykset	1159,0	11,7	1170,7	2,2
2. Talvilisätyöt	8423,6	8029,4	16453,0	31,3
3. Koneiden ja laitteiden talvilisäkustannukset	3670,1	1285,6	4955,7	9,4
4. Energian kulutus	9687,4	5307,9	14995,3	28,5
5. Materiaalilisät ja -hukat sekä muuttuneet materiaalit	9432,1	5604,9	15037,0	28,6
Yhteensä	32372,2	20239,5	52611,7	100,0

Arvioitujen töiden talvityöhaittojen – ja lisien pieni kustannus 11,7 € (taulukko 18) johtuu siitä, että toteutuneissa (2-3 krs.) kustannuksissa ei näitä kustannuksia juuri tullut vaan ne aiheutuivat ensimmäisen kerroksen eli pääasiassa väestönsuojan rakentamisen aikana.

Taulukko 19. Talvilisäkustannukset bruttorakennuspinta-alan ja rakennustilavuuden suhteen.

	€/bm ²	€/m ³
1. Töiden talvityöhaitat ja -lisät sekä lisääntyneet keskeytykset	0,58	0,19
2. Talvilisätyöt	8,17	2,66
3. Koneiden ja laitteiden talvilisäkustannukset	2,46	0,8
4. Energian kulutus	7,45	2,42
5. Materiaalilisät ja -hukat sekä muuttuneet materiaalit	7,47	2,43
Yhteensä	26,13	8,5

Taulukossa 20 on liitteestä 5 koottu yhteenveto talvilisien aiheuttamien työntekijätuntien (tth) jakautuminen kustannuslajeittain ja ammattiryhmittäin (RM ja RAM). Taulukossa 21 on esitetty kunkin työkustannuslajin suhde bruttorakennuspinta-alaan ja rakennustilavuuteen.

Taulukko 20. Talvilisien aiheuttamien työntekijätuntien jakautuminen.

	toteutuneet 1 - 3 krs.	toteutuneet 1 - 3 krs.	arvioidut 3 - 6 krs.	arvioidut 3 - 6 krs.	yhteensä [tth]	osuus [%]
	1. Töiden talvityöhaitat ja -lisät sekä lisääntyneet keskeytykset [tth]	2. Talvilisätyöt [tth]	1. Töiden talvityöhaitat ja -lisät sekä lisääntyneet keskeytykset [tth]	2. Talvilisätyöt [tth]		
Hiekoitus RM		11,5		3,75	15	2,1
Lumi- ja jäätyö RM	0,5	151	0,5	135,75	288	39,0
Lumi- ja jäätyö RAM	2,5	49,75		22,5	75	10,1
Suojaus RM	14,5	65		70,5	150	20,4
Suojaus RAM	21,25	16		1,5	39	5,3
Lämmitys RM	2,0	49,5		66	118	15,9
Muu RM		8,15		40	48	6,5
Muu RAM	4,75				5	0,6
Yhteensä	45,5	350,9	0,5	340	737	100
Yhteensä RM	17,0	285,2	0,5	316,0	619	
Yhteensä RAM	28,5	65,75	0	24	118	

Taulukko 21. Talvilisien aiheuttamien työntekijätuntien suhde bruttorakennuspinta-alaan ja rakennustilavuuteen kustannuslajeittain.

	tth/brm ²	tth/rm ³
Hiekoitus RM	0,007	0,002
Lumi- ja jäätyö RM	0,113	0,037
Lumi- ja jäätyö RAM	0,037	0,012
Suojaus RM	0,075	0,024
Suojaus RAM	0,019	0,006
Lämmitys RM	0,059	0,019
Muu RM	0,024	0,008
Muu RAM	0,002	0
Yhteensä	0,336	0,108

Taulukkoon 22 on liitteestä 5 koottu yhteenveto valaistus- ja lämmitysenergian kulutuksen jakautumisesta tutkimusjakson ajalta. Taulukossa 23 on esitetty kunkin kustannuslajin energian kulutus bruttorakennuspinta-alaan ja rakennustilavuuden suhteen.

Taulukko 22. Valaistus- ja lämmitysenergian kulutuksen jakautuminen.

	toteutuneet 1 - 3 krs. [kWh]	arvioidut 4 - 6 krs. [kWh]	yhteensä [kWh]	osuus [%]
Valaistus	4160	500	4660	3,6
Työmaan lämmitys	76185	48219	124404	95,2
Taukotilojen lämmitys	1365,3	273,1	1638,4	1,2
yhteensä	81710,3	48992,1	130702,4	100

Taulukko 23. Talven aiheuttama energiankulutus bruttorakennuspinta-alaan ja rakennustilavuuden suhteen kustannuslajeittain.

	kWh/brm ²	kWh/rm ³
Valaistus	2,22	0,72
Työmaan lämmitys	61,8	20,1
Taukotilojen lämmitys	0,81	0,26
Yhteensä	64,83	21,08

Taulukossa 24 on esitetty Ratu C8-0377 suunnitteluohjeesta poimittuja arvoja /2, s.6-7/ sovellettuna Kaisla pinta-ala ja tilavuustietoihin.

Taulukko 24. Ratu C8-0377 suunnitteluohjeen mukaiset arviolaskun tulokset muutamille talvilisille. Arvot on saatu käyttämällä As. Oy Kaislan pinta-ala- ja tilavuustietoja.

	Lumen luonti ja jään sulatus, Pohjois-Suomi	Lämmitys ja kuivatus	Rukovaiheen valujen ja elementtisaumauksen lämmitys	Työmaarakennusten lämmitys	Koneiden käyttö ja valaistus
tth	403	335			
kWh			91337	7689	22275

Taulukon 24 arvoja vertailtaessa kenttätutkimustuloksiin voidaan huomata, että Kaislan työmaalta kerätyt tiedot lumi-, jää-, lämmitys- ja kuivatustöiden osalta ovat pienemmät. Näiden talvitöiden osalta tutkimuksessa saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina ko. Ratu-korttiin verrattaessa, koska tutkimuksen aikana talvi oli vähälumisempi ja pakkassumma oli pienempi. Sen sijaan energiankulutusarvot ovat kerätyistä tiedoista suuremmat. Tätä voidaan ehkä selittää valujen lämmityksen osalta sillä, että ensimmäisen kerroksen betonivalut väestönsuojan osalta olivat erittäin massiiviset ja tarvitsivat tavallista enemmän lämmittämistä. Valaistuksen osalta kerätty tieto on todennäköisesti pienempi aliarvioinnin vuoksi. Toisaalta valaistuksen energiankulutustiedot tutkimuksessa eivät sisällä minkään muun koneen energian kulutustietoja kuten Ratu-kortissa on tehty. Valaistuksen käytön määrä arvioitiin työmaan vastaavan mestarin kanssa suuri-irteisesti. Työmaarakennusten lämmityskustannukset arvioitiin opinnäytetyössä arviolaskujen perusteella, mistä johtuen todellinen energian kulutus lämmityksen osalta voi olla lähempänä Ratu-kortin ohjeen mukaista arviota.

Talvilisäkustannusten suhteuttamiseksi johonkin työvaiheeseen saatiin Lemminkäisen kustannuslaskennan tietokannasta taulukossa 25 esitetyt toteutuneet kustannustiedot As. Oy Kaislan 2. ja 3. kerroksen holvien rakentamisen sekä As. Oy Orvokin 2. ja 3. kerroksen holvien rakentamisen osalta. Lisäksi taulukoon on eritelty väestönsuojan osalta syntyneet kustannukset.

Taulukko 25. As. Oy Kaislan ja As. Oy Orvokin toteutuneet kustannukset 2. – 3. kerroksen holvitöiden osalta sekä Kaislan väestönsuojan osalta.

