

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka

2012

Evita Ruohonen

# SÄÄSUOJAUKSEN VAIKUTUKSET ASUINKERROSTALON RAKENTAMISEEN



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Talonrakennustekniikka

2012 |61

Esa Leinonen

Evita Ruohonen

# SÄÄSUOJAUKSEN VAIKUTUKSET ASUINKERROSTALON RAKENTAMISEEN

Sääsuojausta käytetään rakennuksen rungon suojaamiseen rakennusvaiheessa. Ruotsissa sitä käytetään jonkin verran, mutta Suomessa sen käyttö on rajoittunut lähinnä julkisivukorjauksiin. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia sääsuojauksen mahdollisuuksia asuinkerrostalon rakentamisessa.

Opinnäytetyössä kartoitettiin rakennusalan kirjallisuuden, haastattelujen ja luentomateriaalien pohjalta sääsuojauksen hyödyllisyyttä uuden asuinkerrostalon rakentamisessa. Tutkielmassa käsiteltiin yleisimpiä asuinkerrostalon runkovaihtoehtoja, jotka ovat paikalla valettu betonirakenteinen kerrostalo, betonielementtirakenteinen kerrostalo ja puurakenteinen kerrostalo. Tutkielman tarkastelualueina olivat aikataulu-, kustannus-, työturvallisuus- ja laatuvaikutukset.

Opinnäytetyössä havaittiin, että sääsuojauksella voidaan vaikuttaa asuinkerrostalorakentamisen ongelma-alueisiin positiivisesti. Sääsuojauksella saavutetaan kaikissa tutkituissa kerrostalomuodoissa huomattavia laatu- ja työturvallisuusparannuksia sekä betonirakenteisissa kerrostaloissa myös aikataulun lyhenemistä ja sen mukanaan tuomia positiivisia kustannusvaikutuksia.

## ASIASANAT:

Aikataulut, asuinrakennukset, betonirakennukset, elementtirakentaminen, kustannukset, laatu, puurakentaminen, rakennukset – suojaus, rakentaminen, rakennussuojaus, työturvallisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineer | Structural engineering

2012 | 61

Esa Leinonen, Principal Lecturer

Evita Ruohonen

## EFFECTS OF SHIELDING ON CONSTRUCTION OF APARTMENT BUILDING

The weather shielding is used in protection of frame while construction. In Sweden weather shielding is common, but in Finland it is used mainly in the repair of façade. This Bachelor's thesis study was researching possibilities of weather shielding in apartment building construction.

This Bachelor's thesis examined the benefits of weather shielding for new apartment building construction. The study was made by means of a literature review, interviews and lecture material. The study concentrated on the most common frame alternatives in apartment buildings, which are a cast-in-situ concrete frame, a concrete element frame and a wood frame. The study covered effects on timetable, cost, occupational safety and quality.

In this Bachelor's thesis it was discovered that using weather protection affects the problem areas of apartment building construction positively. Weather protection achieved major quality and occupational safety effects in all frame alternatives. In concrete based frames benefits were achieved also in timetable and cost matters.

### KEYWORDS:

Schedule, residential buildings, concrete buildings, prefabricated construction, costs, quality, wood construction, buildings – protection, construction, building protection, occupational safety

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 PERINTEINEN ASUINKERROSTALO RAKENTAMINEN</b>	<b>8</b>
2.1 Perinteisen rakentamisen kulku vuodenaikoihin nähden	8
2.2 Perinteisen rakentamisen ongelmat	9
<b>3 SÄÄSUOJARAKENTAMINEN</b>	<b>11</b>
3.1 Järjestelmät	12
3.1.1 Ramirent	13
3.1.2 Lainapeite	14
3.1.3 Kas-telineet	16
3.1.4 Telinekataja	17
3.2 Pystytys	18
3.3 Kustannukset	19
3.4 Sääsuojauksen yleiset hyödyt kaikilla rakennejärjestelmillä	21
3.4.1 Talven tuomat lisätyöt	21
3.4.2 Kastuminen	21
3.4.3 Tuuli	23
3.4.4 Lämpö ja valaistus	23
3.4.5 Nostokalusto	23
3.4.6 Työturvallisuus	24
3.5 Sääsuojauksen yleiset ongelmat	24
3.6 Sääsuojauksen yleisyys Suomessa	25
3.7 Sääsuojauksen yleisyys ulkomailla	25
3.8 Työmaajärjestelyt	26
3.9 Lupamenettely	27
3.10 Rakennusliikkeiden kanta	27
3.11 Esimerkkitapauksia, joissa sääsuojauksesta olisi ollut hyötyä	28
<b>4 BETONIRAKENTEINEN PAIKALLA VALETTU KERROSTALO</b>	<b>30</b>
4.1 Tausta	30
4.2 Rakentaminen	30

4.3 Aikatauluvaikutukset	32
4.4 Laatuvaikutukset	34
4.5 Työturvallisuusvaikutukset	35
4.6 Kustannusvaikutukset	36
<b>5 BETONIELEMENTTIRAKENTEINEN KERROSTALO</b>	<b>37</b>
5.1 Tausta	37
5.2 Kerrostalorakentamisen järjestelmät	38
5.3 Aikatauluvaikutukset	41
5.4 Laatuvaikutukset	41
5.5 Työturvallisuusvaikutukset	42
5.6 Kustannusvaikutukset	43
<b>6 PUUKERROSTALO</b>	<b>44</b>
6.1 Tausta	44
6.2 Kerrostalorakentamisen järjestelmät	46
6.2.1 Stora Enso	49
6.2.2 Finnforest	50
6.2.3 Versowood	51
6.3 Aikatauluvaikutukset	52
6.4 Laatuvaikutukset	52
6.5 Työturvallisuusvaikutukset	54
6.6 Kustannusvaikutukset	54
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>55</b>
7.1 Paikallavalettu betonirakenteinen kerrostalo	55
7.2 Betonielementtirakenteinen kerrostalo	56
7.3 Puurakenteinen kerrostalo	57
7.4 Johtopäätökset	58
<b>LÄHTEET</b>	<b>60</b>

# KUVAT

Kuva 1. Perinteistä asuinkerrostalorakentamista.	9
Kuva 2. Sääsuoja.	11
Kuva 3. Sääsuoja sisäpuolelta.	12
Kuva 4. Plettac-kasettikatto-järjestelmä.	13
Kuva 5. Keder-sääsuoja.	14
Kuva 6. AR-sääsuoijat ja telineet.	15
Kuva 7. Gibson Tower-järjestelmä ilman suojapeitteitä.	15
Kuva 8. Kas-telineiden sääsuoja ilman päätytelineitä.	16
Kuva 9. Alumiinirunkoinen suojaseinäjärjestelmä.	17
Kuva 10. Kas-telineiden kustannuslaskuri.	19
Kuva 11. Kustannuslaskurin tulos.	20
Kuva 12. Eräänlainen siltanosturisovellus sääsuojan alla.	26
Kuva 13. Paikallavaletun rakennuksen työmaa.	31
Kuva 14. Betonielementtikerrostalo.	37
Kuva 15. Kantavat väliseinät ja laatat järjestelmän periaatekuva.	39
Kuva 16. Kantavat ulkoseinät ja laatat järjestelmän periaatekuva.	40
Kuva 17. Pilari-palkki -runkoisen rakennuksen periaatekuva.	40
Kuva 18. Puukerrostalo Berliinissä.	46
Kuva 19. Puuelementti.	47
Kuva 20. Pilari-palkkirunkoinen puukerrostalo.	48
Kuva 21. Tilaelementeistä tehty kerrostalo.	49
Kuva 22. CLT-elementin rakenne.	49
Kuva 23. CLT-elementeillä toteutettu kerrostalo Lontoossa.	50
Kuva 24. Helsingin Viikkiin rakentuva puukerrostalokortteli on Finnwoodin ja Peab Oy:n yhteistyöprojekti.	51
Kuva 25. Vierumäellä sijaitseva puukerrostalo.	51
Kuva 26. Homekasvuston vaurioittama puurakenne.	53

# 1 JOHDANTO

Sääsuojausaihetta sivuttiin Maarit Järvisen Talvirakentaminen-kurssilla ja aihe vaikutti mielenkiintoiselta. Aiheen tutkiminen johti päätelmään, että sääsuojan avulla voitaisiin ratkaista monia rakentamisen ongelmia.