Kustannukset As.oy Kaisla		Kustannukset As.oy Orvokki	
VSS (1.krs.)			
	€ alv.0%		
Kuorielementit	44400		
Työ	14000		
Materiaali	32000		
Aliurakat	3000		
Muottivuokrat	1500		
Yhteensä	94900		
2. – 3. krs. holvi		2. – 3.- krs. holvi	
	€ alv.0 %		€ alv.0 %
Työ	8000	Työ	6400
Betoni	11400	Betoni	15800
Aliurakat	1500	Aliurakat	6000
Muottivuokra	5700	Muottivuokra	2400
Betonin kovetuskaapelit	1700		
Yhteensä	28300		30600

Taulukossa 25 olevat holvikustannukset eivät sisällä elementtiasennukseen ja muihin urakoihin liittyviä töitä tai materiaaleja, rakenneteräksiä, työmaalta litteoituja talvilisätöitä, telineitä, kaiteita eikä betonin pumppausta. Väestönsuojan aliurakkakustannustiedot sisältävät elementtiasennustyön. Taulukon 25 käsitteissä olevat kuorielementit sisältävät elementtien hinnan ja toimituskulut, Työ sisältää RM ja RAM työtunnit. Materiaali sisältää kaikki materiaalit yleensä. Aliurakat sisältävät Kaislan tapauksessa holvin valun ja Orvokin tapauksessa holvin valun lisäksi muottien putsauustyön. Betoni sisältää betonin hinnan ja sen lämmityslisän. Kaapeleilla tarkoitetaan betonin kovetuskaapeleita.

Kohteiden 2. – 3. kerroksen holvien pieni kustannusero selittyy pääosin sillä, että Kaislassa holvibetonina käytettiin kokonaisuudessaan tavallista K35 rakennebetonia, kun taas Orvokin holvissa ensimmäiset 3/5 oli normaalia K35 rakennebetonia ja loput 2/5 käytettiin itsetasoittuvaa rakennebetonia, joka on tavallista rakennebetonia kalliimpaa. Loppujen lopuksi kustannukset holvityössä tasaantuvat, kun Kaislassa tarvitaan enemmän lattian tasoitustyötä kuin Orvokissa.

Taulukkoon 26 on liitteestä 5 koottu toteutuneet ja arvioidut talvilisäkustannustiedot erikseen Kaislan väestönsuojan (1.krs) ja 2. – 6. kerroksen holvin rakentamiseen liittyvien töiden osalta lisättynä taulukossa 24 esitettyihin tietoihin.

Tässä yhteydessä Kaislan arvioidut 4. – 6. kerroksen peruskustannustiedot saatiin jakamalla taulukosta 25 saatujen 2. ja 3. kerroksen kustannuksien summa kahdella ja käyttämällä saatua lukua arviona 4., 5. ja 6. kerroskohtaisena peruskustannustietona. Vertailun vuoksi taulukossa on Orvokin toteutuneet peruskustannustiedot 2. – 3. kerroksen holvin rakentamiseen liittyvien töiden osalta ja arvioidut tiedot 4. – 6. kerroksen osalta. Orvokin 4. – 6. kerroksen arvioidut peruskustannustiedot saatiin kuten Kaislan arvioidut 4., 5., ja 6. kerroksen peruskustannustiedot. Taulukossa 25 Kaislan holvin kustannustietoihin sisältyy talvilisistä betoninkovetuskaapelikustannukset sekä betoninlämmityslisästä tulevat kustannukset, joten niitä ei ole enää tutkimustuloksista taulukkoon laitettu. Taulukon 26 talvilisäkustannuksista on jätetty pois myös pystysaumabetonin talvilisä, joka liittyy ainoastaan elementtiasennukseen. Arvion mukaan rungon pystytyksen aikana holvin rakentamiseen liittyvät työt vievät noin kaksi kolmannesta kokonaisuudesta ja elementtiasennukseen liittyvät työt yhden kolmanneksen. Tästä syystä liitteestä 5 koottuja talvilisäkustannuksia vähennettiin kolmanneksella, jotta ne vastaisivat ainoastaan holvin rakentamiseen liittyvää aikaa. Arviossa on myös huomioitu, että holviin liittyvät työt voidaan aloittaa ennen kuin elementtiasennus on kokonaisuudessaan valmis, jolloin työt limittyvät.

Taulukko 26. As. Oy Jns:n Kaislan ja As. Oy Jns:n Orvokin holvin rakennustöiden kustannuksien vertailulaskelma.

	As. Oy Kaisla VSS (1.krs.) € alv. 0 %	As. Oy Kaisla 2. – 6. krs. holvi € alv. 0 %	As. Oy Orvokki 2. – 6. krs. holvi € alv. 0 %
Peruskustannukset	94900	70750	76500
Talvilisäkustannukset	16654,6	19716	-
Yhteensä	111554,6	90466	76500

Taulukon mukaan Kaislan holvin rakentamisessa syntyneistä taulukossa mukana olleissa kustannuksista noin 28 % on talvilisäkustannuksia. Kaislan kustannukset ovat 2. – 6. kerroksen osalta talvilisistä johtuen noin 18 % Orvokin holvityövaiheen kustannuksia suuremmat. Väestönsuojan talvilisäkustannukset olivat 17,5 % kaikista mukana olleista kustannuksista. Taulukon 26 kustannustietoja vertailtaessa täytyy ottaa huomioon, että kaikkia kustannustietoja, kuten rakenneteräksiä, ei ole saatu mukaan taulukon 25 peruskustannustietoihin, jolloin peruskustannusten Kaislan ja Orvokin holvityöhön liittyvien kokonaiskustannusten talvilisistä johtuva prosentuaalinen ero olisi tullut pienemmäksi.

Ratu-kortin C8-0377 suunnitteluohjeen /2, s. 7/ mukaan laskettuna, jos Kaislan pohjan aluetta (noin 21 m x 18 m) ei olisi runkovaiheessa peitetty, olisi se aiheuttanut 3,8 työntekijätunnin lisän lumitöistä silloin, jos sataneen lumen määrä olisi 5-10 cm. Tämä tarkoittaa rakennusmiehen keskituntiansion (14 €/tth) mukaan laskettuna sosiaalikuluineen noin 89 €.

7 Johtopäätökset

Tutkimuksen tulosten perusteella talvilisätyöt, energian kulutus ja materiaalikustannukset ovat merkittävimmät talvilisäkustannustekijät. Talvilisätyöt vievät noin 31,5 % sekä energian kulutus ja materiaalikustannukset kumpikin noin 28,5 % kaikista talvilisäkustannuksista. Koneiden ja laitteiden talvilisäkustannukset veivät 9,5 % osuuden sekä töiden talvityöhaitat ja -lisät sekä lisääntyneet keskeytykset noin 2 % kokonaisuudesta (taulukko 18). Talvilisäkustannusten kokonaisuus tarkastelujakson ajalta on noin 52 600 €, jota voidaan pitää huomattavana summana. On otettava huomioon, että tutkimusjaksoon sijoittunut talvi oli keskimääräistä leudompi ja vähälumisempi, jolloin tulevaisuudessa vastaavanlaisissa kohteissa, samanlaiseen rakennusajankohtaan sijoittuen talvilisäkustannukset todennäköisemmin kasvavat kuin pienenevät. Kovista pakkasista johtunut viikon kestänyt viivytys runkotöiden valmistuksessa ei vaikuttanut työmaan aikasidonnaisiin kustannuksiin, koska aikataulussa oli huomioitu kahden viikon suurhäiriövaraus. Koko tutkimusjakson aikana työmaa pysyi suunnitellussa aikataulussa suurhäiriövarauksien puitteissa. Tutkimustuloksissa huomioitiin kaikki talvilisiä aiheuttaneet tekijät, jotka toteutuivat tai jotka arvioitiin toteutuviksi 1.-6. kerroksen rakentamisen aikana. Kaislan työmaalla tutkimuksen ulkopuolelle jäivät seuraavat rakennusosat ja niihin liittyvät talvilisät:

- 7. ja 8. kerroksen rakentaminen
- vesikaton rakentaminen
- julkisivuun liittyvät työt, kuten pellitykset sekä ikkuna- ja oviaisennukset.

Näiden ulkopuolelle jääneiden rakenteiden rakentaminen sijoittui huhtitoukokuun ajalle, jolloin talvilisäkustannuksia ei todennäköisesti olisi kerääntynyt samassa määrin kuin helmi-maaliskuussa. 2.-6. kerroksen ajalta syntyneiden talvilisäkustannusten pohjalta ja pienemmän talvirasituksen seurauksena voidaan arvioida, että edellä lueteltujen, tutkimuksen ulkopuolelle jätettyjen, töiden aikaiset talvilisäkustannukset ovat noin 10 000 €. Tällöin Kaislan talvilisäkustannukset olisivat kokonaisuudessaan noin 62 600 €. Kaislan arvioidut kokonaiskustannukset ovat xxx €, jolloin runkotyövaiheen talvilisäkustannusten osuus kokonaiskustannuksista edellä mainitut arviot mukaan lukien olisi noin

1,77 %. Tämä arvio sopii hyvin taulukossa 8 esitettyyn arvioon (1,8–2,5 %) runkorakennusvaiheen talvilisäkustannusten osuudesta kokonaiskustannuksista.

Taulukosta 20 voidaan nähdä, että kolme eniten työtunteja vievät talvityöt ovat lumi- ja jäätyöt, suojaus sekä lämmitys. Lumi- ja jäätyön osuus talvitöistä RM ja RAM yhteenlaskettuna on noin 49,1 % eli 8650 €, suojauksen osuus noin 25,7 % eli 4530 € ja lämmityksen noin 22,4 % eli 3950 € kaikista talvitöistä. Hiekoittamisen toteuttamisen taloudellinen menetys 2,1 % eli 370 € ei ole merkittävä, mutta sen hoitamatta jättäminen voi tuoda suuria kustannuksia työturvallisuuden kärsiessä. Tutkimukseen sisältyneistä talvienergiantarpeista työmaan lämmitysenergian tarve on suurin vieden 95 %, joka tarkoittaa sähkölaskusta poimitulla energian hinnalla noin 14 250 €. Valaistus vie noin 4 %:n eli 600 € osuuden ja taukotilojen lämmitys noin 1 %:n eli 150 € (taulukko 20). Näihin kustannuksiin ei sisältynyt työmaan yleistä energiankulutusta, kuten sähkötyökalujen energiankulutus.

Kesärunkoisen ja talvirunkoisen kerrostalon holvin rakentamisen talvilisäkustannustarkastelusta voitaisiin tulosten perusteella esittää karkea arvio, että talvella rakennettaessa holvin rakentamiseen liittyvistä kustannuksista noin 10 % on talvilisäkustannuksia, jotka koostuvat talvitöistä, materiaalikustannuksista sekä lisäenergiakustannuksista.

Taulukon 7 mukaan energia-, kone- ja kalusto- sekä materiaalikustannukset ovat yleensä merkittävimpiä talvilisäkustannustekijöitä runkotyövaiheen osalta. Opinnäytetyön tutkimustuloksien perusteella talvityökustannukset ovat olleet selvästi merkittävämpi kustannuserä kuin koneiden ja kaluston talvilisäkustannukset. Tyhjentävää selitystä tälle on vaikea sanoa, mutta osa syynä voidaan pitää sitä, että Kaislan työmaalla ei merkittävässä määrin ole käytetty tai rakennettu erillisiä suojakatoksia tai vastaavia rakennelmia. Esimerkiksi sääsuojan käyttö olisi nostanut nimenomaan kone- ja kalustokustannuksia huomattavasti, jolloin kalustokustannuksiin lisää olisi tuonut itse sääsuoja ja konekustannuksiin sääsuojan siirtoon liittyvät toimenpiteet. Ratu-kortin C8-0377 /2, 1/ (ks. taulukko 7) tietoihin verraten kenttätutkimuksissa saadut talvitöiden talvityökustannukset ovat suuremmat. Kuluneen talven keskimääräistä niukempi lumimäärä ja leudommat säät puhuisivat kuitenkin sen puolesta, että keskimäärin tällaisella työmaalla talvitöiden kustannukset olisivat vieläkin suuremmat kuin mitä tutkimuk-

sessä on tulokseksi saatu. Tuloksia arvioitaessa ja vertailtaessa on muistettava, että talvikustannukset muodostuvat monesta asiasta, jotka voivat vaihdella suuresti kohde- ja talvikohtaisesti.

Jos talven lumimäärä ja pakkassumma korreloisivat suoraan talvilisien määrään, voidaan tutkimustulosten pohjalta esittää, kun tutkimusjakson aikana toteutunut talvi olisi ollut keskimääräinen lumimäärän ja pakkassumman suhteen, että talvilisäkustannukset olisivat olleet 97 % suuremmat toteutuneista eli yhteensä 103600 € alv.0 % eli noin 3 % kokonaiskustannuksista. Tällaisen oletuksen paikkaansa pitävyyttä ei voida kuitenkaan todistaa ilman tarkempia tutkimuksia.

Kuten luvuissa 3.5 ja 5.4. todetaan, sääsuojan käytöllä saavutetaan sellaisia etuja jotka ovat selkeästi kustannussäästöinä näytettävissä ja toisaalta sellaisia, jotka eivät tule kustannuksissa konkreettisesti näkyviin ennen kuin on saatu kokemusperäistä tietoa. Monia sääsuojan tuomia parannuksia on erittäin vaikea edes kokemuksen myötä osoittaa euroina, mutta sen sijaan työtyytyväisyytenä ja kehittämisessä mukana olemisen tuomana innostuksena kylläkin.

Sääsuojan käytöllä voidaan vähentää lähes kokonaan miestyövoimin tehtävät Lumi- ja jäätyöt, koska ne sijoittuvat suurimmilta osin rakennuksen pohjan alueelle. Samoin suojaustyöt vähenevät merkittävästi eikä suojaukseen tarvittavia materiaaleja enää rakennuksen alueella tarvita. Lämmitykseen liittyvässä työssä on vaikeampi saavuttaa säästöä, koska suurin piirtein samat työt joudutaan tekemään huolimatta sääsuojan käytöstä. Sääsuojan sisätilan lämmittämisellä ei todennäköisesti saavuteta tarkastelussa olleella kiinteällä sääsuojaratkaisulla etuja juuri ylimääräisen lämmitettävän tilavuuden vuoksi. Toisaalta Lainapeite Oy:n tarjoamaa nousevaa sääsuojaratkaisua (Gibson Tower) käytettäessä sääsuojan sisätilan tilavuus pysyisi koko ajan tarkoituksen mukaisena, jolloin ylimääräisiä lämmitettäviä kuutioita ei tulisi. Tästä näkökulmasta katsottuna voisi Gibson Tower -järjestelmä olla teknisesti toimivampi ratkaisu.

Tuloksien perusteella karkeasti arvioituna, jos talvitöistä lumi- ja jäätyöt, suojaustyöt ja lämmitystyöt jäävät sääsuojan käytöllä pois, kattaa se kaikista talvitöistä 91 %. Tämä tarkoittaa kaikista talvilisäkustannuksista noin 30 %:n säästöä. Materiaalikustannuksista säästöjä saadaan, kun holvin suojausmateriaaleja

ja mahdollisesti pakkasmattoja ei tarvita. Tutkimuksessa saatujen tuloksien pohjalta edellä mainitut välittömät säästöt ovat taulukon 27 mukaiset.