Kosteus- ja homeongelmat ovat ajankohtainen puheenaihe, ja rakentamisen laatu askarruttaa monia. Sääsuojauksella voitaisiin saavuttaa merkittäviä parannuksia etenkin rakentamisen laatuun, mutta sen ohella myös aikatauluongelmiin. Sääsuojalla voidaan todennäköisesti vaikuttaa hieman myös kansanterveyteen uusien rakennusten homeongelmien poistumisen myötä.

Sääsuojausta käytetään jo Ruotsissa ja se on tulevaisuutta myös Suomessa. Aiheen tilaaja on Turun ammattikorkeakoulu. Tilaamisen taustalla on koulussa käynnissä oleva puukerrostalohanke.

Työn tavoitteena on kartoittaa, miten sääsuojarakentamisella voidaan vaikuttaa paikallavaletun-, betonielementti- ja puukerrostalon laatuun. Sääsuojan käytöstä aiheutuu kuitenkin kustannuksia, joten työn on tarkoitus myös vastata kysymykseen, onko sääsuojan käytöllä mahdollista saavuttaa kustannussäästöä jollain osa-alueella. Tarkastelun alla ovat myös sääsuojan käytön vaikutukset aikatauluun ja työturvallisuuteen.

Työ rajautuu sääsuojan käyttöön asuinkerrostalorakentamisessa. Tavoitteita selvitetään kirjallisuustutkimuksen avulla. Työssä selvitetään sääsuojausmenetelmä ja laatuvaikutuksia tutkitaan kirjallisuuden perusteella. Kirjallisuuden avulla selvitetään myös teoreettisesti vaikutukset aikatauluun ja työturvallisuuteen. Kustannukset selvitetään sääsuojatoimittajalta. Tämän jälkeen pohditaan, onko aiheutuvia kustannuksia mahdollista säästää takaisin esimerkiksi aikataulun tai työturvallisuuden avulla, vai onko sääsuojalla saatava laatuvaikutus niin tärkeä, että voidaan aiheutuvia kustannuksia pitää saavutettuun hyötyyn nähden pieninä. Yhteenvedossa vertaillaan, millä runkojärjestelmällä sääsuojasta on suurimmat edut ja millä pienimmät.

## 2 PERINTEINEN ASUINKERROSTALO RAKENTAMINEN

Rakentamista ohjaa lainsäädäntö, joka antaa vähimmäisvaatimukset rakennuksen ominaisuuksille. Se antaa määräyksiä rakennuksen vakaudesta, kestävyydestä, paloturvallisuudesta, ääneneristävyydestä, lämmöneristävyydestä jne. ominaisuuksista. Sen jälkeen kun rakennus suunnitelmatasolla täyttää kaikille annetut vähimmäisvaatimukset, voidaan se rakentaa hyvää rakennustapaa noudattaen. (Ympäristö, 2012).

### 2.1 Perinteisen rakentamisen kulku vuodenaikoihin nähden

Kerrostalot rakennetaan yleensä tietyssä ”rytmissä”. Rakentaminen aloitetaan yleensä syksyllä perustusten tekemisellä, jonka jälkeen siirrytään runkovaiheeseen. Runko rakennetaan syksyn ja talven aikana. Kevät ja kesä on puolestaan varattu sisätoille. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010; Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Rakennuksen runko rakennetaan maalaisjärjellä ajateltuna väärässä järjestyksessä, kun huonoimpaan vuodenaikaan työskennellään ulkona ja parhaimpaan sisällä. Kaikelle on kuitenkin looginen selitys. Rakennuksen runko pyritään siis rakentamaan talvella, jolloin vesisademäärät ovat pieniä ja runko kastuisi mahdollisimman vähän. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010; Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Talvella muotit ja raudotteet joudutaan suojaamaan ennen valua ja betonirakenteita joudutaan valun jälkeen lämmittämään betonin kovettumisen takaamiseksi. Talvella myös ilmankosteus on pienempi ja betoni kuivuu nopeammin, kun ilmalla on kapasiteettia ottaa vastaan betonin luovuttamaa kosteutta. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010; Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).



Sisätyöt puolestaan tehdään lämpimänä vuodenaikana, jolloin ilmankosteus on korkeampi. Tämä johtuu siitä, että joitakin pintamateriaaleja, kuten parkettia, ei voida asentaa laadukkaasti talvella ilmankosteuden ollessa kovin alhainen. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010; Rakennustyömaan olosuohdehallinta, 2003).

## 2.2 Perinteisen rakentamisen ongelmat

Perinteisen kerrostalorakentamisen ongelmista suurin on vuodenaikojen vaihtelu. Syksyllä rakennuksen runko kastuu, mikä pidentää kuivumisaikoja. Pakkasella satanut vesi jäätyy rakennuksen rungon pinnoille tehden niistä liukkaita, tai jäätyessään rakenteiden liittymäkohtiin tai onteloihin se saattaa rikkoa rakenteen. Talvella lumi aiheuttaa lisätyötä lumen ja jään poiston muodossa. Hankalat olosuhteet ja huono valaistus hidastavat työvaiheita ja aiheuttavat työturvallisuusriskejä. Kuvassa 1 on periteinen kerrostalotyömaa talviaikana. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010; Rakennustyömaan olosuohdehallinta, 2003).



Kuva 1. Perinteistä asuinkerrostalorakentamista (Cartina, 2012).

Kosteus- ja homevaurioista puhutaan koko ajan enemmän. Betonin pinnoittaminen liian kosteana saattaa vaurioittaa pintamateriaaleja tai pahimmillaan saada aikaan homevaurion. Liian kireät rakentamisaikataulut ajavat työmaat pinnoittamaan betonia kosteuden ollessa vielä liian korkea. Rakentamisen laatu ja pahimmassa tapauksessa myös rakennuksessa oleskelevien terveys ovat vaakalaudalla. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010; R. Lautkankare henkilökohtainen tiedoksianto 03/2012; Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

### 3 SÄÄSUOJARAKENTAMINEN

Sääsuojarakentamisella tarkoitetaan rakentamista, joka suoritetaan joko osin tai kokonaan sääsuojan alla. Tässä työssä käsitellään sääsuojia, jotka peittävät kokonaan allaan olevan rakennustyömaan.

Sääsuojalla voidaan poistaa tai ainakin vähentää säänvaihteluista aiheutuvia häiriö- ja haittatekijöitä. Sillä voidaan olettaa olevan vaikutuksia myös aikatauluun, kustannuksiin, laatuun ja työturvallisuuteen. Kuvassa 2 on esitetty koko rakennuksen peittävä sääsuoja.



Kuva 2. Sääsuoja (Ramirent, 2012).

Hankkeen alkuvaiheessa on syytä selvittää sääsuojauksen tarpeellisuus ja sen vaikutukset hankkeeseen. Tässä vaiheessa myös tehdään valinta sääsuojausperiaatteesta, käytetäänkö kohteessa perinteistä pressuista tehtävää työkohdesuojausta vai käytetäänkö koko rakennuksen peittävää sääsuojaa.

### 3.1 Järjestelmät

Sääsuojia on monen kokoisia ja näköisiä ja näin ollen ne on suunniteltu käytettäväksi erilaisiin kohteisiin. Kerrostalorakentamiseen soveltuvat sääsuojat ovat kooltaan suuria, sillä niiden tulee kattaa koko työmaa-alue. Näin suurille sääsuojille ei ole montaa toimittajaa. Eri toimittajien järjestelmät poikkeavat hieman toisistaan.