Taulukko 27. Sääsuojan ja konkreettisesti poistuvien talvilisäkustannusten erotus.

kustannukset	toteutuneet	arvioidut	yhteensä
sääsuoja		53744	53744
saavutettavat säästöt:			
talvityöt	8720	7317,4	16037,4
pakkasmatot	1200		1200
muovit ja pressut	600		600
vähennyksien jälkeen			35906,6

Konkreettisesti osoitettavien, pois jäävien, talvilisäkustannusten vähentämisen jälkeen sääsuojan kokonaishinnasta jää sen hinnaksi 35 906 €. Sääsuojan hinnasta säästetään jo suoraan noin 33 %. Näiden arvioitujen kustannustietojen valossa sääsuojan käyttö ei merkittävästi vähennä talvilisäkustannuksia, jolloin kustannussäästösyistä sitä ei kannata sitä käyttää. Kokonaiskustannuksissa sääsuojan aiheuttamien kustannusten ja talvilisäkustannuksista saatavien säästöjen erotuksen voidaan kuitenkin olettaa pienenevän, kun kaikki tai suurin osa luvussa 3.5 mainituista välillisistä hyödyistä toteutuvat. Taulukossa 28 on esitetty kaikkien tarjottujen sääsuojaratkaisujen hintojen suhdetta sekä As. Oy Joensuun Kaislan arvioituihin kokonaiskustannuksiin että As. Oy Joensuun Orvokin toteutuneisiin kokonaiskustannuksiin. Kaislan sääsuojakustannukset vastaavat 8. kerroksisen talon ja Orvokin 6. kerroksisen suojauksen kustannuksia.

Taulukko 28. Tarjottujen sääsuojaratkaisujen kustannusten suhde As. Oy Jns:n Kaislan ja As. Oy Jns:n Orvokin kokonaiskustannuksiin.

	Sääsuoja (8 krs.) [€ alv. 0 %]	Sääsuoja (6 krs.) [€ alv. 0%]	As. Oy Jns:n Kaisla (arvio) [€ alv. 0 %]	As. Oy Jns:n Orvokki (toteutuneet) [€ alv.0%]
			xxx	xxx
			sääsuojan osuus [%]	sääsuojan osuus [%]
Lainapeite Oy kiinteä suoja	63744	53744	1,8	2,1
Telinekataj Oy kiinteä suoja	92160	75550	2,6	3,0
Lainapeite Oy nouseva suoja	103500	103500	2,9	4,1

Luvussa 3.5 esitetty 2-3 %:n arvio sääsuojakustannusten osuudesta kokonaiskustannuksista tukee hyvin taulukossa 28 saatuja tuloksia. Rakennuksen olles-

sa suurempi (Kaisla) tulee sääsuojan kustannukset suhteessa pienemmiksi ja näin sen käyttäminen taloudellisesti kannattavammaksi. Sääsuoja voi tuoda rakennusliikkeelle myös merkittävää imagohyötyä, kun rakenteet ovat koko prosessin ajan suojassa ja eivät altistu niin paljon kosteusrasituksille. Tällöin ohikulkijan eli mahdollisen asiakkaan on helpompi ymmärtää, että hyvä laatu on helpommin saavutettavissa ja juuri kyseinen rakennusliike haluaa siihen panostaa. Sääsuojien suuret ja kauas näkyvät seinäpinta-alat voisivat toimia myös oivallisena mainostilana itse rakennusliikkeelle tai jopa ulkopuolisille mainostajille.

8 Pohdinta

Tutkimus osoittaa melko seikkaperäisesti miten talvilisäkustannukset jakautuvat Kaislan tyyppisellä työmaalla. Sen tuloksista selviää myös, että sääsuojan käyttäminen tulee olemaan kustannuskysymys, mutta myös laatukysymys. Kuten jo aiemmin tehdyissä tutkimuksissa on ilmennyt ja tässäkin tutkimuksessa on sitä kerrattu, töiden talvityöhaittojen ja -lisien erittelemine talvilisäkustannuksista on erittäin hankalaa. Ehkä kaikki mahdollinen onkin jo tehty asian tutkimisen saralla. Voi kuitenkin olla, jos sääsuojien käyttö suomalaisilla työmailla yleistyy, että se olisi myös mahdollisuus jossa näiden talvikustannusten pois jääminen ja sen vaikutus voitaisiin tutkia uudesta näkökulmasta. Kun rakennusliikkeet ryhtyvät käyttämään uudisrakentamisessa enemmän sääsuojia, olisi sekin hyvä mahdollisuus tutkia tarkemmin myös sääsuojan käytön tuomia etuja ja kustannussäätöjä, joita ei voi tietää kuin käytännön kokeilujen kautta.

Lähteet

1. Tynkkynen, S. & Ojala, I. Energiaa säästävien talvirakentamistekniikoiden kehittäminen. Talvikustannukset. Nykytilaselvitys. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo. 1979. 43 s. ISBN 951-38-0728-2.
2. Palomäki J. Ratu C8-0377 Talvityöt ja -kustannukset. Rakennustieto Oy. Helsinki. 2010. 14 s.
3. Simola, H. Ilmatieteenlaitos. 2011. Säättietoja opinnäytetyöhön. Email herratolvanen@gmail.com. 19.12.2011
4. RT 05-10426 Ilmasto, Lämpötila. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö. Helsinki. 1990. 8 s.
5. Ekholm, V. Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 2214. Espoo. 2003. 80 s. ISBN 951-38-6182-1 (URL:<http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)
6. Toivari, O-P. Kosteudenhallinnan ja sääsuojauksen taloudellinen tarkastelu. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. 2011. 50 s.
7. Talo-80-ryhmä. Määrälaskentaohje. Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmän mukaan. 3. täydennetty painos. Jyväskylä. 1989. Rakentajain kustannus 1985. 134 s. ISBN 951-676-330-8.
8. Talo 90 -ryhmä. Talo 90. Nimikkeistö. Yleisseloste. Rakennustieto Oy. Helsinki. 1993. 48 s. ISBN 951-682-267-3.
9. Talo 2000 Päätoimikunta. Talo 2000 -nimikkeistö. Yleisseloste. Rakennustieto Oy. Tampere. 2008. 127 s. ISBN 978-951-682-850-6.
10. RTK. Talvirakentaminen. Rakentajain Kustannus Oy ja Suomen Rakennusteollisuusliitto Ry. Tampere. 1990. 105 s. ISBN 951-676-458-4.
11. Juoperi, K., Hassi, J., Risikko, T., Hussi, T. & Ahonen G. Työympäristötutkimuksen aikakauskirja. Kylmän ympäristön aiheuttamat henkilöstökustannukset. Työ ja Ihminen 1/2003 17. vuosikerta. S. 61-71.
12. Palomäki, J., Mäki T. & Koskenvesa, A. Rakennustöiden menekit 2010. Rakennustieto Oy. Helsinki. 2009.
13. Koskinen H. Talvirakentaminen. Betoni on kaiken perusta. Maaseudun tulevaisuus. 9/90 S. 58-60.
14. Koski, H. VTT. 2011. Tietoa sääsuojausjärjestelmistä ja Nordic Network -yhteistyöverkostosta. Weather Protection System. Newsletter 2004. Email pasi.j.tolvanen@edu.pkamk.fi. 5.12.2011
15. Lainapeite Oy. AR-sääsuojat ja rakennustelineet. 2011. http://lainapeite.fi/AR-saasuojat_ja_rakennustelineet.aspx?a=img ja http://lainapeite.fi/Gibson__Tower.aspx?a=img. Kuvat otettu internetistä 29.2.2012

16. Telinekataja Oy. Säsuojan avulla olosuhteiden herraksi. 2012. <http://www.telinekataja.fi/S%C3%A4%C3%A4suojat.aspx> . Kuva otettu internetistä 29.2.2012.
17. Rakennusliike Reponen. Suomen suurin puukerostalo osa 20. 16.07.2011. <http://www.youtube.com/watch?v=4cZGLrTK-Rc&feature=related>. Kuva otettu internetistä 29.2.2012.
18. Koski, H., VTT. 2011. Tietoa säsuojausjärjestelmistä ja Nordic Network -yhteistyöverkostosta. Weather Protection System. Newsletter 2003. Email pasi.j.tolvanen@edu.pkamk.fi. 5.12.2011
19. Orkoneva, O. Puukerrostaloja liikkuvan säsuojan alla. Rakennustekniikka. 1/2005. s. 32.
20. Salovaara, J. Lemminkäinen Talo Oy. 2012. Kuva tontista ym. Email herratolvanen@gmail.com. 23.1.2012.
21. Simola, H. Ilmatieteenlaitos. 2011. Säätietoja opinnäytetyöhön. Email herratolvanen@gmail.com. 1.3.2011
22. Lainapeite Oy. Säsuojat ja rakennustelineet. 2011. [http://www.lainapeite.fi/files/Finland@\\$\\$__@\\$@hanne,role1/weathershelter_low%20Fi@\\$\\$__@\\$@nina,Master%20Admins.pdf](http://www.lainapeite.fi/files/Finland@$$__@$@hanne,role1/weathershelter_low%20Fi@$$__@$@nina,Master%20Admins.pdf). Poimittu 29.2.2012
23. Niskala, A. Lainapeite Oy. Säsuojasuunnitelma opinnäytetyöhön. Email pasi.j.tolvanen@edu.pkamk.fi. 25.1.2012
24. Immonen, K. Telinekataja Oy. As. oy Joensuun Kaisla kerrostalon suojaus. Email pasi.j.tolvanen@edu.pkamk.fi 30.12.2011

Töiden talvityöhaitta ja –lisäprosenttitiedosto

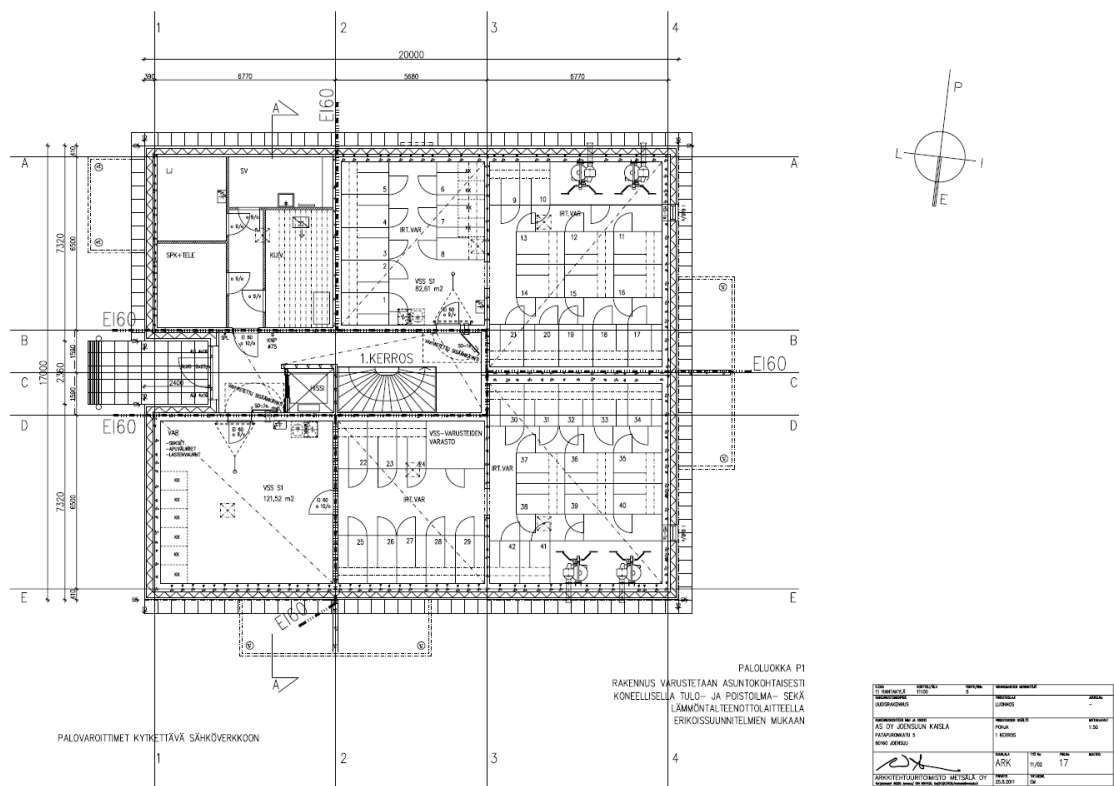
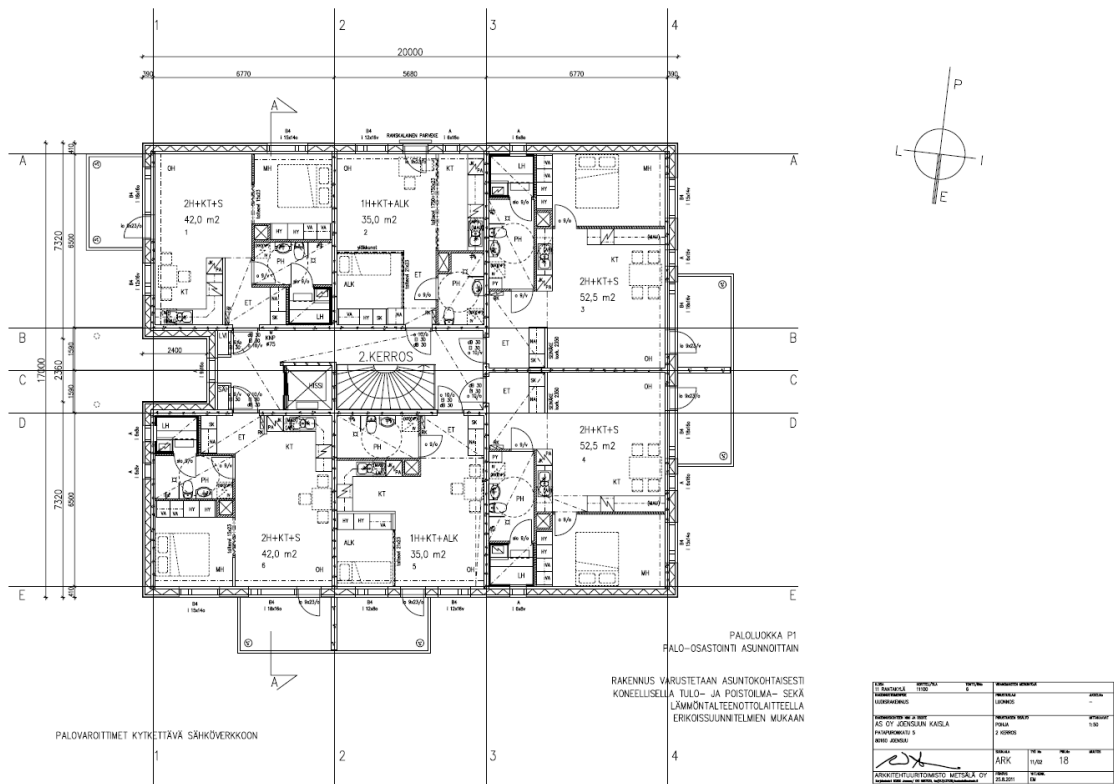
Talo 90 Nro	Työlaji Nimi	Töiden talvityöhaitta- ja lisäprosentit (%)				Lähde
		Lämpötilaluokat				
		0...-2,5	-2,5...-7,5	-7,5...-12,5	alle -12,5	
1	Maanrakennustyöt					ei tietoa
21	Muottityö					
	lautamuottityö	7	10	15	20	Ratu
	levymuottityö	7	10	15	20	Ratu
	kasettimuottityö	7	10	15	20	Ratu
	suurmuottityö	3	5	10	20	Ratu
	pöytämuottityö	3	5	10	15	Ratu
	kulmamuottityö	3	5	10	15	Ratu
	erikoismuottityö	7	10	15	20	mallityö
	muottien purku ja puhdistus	7	10	15	20	mallityö
22	Rauditus	7	15	25	35	mallityö
23	Betonointi					
	nostoastiabetonointi					
	- anturat	15	15	40	50	Ratu
	- seinät ja pilarit	15	15	40	50	Ratu
	- laatat ja palkit	10	10	35	45	Ratu
	pumppubetonointi					
	- anturat	15	40	50	60	Ratu
	- seinät ja pilarit	15	30	40	50	Ratu
	- laatat ja palkit	15	40	50	60	Ratu
25	Betonielementtityö					
	laattaelementti	10	20	30	40	Ratu
	ulkoseinäelementti	10	20	30	40	Ratu
	kappale-elementti	7	15	25	35	mallityö
	elementtien jälkityöt	-	5	25	35	mallityö
	kevytbetonielementti	7	15	25	35	mallityö
26	Betonipintojen etuoikaisu	7	10	15	20	mallityö
3	Metallirakennetyöt					ei tietoa ¹⁾
41	Tiilimuraus	10	25	35	45	Leppikorpi
42	Harkkomuraus	10	25	35	45	Leppikorpi
51	Puurunkotyöt	3	5	8	15	Ratu
52	Levytyö	3	5	8	15	Ratu
53	Puuelementtityö	3	5	8	15	Ratu
61	Lämmöneristys	3	5	8	15	ei tietoa ²⁾
63	Veseneristys					ei tietoa ²⁾
64	Saumaus					ei tietoa ²⁾
7	Pintatyöt					