Sääsuojan seinät kasataan yleensä sääsuojatoimittajan valikoimassa olevista telineistä, jotka peitetään joko levy- tai pressurakentein. Teline rakennelman ollessa halutun korkuinen telineiden päälle nostetaan joko käsin tai nosturilla varsinainen sääsuojan katto-osa. Se koostuu pressuun tai pellein päällystetyistä ristikkorakenteista. Kuvassa 3 on esitetty sääsuoja sisältäpäin. Kuvassa on nähtävissä sääsuojan runkorakenne ja ulkokuori sekä rakennuksen sijoittuminen sääsuojan sisällä. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).



Kuva 3. Sääsuoja sisäpuolelta (Fiste 2012).

Sääsuojan maksimikoon määrittää usein järjestelmän suurin sallittu jänneväli eli leveys. Katto-osa muistuttaa ristikkorakenteista kehää, jolle on siis mitoitettu

kehän suurin sallittu pituus. Sääsuojan pituus puolestaan määräytyy telineiden tai sääsuojan katto-osan yksikkömitan kerrannaisina. Niitä voidaan laittaa peräkkäin tarvittava määrä. Suurin sallittu korkeus määräytyy puolestaan sääsuojajärjestelmän tuentamahdollisuuksien perusteella. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksiänto 29.2.2012).

### 3.1.1 Ramirent

Ramirentillä on valikoimassaan kaksi erilaista kerrostalokohteisiin soveltuvaa sääsuoja mallia Plettac-kasettikatto ja Keder.sääsuoja. (Ramirent 2012).

Plettac-kasettikatto-järjestelmä on ratkaisu vaativiin kohteisiin. Teräsrunko on galvanoitu, ja se muodostuu metrin korkuisista ristikkorakenteista, jotka tuetaan telinerakenteeseen 2,5 metrin välein. Toistensa päälle limittyvät peltikasetit muodostavat vesikattorakenteen. Järjestelmällä saavutetaan hyvä tiiviys. Kuvassa 4 on esitetty Plettac-kasettikatto-järjestelmä. (Ramirent 2012).



Kuva 4. Plettac-kasettikatto-järjestelmä (Ramirent 2012).

Keder-sääsuoja on kevyt alumiinirunkoinen järjestelmä, joka voidaan kasata joko omin jaloin seisovaksi, liukukiskoilla kulkevaksi tai telineiden päälle. Rakente on kevyt ja sen kasaus on nopeaa. Toimittajan Internet-sivuilta löytyy myös ohjeet telineen kasaukseen. Kuvassa 5 on esitetty Keder-sääsuoja. (Ramirent 2012).



Kuva 5. Keder –sääsuoja (Ramirent 2012).

### 3.1.2 Lainapeite

Lainapeitteellä on tarjolla kaksi sääsuojausjärjestelmää, AR-sääsuojat ja telineet sekä Gibson Tower. (Lainapeite 2012).

AR-suoja on kevyt ja alumiinirunkoinen. Se asennetaan moduulitelineiden päälle ja se soveltuu hyvin hankalienkin kohteiden suojaamiseen. Asennus voidaan

tehdä myös ilman nosturia. Sääsuoja saa 6–18 metriin levyisenä. Kuvassa 6 on esitetty AR-sääsuoja. (Lainapeite 2012).



Kuva 6. AR-sääsuoijat ja -telineet (Lainapeite 2012).

Gibson Tower on sääsuojan ja nosturin yhdistelmä, jossa ei tarvita erillisiä rakennustelineitä. Kuvassa 7 on esitetty Gibson Tower -sääsuoja. (Lainapeite, 2012).



Kuva 7. Gibson Tower -järjestelmä ilman suojapeitteitä (Lainapeite 2012).

Järjestelmän kantavana runkona toimivat teräsrakenteiset pystypilarit, joihin kiinnitetään moottoroidut teräsrakenteiset vaakapalkit. Hallinosturi kiinnitetään näiden vaakapalkkien varaan. Vaakapalkkeihin kiinnitetään myös säädettävät konsolit, joiden varaan voidaan kiinnittää työskentelytasot. Vaakapalkkien korkeusasemaa voidaan ohjata sähköisesti kauko-ohjaimella. Teline voidaan varustaa tarvittaessa myös julkisivupeitteellä. Järjestelmä on niin painava, että sen asentamiseen tarvitaan nosturi. (Lainapeite 2012).

Järjestelmään kiinnitetyllä nosturilla voidaan nostaa kerralla jopa 12 000 kilogramman painoinen objekti. Järjestelmän moduulipituus on 5 metriä, ja leveys on valittavissa 10 – 23,5 metrin väliltä. (Lainapeite 2012).

### 3.1.3 Kas-telineet

Kas –telineiden sääsuojausmenetelmänä on telineiden päälle pystytettävä alumiiniprofiiliteltha. Rakennuksen ympärille kootaan kuumasinkityt alumiinitelineet, jotka verhotaan pressulla. Telineiden päälle nostetaan alumiiniprofiiliteltha. Sääsuojan maksimikoko kustannuslaskurissa on 30x30x30 metriä, mutta todellisuudessa sääsuojia saa suurempiakin. Kuvassa 8 on esitetty Kas-telineiden sääsuoja ilman päätyjä. (Kas-telineet, 2012).



Kuva 8. Kas-telineiden sääsuoja ilman päätytelineitä (Kas-telineet, 2012).



Telineet kestävät hyvin kemikaaleja, korkeita lämpötiloja, pakkasta ja suuria painoja. Yrityksen Internet-sivuilla on myös suuntaa antava tarjouslaskuri, josta voi valita vuokrausajan pituuden, suojan korkeuden, leveyden ja pituuden, asennusasteen ja toimituskaupungin. (Kas-telineet, 2012).

Telineet ovat suomalaisvalmisteisia ja niiden kasaus sekä purku on nopeaa. Valmistajan telineitä käytetään useassa Euroopan maassa. Telinetoimittajalta on mahdollista vuokrata myös pienjännitevalaisimia työmaan valaisuun. (Kas-telineet, 2012).

### 3.1.4 Telinekataja

Telinekatajalta ei löydy valmiiksi räätälöityä pakettia sääsuojaukseen, kuten edellä olevilta toimittajilta. Saatavilla on kuitenkin telineitä, telinepeitteitä ja sääsuoja. Mielenkiintoisin tuote on alumiinirunkoinen kaseteista koostuva lämpö- ja äänieristetty suojaseinäjärjestelmä. Kasetit soveltuvat käytettäväksi heidän telineidensä kanssa. Ne ovat vedenpitäviä, näyttäviä, kestäviä ja läpäisevät valoa. Ne ovat kevyitä ja helppoja asentaa, eivätkä ne varmasti lepata tuulessa. Kuvassa 9 on esitetty Telinekatajan alumiinirunkoinen suojaseinäjärjestelmä. (Telinekataja 2012).



Kuva 9. Alumiinirunkoinen suojaseinäjärjestelmä (Telinekataja 2012).

Tarvikkeista voidaan räätälöidä sääsuojia monenlaisiin tarkoituksiin, tietyillä järjestelmillä jopa 90 metrin korkeuteen. Yritys tarjoaa myös telineiden suunnittelupalvelua. (Telinekataja 2012).

### 3.2 Pystytys

Sääsuoja pystytetään yleensä tiivistetylle kantavalle maaperälle. Mikäli maaperä on huonosti kantavaa, voidaan sääsuojan perustamiseen käyttää lankuista tehtyä arinaa. Sääsuoja on rakenteena kuitenkin niin kevyt, ettei sitä tarvitse koskaan paaluttaa. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).

Sääsuoja voidaan rakentaa joko suoraan talon ympärille tai niin, että se kattaa koko työmaa-alueen. Kummassakin menetelmässä on omat hyvät puolensa. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).

Talon seinien viereen tulevan suojan etuna on, että se voidaan kiinnittää ja tukea rakennuksen seiniin. Se kootaan ensin matalammaksi ja tuetaan tarvittaessa vastapainojen avulla. Rakennuksen kohotessa sääsuojasta otetaan katto pois, korotetaan suojan seinäosaa korkeammaksi ja laitetaan katto-osa takaisin. Näin telineiden tuenta on riittävä koko hankkeen alusta asti. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).

Koko työmaan kattava suoja on epävakaampi ja sen vakavuutta on mietittävä tarkemmin. Suojan seinät eli telineosat joudutaan usein tekemään leveämmiksi, jolloin teline on vakaampi. Teline joudutaan usein myös tukemaan vastapainojen avulla. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).

Sääsuojatoimittaja toimitus sisältää lähes aina telineiden pystytyksen ja purun. Myös telineiden vakavuuslaskelmat ja tuentasuunnitelmat kuuluvat toimitukseen. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).

### 3.3 Kustannukset

Sääsuojauksesta aiheutuvia kustannuksia on vaikeaa laskea tarkkaan luotettavasti. Kustannukset koostuvat eri osien vuokrasta ja vuokra-ajan pituudesta. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksiänto 29.2.2012).

Ramirent määrittää varsinaisen sääsuojan eli katto-osan vuokraushinnaksi 6-8 €/m<sup>2</sup> vuorokaudessa, seinäosan telineille noin 0,1 €/m<sup>2</sup> vuorokaudessa ja telinepeitteet myydään asiakkaalle. Sääsuojauksen hinta riippuu merkittävästi rakennuskohteen koosta ja vuokrauksen kestosta. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksiänto 29.2.2012).

Kas-telineiden Internet-sivuilla on sääsuojalaskuri, jolla voi laskea suuntaa antavan kustannusarvion sääsuojasta. Laskuriin voidaan syöttää suojan pituus, leveys, korkeus, vuokra-aika viikkoina, huputustarve, asennuspalvelu, toimituspalvelu, rakennuskohteen sijainti ja umpipäädyt. Kuvassa 10 on esitetty sääsuojan kustannuslaskuri. (Kas-telineet, 2012).

**Telineiden vuokraus - Tarjouslaskuri**

**Telineen koko** Alla esimerkki kerrostalon yhden julkisivun rappauksesta

Pituus (m):  Ilmoita julkisivun pituus (esim 20 metriä)

Leveys (m):  Ilmoita työskentelytilan tarve (rappaus ja maalaus yleensä 1,5 metriä)

Korkeus (m):  Ilmoita julkisivun korkeus (esim 12 metriä)

Vuokraaika (viikkoa):  Kuinka pitkään telinettä tarvitaan (esim 2 kuukautta)

**Lisäpalvelut**

Asennus (ja purku)  Poista jos asennat ja purat telineen itse

Toimitus (ja nouto)  Poista jos noudat telinemateriaalit itse

Sääsuoja (huputus)  Poista jos et tarvitse huputusta

Valitse alue  Valitse lähin toimipiste

Kuva 10. Kas-telineiden kustannuslaskuri (Kas-telineet, 2012).

Kun tarvittava tiedot on syötetty laskuriin, painetaan painiketta ”Laske hinta”. Ohjelma laskee määritetyn suojan kustannukset. Kuvassa 11 on esitetty tarjouslaskurin tulos.

### Sääsuojatarjous (viittelin)

Sääsuojan koko	Pituus: 30, Leveys: 30, Seinäkorkeus: 30
Alue	Turku
Vuokra-aika	6 kuukautta
Asennus	Kyllä
Toimitus	Kyllä
Seinien huputus	Kyllä
Päättytelineet	Kyllä

HUOM: hinta viitteellinen, lähetä tarjouspyyntö tai ota yhteyttä niin saat tarkan hinnan!!!

### Hinta yhteensä (alv 0%): 131431 eur

Lähetä tästä sääsuojasta tarjouspyyntö!

Yhteystiedot:

Yritys	<input style="width: 65%;" type="text"/>
Yhteyshenkilön Nimi	<input style="width: 65%;" type="text"/>
Puhlinnumero	<input style="width: 65%;" type="text"/>
Sähköposti	<input style="width: 65%;" type="text"/>

Lähetä tarjouspyyntö

Kuva 11. Kustannuslaskurin tulos (Kas-telineet, 2012).

Tarjouksessa on laskettu suurimman mahdollisen sääsuojan, joka on kooltaan 30x30x30 metriä, kustannukset pystytettynä, toimitettuna, huputettuna Turkuun 6 kuukaudeksi. Hinnaksi laskuri antaa huikean 131 431 euroa (alv. 0 %). Sääsuojauksen ollessa ajankohtainen on kuitenkin hyvä olla yhteydessä yritykseen puhelimitse, jotta voidaan antaa tarkempi kustannusarvio. (Kas-telineet, 2012).

### 3.4 Säsuojauksen yleiset hyödyt kaikilla rakennejärjestelmillä

Säsuojauksen hyviin vaikutuksiin liittyy suurimmaksi osaksi sääolosuhteiden vaihtelujen aiheuttamien vaikutusten minimointi tai poistaminen kokonaan. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

#### 3.4.1 Talven tuomat lisätyöt

Talvi aiheuttaa häiriöitä rakennustyömaan toimintaan ja luo ylimääräisiä työvaiheita. Talveen liittyvät lumenluonti, lämmitys- ja sulatuskaluston käyttö sekä lämpösuojauksen teko. Säsuojaa käyttämällä lumen ja jään poistoon kuluva työaika voidaan poistaa kokonaan, ja lämmityskin on helpompaa verrattuna tavallisalla työskentelyyn.

Talvityöhön varattava lumi- ja jäätyö perustusten osalta on 0,05 työntekijätuntia perustusneliötä kohden ja rakennuksen rungon osalta 0,1 työntekijätuntia bruttoneliötä kohden. Pohjois-Suomessa ajat ovat kaksinkertaiset. Tämän lisäksi aikaa on varattava myös sulatukseen, lämmitykseen ja lämpösuojaukseen. Jos oletetaan, että kerrostalossa on 300 m<sup>2</sup> kerroksessa ja kerroksia on yhteensä viisi, tulisi pelkästään lumi- ja jäätyöhön varattavasta ajasta 181,5 työntekijätuntia sisältäen työvaiheajan. Tämä on enemmän kuin yhden kuukauden työ yhdeltä henkilöltä. Vaikka yhden henkilön kuukausipalkka ei merkittävä kustannus olekaan, voidaan yhden henkilön kuukauden työpanoksen puuttumista jo pitää jokseenkin merkittävänä vaikutuksena. Edellä mainitun ajan lisäksi kuluu aikaa vielä lumenluontiin piha-alueelta (Rakennustöiden menekit, 2010).