¹⁾ Huomioitava materiaalien asettamat vaatimukset

²⁾ Yleensä sisältöitä, joten talviolosuhteet eivät vaikuta

Lähde: Toivari, O-P. Kosteudenhallinnan ja sääsuojauksen taloudellinen tarkastelu. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. 2011. s. 6.

Kaislan pohjapiirustus 1. ja 2. kerroksen osalta



Lähde: Sokopro projektipankki. Lemminkäisen sisäinen projektitiedostopankki.
www.sokopro.fi. 9.12.2011.

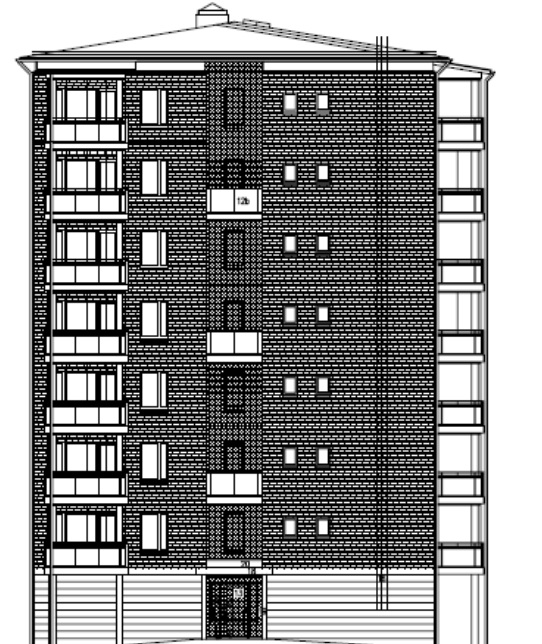
Kaislan julkisivupiirustukset



ALINNA 150M



ALINNA POUHKEEN OYVARELLE PÄÄ

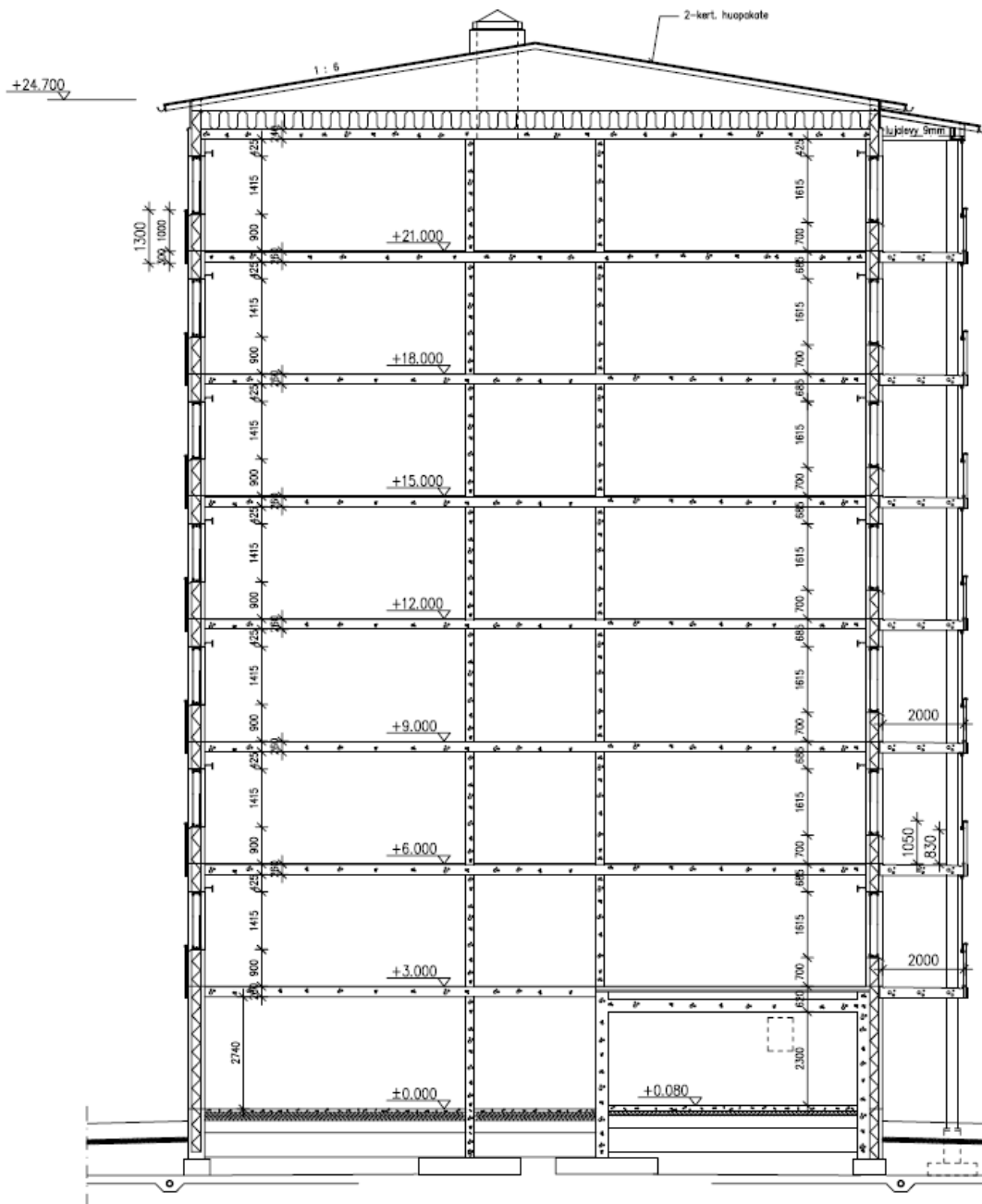


ALINNA 150M



ALINNA 150M

Kaislan leikkauspiirustus



LEIKKAUS A-A

Lomake 1, Talvilisien seurantalomake, työmiehet

Talvilisien seuranta		ma			ti			ke			to			pe			la			su					
vk.		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Mittiamies	Jouko																								
Kirvesmies	Janne																								
Kirvesmies	Esa																								
Kirvesmies	Tommi																								
Kirvesmies	Arto																								
Kirvesmies	Kalle																								
Raudoltaaja	Pekka																								
Rakennusmies	Jarmo																								
Rakennusmies	Mikko																								
Rakennusmies	Toni																								
Rakennusmies	Yrjö																								
Sähkö	Marko																								
Purki	Sampo																								
IV	Kimmo																								
Hiekoitus																									
Lumi-jättyö																									
Suojaus																									
Lämmitys																									
Odottus																									
Muu																									