#### 3.4.2 Kastuminen

Suomessa on vuodessa 100 sellaista päivää, jolloin sataa enemmän kuin 1 mm vuorokaudessa. Kaiken kaikkiaan maahan sataa lunta, räntää, rakeita ja vettä noin 700 litraa jokaista neliometriä kohden. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Sateella pihalla varastoidut rakennustarvikkeet kastuvat, joka aiheuttaa materiaalihukkaa ja kuivatustarvetta. Niihin saattaa myös kasvaa homekasvustoja. Myös betonin kastuminen tuo omat ongelmansa kuivumisaikojen pidentymisen merkeissä. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Huokoiset ja eloperäiset materiaalit ovat oikeissa kosteus- ja lämpöolosuhteissa herkkiä homekasvustoille ja lahovaurioille, joista jälkimmäistä esiintyy vain puussa. Oikeissa olosuhteissa hometta alkaa tulla materiaaleihin jo muutamassa päivässä, joskin niitä ei voi vielä nähdä silmämääräisesti vaan mikroskoopin avulla. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Betoni ei puolestaan ole herkkä kosteudelle. Pitkään kastunutkaan betoni ei menetä lujuusominaisuuksiaan eikä homehdu. Betonin kastuminen aiheuttaa puolestaan muita ongelmia. Betoniin liittyvät rakenteet ja pintamateriaalit eivät kestä korkeita kosteuksia. Liittyvät rakennusmateriaalit alkavat joko kasvattaa homekasvustoa tai ne alkavat kosteuden vaikutuksesta hajoamaan. Hajoaminen aiheuttaa materiaaliemissioita, joka käytännössä tarkoittaa jonkin terveydelle haitallisen kaasun haihtumista materiaalista. Tämän vuoksi on tärkeää, että betoni saadaan kuivumaan riittävän nopeasti, jotta betonin pinnoittaminen voidaan tehdä turvallisesti. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Betonirakenteet kuivuvat hitaasti ja tarvitsevat kuivuakseen lämpöä. Rakenteen kastuminen ja säilytys viileässä voi pidentää kuivumisaikaa kymmenillä viikoilla verrattuna kuivumiseen lämpimissä olosuhteissa. Hyvissä olosuhteissa, lämpimässä ja kastumiselta suojattuna betoni kuivuu pinnoituskosteuteen noin 15 viikossa ja huonoissa olosuhteissa, viileässä ja kosteassa kuivuminen saattaa kestää jopa yli 60 viikkoa. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Kastumisen voidaan siis todeta betonirakenteiden osalta olevan merkittävä aikataulun pidentäjä. Muiden rakennusosien kastuminen puolestaan aiheuttaa laadullisia ongelmia, kuten home- ja lahovaurioita. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

### 3.4.3 Tuuli

Tuuli tuo monenlaisia haasteita rakennustyömaalle. Tuuli vaikeuttaa betonirakenteiden jälkihoitoa, koska se haihduttaa betonin pintakosteutta alkuvaiheessa ja tekee jälkihoitoaineen levityksestä vaikeaa. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

Tuuli vaikeuttaa myös työmaalla tapahtuvia nostoja. Tuuli tarttuu nostettaviin kappaleisiin heiluttaen niitä ja vaikeuttaen kappaleiden laskemista tiettyyn kohtaan. Tämä voi aiheuttaa työturvallisuusriskejä, kun kappaleet eivät ohjaudu nosturikuskin toivomalla tavalla. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

### 3.4.4 Lämpö ja valaistus

Lämmittämisen keskeisimmät ongelmat liittyvät tuuleen ja rakennuksen vaipan avonaisuuteen. Sääsuojan alla rakennus on jokseenkin tiiviissä tilassa, jossa ei ole merkittäviä ilmavirtoja. Tämä helpottaa työmaan lämmittämistä ja pienentää hieman lämmityskustannuksia. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

Suljetussa tilassa on helpompaa valaista kuin taivasalla. Sääsuojat ovat myös väritykseltään usein vaaleita, jolloin valon heijastuminen sääsuojan seinistä lisää valon valaisutehoa. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

### 3.4.5 Nostokalusto

Talviaikana lumi ja jää aiheuttavat ongelmia torninosturinkäytössä. Torninosturin vaijerit ja nostolaitteet voivat jäätyä. Nostokaluston jäätyminen on kallista työmaalle, sillä kaikki nostotyöt seisahtuvat nosturin laitteiston sulattamiseksi. Sääsuojan alla oleva nosturi ei altistu säärasituksille, eikä näin ollen myöskään häiritse työmaan toimintaa. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

### 3.4.6 Työturvallisuus

Lumi ja jää tuovat rakennustyömaalle monenlaisia työturvallisuusongelmia. Työmaalle satava lumi ja vesi kerääntyvät työskentelytasolle ja portaille tehden niistä liukkaita. Pakkasella märät työskentelytasot jäätyvät tehden tasoista vaarallisen liukkaita. Suojaamalla rakennustyömaa sääsuojalla voidaan poistaa talven aiheuttamat kasvaneet liukastumis- ja putoamisriskit. Näin myös nostot ja rakennusosien asentaminen voidaan suorittaa turvallisemmin. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

Piha-alueella säilytyksessä olevat rakennustarvikkeet tai satunnaiset roskat hautautuvat lumisateella lumen alle. Lumen alla olevia pieniä esteitä on vaikea havaita muutenkin jo epätasaisessa rakennusympäristössä. Lumen alla olevat esteet aiheuttavat usein kaatumisia ja loukkaantumisia sekä sairaspotilaita. Sääsuojan alla olevalla työmaalla esineet eivät hautaudu lumen alle ja näin saadaan poistettua niiden aiheuttamat työturvallisuusriskit. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

### 3.5 Sääsuojauksen yleiset ongelmat

Sääsuojaus koetaan monesti hankalaksi, kalliiksi ja ylimääräiseksi työvaiheeksi. Sääsuojan pystyttäminen vie aikaa ja vaatii ammattitaitoa. Sääsuojatoimittajat ovat keksineet tähän ratkaisun tarjoamalla sääsuojan vuokraajalle myös pystytyspalvelua. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).

Sääsuojan suurimmat mahdolliset koot on rajoitettu sääsuojan jännevälin puolesta johonkin metrimäärään. Jännevälit ovat rakentamiselle riittävän suuria, mutta suojan alla työskentely on kuitenkin suojaamattomaan työmaahan verrattuna ahtaampaa. Tämä aiheuttaa työtä työnjohdolle, jonka on suunniteltava työmaajärjestelyt ja kuljetukset toimivaksi kokonaisuudeksi, nosturien sijoittelusta ja toiminnasta puhumattakaan. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksianto 29.2.2012).



Kolmantena huonona puolena sääsuojan käytössä on ilmanvaihto. Sääsuoja on siis seinät ja katon käsittävä paketti, johon on talon tavoin jätetty seinän ja katon väliin aukko, josta ilma voi vaihtua. Kesällä, auringon lämmittämässä sääsuojassa on kuitenkin lämmin ja ilmanvaihtoa voidaan joutua tehostamaan koneellisesti. (P. Porema henkilökohtainen tiedoksiänto 29.2.2012).

### 3.6 Sääsuojauksen yleisyys Suomessa

Sääsuojan käyttö ei ole Suomessa kovin yleistä. Joitain kohteita on rakennettu koko rakennuksen peittävän suojan alla lähinnä koemielessä tai pientalotyömailla. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Sääsuojasta käytetään yleensä korjausrakentamisen yhteydessä. Sääsuojauksen käyttö on yleistä julkisivusaneerauksen yhteydessä ja vesikattokorjauksissa. Tällöin rakennuksessa yleensä asutaan korjauksen aikana ja on tärkeää, ettei rakennukseen tule korjauksen aikana kosteusvaurioita. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Yleisempänä sääsuojauksikäytäntönä on kuitenkin suojata jokin rakennuskohde pressujen avulla. Myös rakennusmateriaaleja varten tehdyt pienet sääsuojat ovat melko yleisiä. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

### 3.7 Sääsuojauksen yleisyys ulkomailla

Sääsuojasta käytetään ulkomailla ainakin Ruotsissa. Sääsuoja rakennetaan kerrostalon ympärille niin, että se kattaa ison osan myös rakennustyömaasta. Näin rakennusmateriaalien varastointi tapahtuu myös sääsuojassa. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Ruotsissa käytettyjen sääsuojien yhteydessä nostaminen tapahtuu kahdella siltanosturilla. Kahden siltanosturin käyttö verrattuna torninosturiin on ruotsalaisen rakennusurakoitsija JM-Byggin laskelmien mukaan niin paljon edullisempää, että sillä saadaan kustannettua puolet sääsuojan aiheuttamista kustannuk-

sista. Tavarantoimituksetkin voidaan tehdä suoraan sääsuojan sisään ajamalla rekka sääsuojan päädyistä sääsuojan alle. Näin myös toimitusten purku hoituu sääsuojan alla. Kuvassa 12 on esitetty eräänlaisen siltanosturisolun sijointi sääsuojassa. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).



Kuva 12. Eräänlainen siltanosturisolun sijointi sääsuojan alla (Hallbyggarna-Jonsereds, 2012).

### 3.8 Työmaajärjestelyt

Sääsuojan käyttö aiheuttaa työmaalle erityisvaatimuksia rajallisen kokonsa vuoksi. Kaikki työmaatoiminnot voidaan kuitenkin järjestää normaalisti, mutta työmaan saanti toimivaksi kokonaisuudeksi vaatii kuitenkin huolellista suunnittelua.

Työmaan toiminnasta tehdään työmaasuunnitelma, jossa esitetään työmaan pysäköinti-, varastointi-, lastaus- ja purkualueet, kulkuväylät, rakentamisalue, nosturin ja muiden laitteiden sijoituspaikka, jätehuollon ja kaivuumassojen sijoittaminen, valaistuksen ja sähköistyksen sijainti, sosiaali- ja työmaakoppien si-

jainti sekä paloturvallisuus ja ensiaputarvikkeiston sijainti. Työmaasuunnitelman teko on aikaa vievää, mutta sääsuojan käytön tuoma ahtaus vaikeuttaa suunnitelman tekemistä ennestään. Vaikkakaan kaikkia työmaan toimintoja ei sääsuojan alle tarvitsekaan saada. (Työsuojelu 2012).

Sääsuojan alla tavallisen torninosturin käyttö on miltei mahdotonta rajallisen korkeutensa tähden. Edellisessä luvussa tosin kerrottiin ruotsalaisten ratkaiseen ongelman sijoittamalla sääsuojan alle kaksi siltanosturia. Tämän todettiin tuovan merkittäviä kustannussäästöjä torninosturiin verrattuna. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Kuljetusten järjestely työmaalla hankaloituu, sillä ajoneuvojen tulee voida ajaa sääsuojan sisään purkamaan kuorma. Sijoittamalla sääsuoja siten, että rakennus on sääsuojan reunassa, jäisi rakennuksen eteen tila, jossa autot voitaisiin tyhjentää. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

### 3.9 Lupamenettely

Turun kaupungin rakennustarkastusinsinööri Tom Matssonin mukaan sääsuojalle ei tarvitse hakea rakennus- tai toimenpidelupaa. Sääsuojan käyttö on urakoitsijan ja rakennuttajan välinen asia. Rakennuslupaa hakiessa tosin kannattaa mainita, jos on aikeissa käyttää sääsuojausta. (T. Matsson, henkilökohtainen tiedoksianto 14.8.2012).

### 3.10 Rakennusliikkeiden kanta

NCC:n työpäällikkönä toimivan Jari Granqvistin kanta sääsuojauksen käyttöön on selkeästi kielteinen sen aiheuttamien kustannusten vuoksi. Hän myös epäili siltanosturin avulla saatavia kustannussäästöjä verrattuna torninosturiin. (J. Granqvist, henkilökohtainen tiedoksianto 14.8.2012).

Hän on ehdottomasti sitä mieltä, että sääsuojauksen käyttö rakentamisessa tulisi parantamaan rakentamisen laatua. Hän myös uskoo, että sääsuojauksen

käyttö on tulevaisuutta rakennusalalla. Haastateltavan mukaan sääsuojan käyttö yleistyy vasta, kun rakennuttajat alkavat velvoittaa sääsuojan käyttöä. Kilpailutilanteessa ilman rakennuttajan velvoitusta tarjottu sääsuoja johtaisi urakkahinnan kasvamiseen ja edelleen tarjouksen hylkäämiseen. (J. Granqvist, henkilökohtainen tiedoksianto 14.8.2012).

### 3.11 Esimerkitapauksia, joissa sääsuojauksesta olisi ollut hyötyä

Seuraavat esimerkit ovat anonymien urakoitsijoiden edustajien kertomia ja ovat tapahtuneet erilaisilla työmailla. Tarinat on muotoiltu niin, ettei niistä voida tunnistaa kertojaa tai rakennuskohdetta.

Eräässä korjausrakentamishankkeessa vaihdettiin kiinteistön muun saneerauksen yhteydessä myös korkean aulatilán katto. Katto avattiin, eikä sääsuojaukselle työnjohdon mielestä ollut tarvetta. Avoimesta katosta satoi vettä rakennukseen niin, että rakennuksen kerrokset lainehtivat vedestä. Lopulta vesi päätyi pintavalun ja kantavan laatan väliin korkaten pintavalun irti kantavasta laatasta. Tämä johti siihen, että pitkällä olevan saneerausurakan pintavalut jouduttiin rouhimaan pois. Tältäkin tapaukselta olisi välttytty, jos katto olisi avattu sääsuojan alla.

Eräässä uudiskohteessa oli asetettu sakkosanktio kohteen myöhästymisestä. Kohteen aikataulu oli kireä, mikä aiheutti huolimattomaan työn laatuun. Kohde saavutti usean kohteen tavoin harjakorkeutensa talvella. Ontelolaattayläpohjan päällä oli 20 cm lunta, kun kattotuolit asennettiin katolle. Ylimääräisiin työvaiheisiin ei ollut varaa. Katto rakennettiin umpeen ja lumen päälle asennettiin puhallusvillaeriste. Kiireen keskellä ajateltiin, että lumi varmasti sulaa villan alta ennen pitkää. Varmasti sulaakin, mutta mihin menevät ne vesilitrat, jotka lumen sulamisesta syntyvät? Puutteellisia ratkaisuja tehtiin myös muualla turvautuen ajatukseen, että takuukorjausten yhteydessä viat on halvempaa korjata. Korjausten saralla luotettiin myös siihen, etteivät tulevat asukkaat huomaa kaikkia korjauskohtia. Uskomatonta, että rakentamisessa on tällainen kulttuuri edelleen. Näiltäkin ongelmilta olisi säästyty sääsuojan avulla.

Eräässä uudiskohteessa oli kattorakenteen teko jäänyt työpäivän jälkeen kesken. Kattorakenteeseen oli kuitenkin asennettu jo puhallusvillat. Seuraavana yönä satoi vettä ja puhallusvillat kastuivat katossa. Työnjohto teki ratkaisunsa, että märät puhallusvillat jätettäisiin paikoilleen ilman kuivaustoimenpiteitä ja katto rakennettaisiin umpeen. Sääsuojaus olisi poistanut tämänkin vahingon.

Eräässä uudiskohteessa oli työmaalle pyydetty kosteusmittaus, jossa betonin pinnoitettavuus mitattiin porareikämittauksin. Mittaukset osoittivat betonin olevan vielä päällystyskelvotonta, mutta tiukan aikataulun vuoksi betonin pinnoitus aloitettiin pian mittauksen jälkeen. Sääsuoja olisi nopeuttanut laatan kuivumista.

## 4 BETONIRAKENTEINEN PAIKALLA VALETTU KERROSTALO

Paikalla valetulla kerrostalolla tarkoitetaan sellaista kerrostaloa, jonka anturat, lattiat sekä rakennuksen runko on valettu paikan päällä. (Betoniyhdistys 2009, s. 191).

### 4.1 Tausta

Sementin valmistus Suomessa alkoi jo vuonna 1869, mutta pienen kysynnän vuoksi sen valmistus lopetettiin vuonna 1894. Nykyisen sementin valmistus aloitettiin 1914. Siitä alkoi betonirakentamisen tekninen kehittäminen ja vuonna 1990 kehitettiin korkealujuusbetonit. (Betoniyhdistys 2009, s. 22 – 24).