Merkkaa työhön (1-6) mennyt aika 15 min. tarkkuudella

Lomake 2, Talvilisien viikkoseurantalomake

TALVILISIEN SEURANTALOMAKE		pvm.	Rakennuskohde	Merkitsijä
1. Viikon sää				
Pienin ja suurin lämpötila	Sään kuvaus (esim. sateinen)	Poikkeukselliset huomiot		
2. Töiden talviyhäitit ja -lisät sekä lisääntyneet keskeytykset				
haitta tai lisä	littera	työtehtävä tai odotus	työntekijätunnit [tth]	Kustannukset [€/tth]
	resurssi			Kok. kustannukset [€]
				Vaikutus työmaan toimintaan
3. Talvilisätyöt (esim. Lumi- ja jäätyöt, suojaus, työaikaiset asennukset, tms.)				
talvilisätyö	littera	työtehtävä tai odotus	työntekijätunnit [tth]	Kustannukset [€/tth]
	resurssi			Kok. kustannukset [€]
				Vaikutus kokonais toimintaan
4. Talvilisien vaikutus työturvallisuuuteen				
vaikutustekijä	työturvallisuus-tekijä	vaikutus kokonais toimintaan	Kustannukset (arvio) [€]	
5. Talvilisien vaikutus laatuun				
vaikutustekijä	laatutekijä	vaikutus kokonais toimintaan	Kustannukset (arvio) [€]	
6. Koneiden ja laitteiden talvilisäkustannukset				
Kone tai laite	Käyttökohde	Menekki [yksikkö]	Kustannukset [€/yks.]	Kokonais- kustannukset
7. Energian kulutus				
kohde	väline	Määrä [kpl]	Laitteen teho [kW]	alka [h]
				Energian kulutus [kWh]
				Energian hinta
				Kustannukset [€]
8. Materiaalisit ja -hukat sekä muuttuneet materiaalit				
Materiaali	Kohde	Menekki	Yksikkö	(Lisä)kustannukset [€/yks.]
				Kokonais-kustannukset [€]
9. Rakennusajan kasvu				
Syy	Seuraus (viivytys)	Toimenpiteet	Kustannukset (arvio) [€]	
10. Yhteenveto				
Kuluneen viikon talviyhäitit/talvilisätyö	Mistä aiheutuu	Miten vähen- tää/ehkäistä	Onko talvilisä eliminoitavissa, jos käytetään suojateiltia?	
11. Muut huomiot tai kommentit				

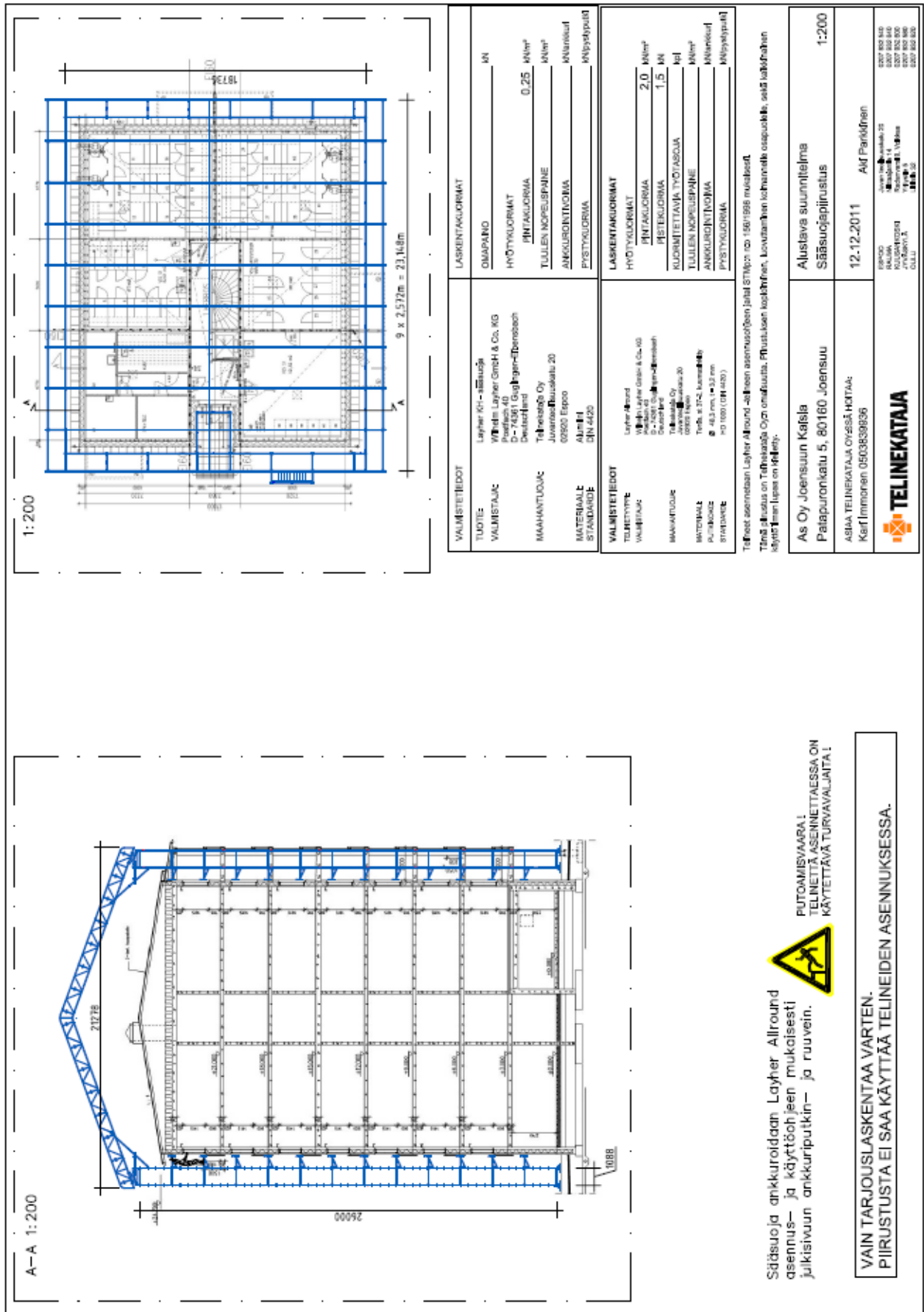
Talvilisäkustannusten yhteenvetotaulukko, toteutuneet ja arvioidut

Toteutuneet talvilisät 1 - 3 krs.	Maarssikuu			Joulukuu			Tammikuu			Helmi-kuu			Maa- siskuu		Yht.	yks.	Kia [€/tth]	sos. kului- kerroin	Kulut [€ alv.0%]		
	vk.44	vk.45	vk.46	vk.47	vk.48	vk.49	vk.50	vk.51	vk.52	vk.1	vk.2	vk.3	vk.4	vk.5						vk.6	vk.7
1. Töiden talviyöhoitajat ja -lisät sekä lisättyneet keskeytykset [tth]																					
Suojaus RM			5,5	5,5	3,5												14,5	tth	14	1,67	339,0
Suojaus RAM			9,75		3,5	1,5	4			2	0,5						21,25	tth	16	1,67	567,8
Lämmitys RM			1	1													2	tth	14	1,67	46,8
Lumi- ja jäätyö RM																0,5	0,5	tth	14	1,67	11,7
Lumi- ja jäätyö RAM										2	0,5						2,5	tth	16	1,67	66,8
Muu RM																	0	tth	14	1,67	0,0
Muu RAM			0,75							1							4,75	tth	16	1,67	126,9
Yhteensä	0	0	17	6,5	7	1,5	4	0	0	3	2	4	0	0	0	0	45,5	tth			1159,0
2. Talvilisätyöt [tth]																					
Hiekoitus RM			2,25	2	1	2	1	1	0,75								11,5	tth	14	1,67	268,9
Hiekoitus RAM																	0	tth	16	1,67	0,0
Lumi- ja jäätyö RM			1,5		4		2,5			2	3,5	10	31	6	51	13	14,5	12	14	1,67	3530,4
Lumi- ja jäätyö RAM			0,75		10,5		2,5			3	2	8	8		9	5	5	1	16	1,67	1329,3
Suojaus RM	1									6	3	3			12	19	14	10	14	1,67	1519,7
Suojaus RAM										13		2					16	tth	16	1,67	427,5
Lämmitys RM										6	1,5				20	22			14	1,67	1157,3
Lämmitys RAM																	0	tth	16	1,67	0,0
Odottus RM																	0	tth	14	1,67	0,0
Odottus RAM																	0	tth	16	1,67	0,0
Muu RM	2,15	6															8,15	tth	14	1,67	190,5
Muu RAM																	0	tth	16	1,67	0,0
Yhteensä	3,15	6	4,5	2	15,5	2	6	0,75	5	30,5	19,5	44	6	0	92	56	35	23			8423,6