Betonin käytön yleistymisen jälkeen Helsinkiin nousi nopeasti muun muassa rautatieasema, eduskuntatalo, Stockmann ja taidehalli. Pian betonirakentaminen saavutti arvostuksen ja sitä alettiin käyttää kaikilla rakentamisen osaluilla. Betonia käytettiin aina taloista vesitorneihin ja viemäriputkiin saakka. (Elementtisuunnittelu, 2012).

### 4.2 Rakentaminen

Paikallavalurakentaminen on tässä työssä käsiteltävistä kerrostalomuodoista vaativin ja hitain. Paikallavaletun betonikerrostalon rungon rakentaminen koostuu samoista työvaiheista, jotka toistuvat jokaisen rakennusosan kohdalla. Rakentaminen aloitetaan samoin, kuin kaikissa kerrostalomuodoissa maanrakennustöillä sekä perustuksien tekemisellä. Varsinaisen rungon tekemisessä toistuvat vuorotellen seuraavat vaiheet: ensin rakennusosa muotitetaan ja muotit öljytään, sen jälkeen rakennusosa raudoitetaan, rakennetaan muottien tukirakenteet, betoni valetaan muottiin ja tiivistetään. Betonoinnin jälkeen betonia jälkihoitetaan eli sen pintaan ruiskutetaan jälkihoitoainetta tai sitä kastellaan niin

kauan, kunnes betoni on kovettunut 80 prosenttiin tavoitelujuudesta. Muotit voidaan purkaa, kun rakenteen betoni on kovettunut 60 prosenttiin tavoitelujuudesta. Jälkihoidon päätyttyä rakenne alkaa kuivua, mikäli se ei altistu vesisateelle. Sitten samat vaiheet toistetaan seuraavan rakenneosan kanssa. Kuvassa 13 on paikallavaletutyömaa. (Betoniyhdistys s. 211 – 332).



Kuva 13. Paikallavaletun rakennuksen työmaa (Ramirent, 2012).

Edellisessä kappaleessa mainittuja työvaiheita toistetaan niin kauan, kunnes rakennus on harjakorkeudessa. Tämän jälkeen rakennukseen tehdään kattorakenteet ja julkisivut pinnoitetaan. Rakennuksessa olevaa Ivisa -tekniikkaa tehdään rakennuksen rungon kanssa samaan aikaan. (Betoniyhdistys s. 211 – 332).

### 4.3 Aikatauluvaikutukset

Sääsuojan suurimmat vaikutukset paikalla valetun kerrostalon rakentamiseen liittyvät aikataulun lyhenemiseen. Paikalla valetun kerrostalon rakentamisen kestoon vaikuttavat merkittävästi ilmasto-olosuhteiden muutokset.

Betonointi aloitetaan muottien kasauksella ja pystytyksellä. Muotitus aloitetaan puhdistamalla muotitettava alue lumesta, roskasta ja työvälineistä. Tämän jälkeen muotit kootaan ja tuetaan rakennesuunnittelijan esittämällä tavalla. Työvaihe ei ole pitkä tai vaikea, mutta sääsuojan voidaan olettaa lyhentävän, tai ainakin helpottavan muotittamista. Sää suoja eliminoi muotituspisteestä säävaihtelut. Näin sade, lumi, jää ja tuuli eivät vaikeuta omalta osaltaan työtä. Sääsuojan vaikutusta tähän työvaiheeseen ei voida pitää kovin merkittävänä. (Betoniyhdistys 2009, s. 211 - 242).

Seuraavana työvaiheena on raudoitus. Raudat asetetaan muottiin rakennesuunnittelijan esittämällä tavalla. Raudoitusta pidetään hankalana ja raskaana työvaiheena, koska työasennot ovat hankalia ja raudat melko painavia. Tämä työvaihe on kestoaltaan merkittävä työvaihe betonoinnissa. Ennen raudoituksen asennusta tulee muotit puhdistaa lumesta ja jäästä, jotta voidaan taata raudoituksen oikea sijainti sekä betonin koostumuksen säilyminen oikean laisena. Raudoitteet tulee myös puhdistaa ennen asennusta kaikista tartuntaa huonontavista aineista, kuten irtonaisesta ruosteesta ja liasta sekä jäästä. Sääsuojan alla työskenneltäessä edellä mainitut ongelmat poistuvat, ainakin osin. Sääsuojan merkitystä tähän työvaiheeseen ei voida pitää merkittävänä, mutta muotin sekä raudoitteiden puhdistus helpottuu merkittävästi säätekijöiden poistuttua. (Betoniyhdistys 2009, s. 243 - 290).

Sääsuojan ansiosta työmaa ei ole säälle yhtä alttiina kuin ”avotyömaa”. Tämän ansiosta muotit eivät ole lumen ja jään vallassa valupäivän aamuna. Vaikka sääsuojaa ei käytettäisikään, tulee muotit suojata pressuilla. Usein huonon kiinnityksen vuoksi pressullakin suojatut muotit ovat valupäivän alkaessa lumiset ja jäiset. Muotteja joudutaan puhdistamaan lumesta ja jäätä joudutaan sulattamaan muoteista ja raudoitteista. Pahimmassa tapauksessa tämä viivästyttää



valun alkamista, tai ainakin aiheuttaa suunnittelematonta lisätyötä. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

Tämän jälkeen betonimassa valetaan muottiin ja tiivistetään. Varsinainen valutyö sujuu yhtä nopeasti sääolosuhteista huolimatta, joten varsinaisen valutyön kestoon sääsuojalla ei voida vaikuttaa. (Betoniyhdistys 2009, s. 317 – 330).

Valun jälkeen työvaiheissa seuraavana on jälkihoito. Sen tarkoituksena on aikaansaada sellaiset olosuhteet, joissa rakenne kovettuu moitteetta ja saavuttaa sille suunnitellut ominaisuudet sekä loppulujuuden. Jälkihoito pitää sisällään rakenteen suojaamisen, betonissa olevan veden haihtumisen estäminen ja oikeasta kovettumislämpötilasta huolehtimisen. Suojaamisella varmistetaan sääolosuhteiden, kuten sateen, tuulen, auringonpaisteen, virtaavan veden ja kylmän, aiheuttamien haittojen minimointi. (Betoniyhdistys 2009, s. 331 – 332).

Vaihtelevat sääolot nopeuttavat veden haihtumista betonista, joka puolestaan lisää betonin kuivumiskutistumaa. Oikeanlainen lämpötila, sekä lämpötilan hallinta takaavat betonille mahdollisimman nopean kovettumisen. Sääsuojan alla olosuhteiden ja lämpötilan hallinta on helpompaa, joten valettu rakenne kovettuu nopeammin lujuteen, jossa jälkihoito voidaan lopettaa ja muotit purkaa. Sääsuojan vaikutuksia tähän työvaiheeseen voidaan pitää jo jokseenkin merkittävinä. (Betoniyhdistys 2009, s. 92 – 96, 369 - 371).

Talven tuomaa lisätyövaikutusta käsitellään yleisesti kappaleessa 3.4.1 talven tuomat lisätyöt.

Kun betoni on saavuttanut lujouden, jossa jälkihoito voidaan lopettaa, se alkaa kuivua. Betonin altistuminen sateelle kastelee betonia ja hidastaa kuivumisprosessia. Säänvaikutukselle alttiiden betonirakenteiden kuivuminen voi pidentyä jopa kymmenillä viikoilla verrattuna suojattuna oleviin rakenteisiin. Rakenteiden kastumisen vaikutusta rakenteiden kuivumiseen on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3.4.2 Kastuminen. (Betoniyhdistys 2009, s. 332; Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

#### 4.4 Laatuvaikutukset

Sääsuojalla on vaikutuksia laatuun lähinnä muotin onnistumisen saralla. Muotin onnistuminen vaikuttaa laatuun pitämällä mitta- ja sijaintipoikkeamat sallituissa rajoissa. Mahdollisimman pieniä poikkeamia sijainnissa ja mitoissa voidaan pitää parempana laatuina. Tätä ei ole koettu merkittäväksi ongelmaksi. (Betoniyhdistys 2009, s. 206 - 208).