Toteutuneet talvillisät 1 - 3 krs.	Marraskuu			Joulukuu			Tammikuu			Helmi-kuu			Maaliskuu			yht. yks.	Kulut [€ alv.0%]		
	vk.44	vk.45	vk.46	vk.47	vk.48	vk.49	vk.50	vk.51	vk.52	vk.1	vk.2	vk.3	vk.4	vk.5	vk.6			vk.7	vk.8
3. Koneiden ja laitteiden talvillisä-kustannukset [€ alv.0%]																			
Pöytäkone		180		49	390	49	300	150	300		750						803,5		2971,5 €
Lämmittimet	19					83,76													102,76
Vuokrat		23,4	11,4		13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	9,5	19,95	20	20	20	44,9	302	44,9	595,85 €
Yhteensä	19	203,4	11,4	49	403,3	146,06	313,3	163,3	313,3	13,3	759,5	19,95	20	20	44,9	1105,5	44,9	3670,11 €	
4. Energian kulutus [kWh]																			
Sähkön perusmaksut	5,62				5,62					5,62				5,62				5,62	28,1 €
Taukoiltojen lämmitys	273,06				273,06					273,06				273,06				273,06	1365,3 €
Valaistus	840	280	280	280	280	280	280	280	280	280	100	100	100	100	100	100	100	4160 kWh	
Työmaan lämmitykset	67,2	33,6	2625,6	33,6	1545,6	1737,6	1203,6	4569,6	4569,6	5426,4	3021,6	3542,3	6348,8	6048	6048	10404	7685	76185,1 kWh	
Yhteensä	1180,3	313,6	2905,6	313,6	2098,7	2017,6	1483,6	4849,6	4849,6	6979,5	3121,6	3642,3	6448,8	6421,1	6148	10504	7785	80345,1 kWh	9687,4
5. Materiaalisat ja -hukat sekä muutuneet materiaalit [€ alv.0%]																			
Polttoöljy																448	112	560	1120 €
Lämmittely betoni	746,2		103,32		344,4			499,38		109,1		106,19				416,15	416,5	2741,24 €	
Hiekoitussepele			304			456												760 €	
Pakkasmalot					1200													1200 €	
Nestekaasu					105,7								105,7					211,4 €	
Bet. kovetuskaapeli									150		185						825	1985 €	
Pystysaumabet. liisa															67,1		67,1	134,2 €	
Pressut ja muovit			300										300					600 €	
Muuta	150				280,3								250					680,3 €	
Yhteensä	896,2	0	707,32	0	1930,4	456	0	499,38	0	259,1	0	291,19	550	105,7	67,1	864,15	1004,1	1801,5	9432,14 €

Arvioidut talvillisät 4 - 6 krs.	Masiiskuu					Huhtikuu					yht.	yks.	Kia [€/tth]	sos. kulu- kerroin	Kulut [€ alv.0%]	
	vk.10	vk.11	vk.12	vk.13	vk.14											
1. Töiden talvityöhaitat ja -lisät sekä lisääntyneet keskeytykset [tth]																
Suojaus RM														14	1,67	0,0
Suojaus RAM														16	1,67	0,0
Lämmitys RM														14	1,67	0,0
Lumi- ja jäättyö RM	0,5													14	1,67	11,7
Lumi- ja jäättyö RAM														16	1,67	0,0
Muu RM														14	1,67	0,0
Muu RAM														16	1,67	0,0
Yhteensä												0,5	tth			11,7
2. Talvillisyydet [tth]																
Hiekkoitus RM	1,25		1,25						1,25					14	1,67	87,7
Hiekkoitus RAM														16	1,67	0,0
Lumi- ja jäättyö RM	45,25		45,25					45,25						14	1,67	3173,8
Lumi- ja jäättyö RAM	7,5		7,5					7,5						16	1,67	601,2
Suojaus RM	23,5		23,5					23,5						14	1,67	1648,3
Suojaus RAM	0,5		0,5					0,5						16	1,67	40,1
Lämmitys RM	22		22					22						14	1,67	1543,1
Lämmitys RAM														16	1,67	0,0
Odottus RM														14	1,67	0,0
Odottus RAM														16	1,67	0,0
Muu RM														14	1,67	935,2
Muu RAM									40					16	1,67	0,0
Yhteensä												3,40	tth			8029,4

Telinekataja Oy:n toimittama suunnitelma sääsuojauksen toteuttamisesta



Sääsuojaa ankkuroidaan Layher Allround -asennus- ja käyttöohjeen mukaisesti julkisivuun ankkuriputkin- ja ruuvein.



PUTOAMISVAARA!
TELINEITÄ ASENNETTAESSA ON KÄYTETTÄVÄ TURVAVALJAITA!

VAIN TARJOUSLASKENTAA VARTEN.
PIIRUSTUSTA EI SAA KÄYTTÄÄ TELINEIDEN ASENNUKSESSA.

VALMISTETIEDOT	LASKENTAKUORMAT
TUOTTE Layher Kf-Isäntöje Widder Layher GmbH & Co. KG Postfach 40 D-32781 Gehrden-Donnsloh Deutschland	OMAPAINO MN
MAHANTUOJA Telinekataja Oy Joensuu Kaivokatu 20 00900 Espoo	HYÖTYKUORMAT
MATERIAALIT ALUMIINI DIN 420	PIINTAKUORMA 0,25 MN/m²
	TULLEN NOPEUSPAINO MN/m²
	ANKKUROINTIKUORMA MN/m²
	PISTYYSKUORMA MN/m²
VALMISTETIEDOT	LASKENTAKUORMAT
TEHNETTYN Layher Allround Widder Layher GmbH & Co. KG Postfach 40 D-32781 Gehrden-Donnsloh Deutschland	HYÖTYKUORMAT
MAHANTUOJA Telinekataja Oy Joensuu Kaivokatu 20 00900 Espoo	PIINTAKUORMA 2,0 MN/m²
MATERIAALIT ALUMIINI DIN 420	PISTYYSKUORMA 1,5 MN
	KUORMITETTAVIA TUOJASUOJA MN
	TULLEN NOPEUSPAINO MN/m²
	ANKKUROINTIKUORMA MN/m²
	PISTYYSKUORMA MN/m²

Telineit asennetaan Layher Allround -ohjeen asennusohjeen ja/tai STM:n cd 1501/1996 mukaisesti.
Tämä piirustus on Telinekataja Oy:n omaisuutta. Piirustuksen kopiointi, levittäminen tai muu näille osapuolille, sekä sähköinen siirtyminen luvatta on kielletty.

As Oy Joensuun Kallio
Palapurontie 5, 80160 Joensuu

Asiasta Telinekataja Oy:stä HOITAJA:
Kersti Immonen 0503839836

Alustava suunnitelma
Sääsuojajärjestys

12.12.2011 **Aki Parikkari**

1:200

0200 800 800
0200 800 800
0200 800 800
0200 800 800
0200 800 800

TELINOKATAJA

As. Oy Kaislan yleisaikataulu runkovaiheen osalta. Pohjana on toiminut edellisen kohteen As. Oy Orvokin aikataulu.