Toleransseilla on raudoituksenkin laatuun vaikutus. Lumettoman ja jäättömän muotin kanssa on todennäköisempää, että raudoitus on oikealla paikallaan, suojaetäisyydet ovat suunnitelmien mukaiset ja rakenne toimii teknisesti niin kuin on suunniteltu. (Betoniyhdistys 2009, s. 206 - 208).

Ruosteeton ja jäätön rauta saavuttaa myös paremman tartunnan betoniin, joka omalta osaltaan takaa rakenteen suunnitellun mukaista toimintaa. (Betoniyhdistys 2009, s. 243 - 290).

Laatutekijäksi voidaan luokitella se, että sääsuojan alla olevat muotit ovat varmasti lumettomia ja jäättömiä valun alkaessa. Tällöin betonin koostumus säilyy suunnitelmien mukaisena ja tasalaatuisena. Näin rakenteeseen ei tule laatu-poikkeamia tai heikentymiä. Betonin koostumuksen tasalaatuisuudella on rakenteelle merkittäviä laadullisia vaikutuksia. (Betoniyhdistys 2009, s. 121 - 124).

Kastumisella ensimmäisen viikon aikana betonivalun jälkeen ei ole vaikutusta betonin kuivumiseen, sillä betonin huokosrakenne on veden kyllästävä eikä näin pysty imemään suuria määriä vettä. Betonin kosteana pysyminen alkuvaiheessa on tärkeää myös betonin halkeamisen välttämiseksi. Tämän jälkeen kastumista tulisi välttää, jotta rakenne alkaa kuivua ja saavuttaa pinnoitettavuuskosteuden nopeammin. (Rakennustyömaan olosuhdehallinta, 2003).

Muita sääsuojan tuomia positiivisia laatuvaikutuksia on käsitelty elementtirakenteiden yhteydessä, kappaleessa 5.4 laatuvaikutukset.

#### 4.5 Työturvallisuusvaikutukset

Talvi ja vaihtelevat sääolot vaikuttavat myös työturvallisuuteen. Liukastumis- ja putoamisvaara liukkailla holveilla on merkittävä. Sade ja huono valaistus puolestaan vaikeuttaa asioiden huomioimista ja havaitsemista ja näin saattaa aiheuttaa vaaratilanteita.

Muotit tuetaan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan. Tuennan tulee olla riittävä, jotta muotti kestää betonoinnista aiheutuvan valupaineen. Lumi ja jää vaikeuttavat sekä tuennan tekemistä, että tuennan vakavuutta. Jään päälle asennettu muottituki ei ole niin varma ratkaisu, kun puhtaalla betonilla tai maassa oleva tuki. Talvi aiheuttaa omalta osaltaan myös työturvallisuusriskejä muotitukseen. (Betoniyhdistys 2009, s. 191 - 242).

Raudoitusta pidetään melko vaarallisena työvaiheena betonoinnissa. Raudoituksesta pilkistävät tartuntatangot, telineiden ja muottien ylikuormitus, esiinpiستävät sidelangat, sitominen, liian raskaiden taakkojen kantaminen, nostot, putoaminen ja liukastuminen ovat suuria työturvallisuusriskejä. Raudoittajista yli puolet pitää myös ongelmallisena kylmyyttä, kosteutta, vetoa ja haitallista valaistusta. (Betoniyhdistys 2009, s. 243 - 290).

Sääsuojalla on merkittävä vaikutus myös työturvallisuusongelmien, tai ainakin osan niistä, ratkaisuun. Sääsuojan alla kun ei ole lunta eikä jäätä, poistuvat veto, liika kosteus ja liukastumisvaara. Suojan alla on myös helpompi hallita valaistusta sekä lämmitystä. Valaistuksen hallintaa helpottaa valaistavan alueen rajautumisen sääsuojan seiniin ja kattoon, sekä valon heijastuminen pinnoista. Lämmityskin on helpompi hallita, kun tuuli ei puhalla pois esimerkiksi rakennuspuhaltimella tuotettua lämpöä. (Betoniyhdistys 2009, s. 243 - 290).

Betonin kuivumisen odottaminen perustuu betonin pinnoitettavuuteen. Rakentamista voidaan jatkaa tänä aikana normaalisti, koska betonin kuivuessa betoni on jo kovettunut. Tästä johtuen kuivumisella työturvallisuudella ei ole tässä yhteydessä mitään tekemistä toistensa kanssa.

#### 4.6 Kustannusvaikutukset

Sääsuojan käyttämisestä aiheutuu kustannuksia sääsuojan vuokraamisen muodossa. Sääsuojauksen antamien hyötyjen kustannusvaikutukset perustuvat edellisissä kappaleissa todettujen asioiden perusteella aikataulunlyhenemiseen ja talvityövaiheiden pois jäämiseen. Edellä todettiin, että betonin kuivuminen hyvissä olosuhteissa voi kestää 15 viikkoa ja todella huonoissa 60 viikkoa. Vaikka sääsuojan ansiosta aikataulu nopeutuisikin esimerkiksi vain 20 viikkoa, tarkoittaa sekin rakennusajan lyhenemistä melkein puolella vuodella. Olettaen toki, että urakoitsijalla on käytössään riittävät työntekijäresurssit työn nopeampaan suorittamiseen. Voidaan siis todeta, että sääsuojauksen aiheuttamat kustannussäästöt aikataulun lyhenemisen muodossa, maksavat takaisin osan sääsuojauksesta aiheutuvat ylimääräiset kustannukset. Tarkkaa summaa tästä on vaikea arvioida.

## 5 BETONIELEMENTTIRAKENTEINEN KERROSTALO

### 5.1 Tausta

Maailmalla aloitettiin elementtitekniikan tutkiminen jo ennen toista maailmansotaa. Suomeen elementtitekniikka rantautui 1940 – 1950 luvulla ja ensimmäiset julkisivuelementit on kiinnitetty Helsingissä sijaitsevaan Viljo Revellin suunnittelemaan Palace –taloon. (Elementtisuunnittelu, 2012).

Betonielementtirakentaminen oli suurimmillaan 1960 – 1970 luvulla teollistumisen aikaan, kun ihmisiä muutti maalta kaupunkiin. Elementtirakentaminen oli vastaus, kun asuntoja piti saada nopeasti ja edullisesti varustetasoltaan hyviä asuntoja. Kuvassa 14 on betonielementtirakenteinen kerrostalo. (Elementtisuunnittelu, 2012).



Kuva 14. Betonielementtikerrostalo (Vastavalo, 2012).

Vuosina 1968 – 1970 kehitettiin asuinrakentamisen BES –järjestelmä, joka perustui kantaviin pääty- ja väliseiniin, ei-kantaviin sandwich ulkoseiniin ja laatta-

välipohjiin. BES –järjestelmä mahdollisti lähes rajattomat muuntelumahdollisuudet huoneistojen pohjaratkaisuissa, mutta niitä ei kuitenkaan juurikaan tuona aikana hyödynnetty. Ilman BES –järjestelmän tuomaa detajjikan standardointia, ei teollistumisen aikainen massarakentaminen olisi ollut mahdollista. (Elementtisuunnittelu, 2012).

1980 –luvulla tehtiin pilari-palkkijärjestelmään perustuva Runko – BES –järjestelmä. Se toi helpotusta kasvaville toimitilarakentamisen markkinoille. (Elementtisuunnittelu, 2012).

Teollistumisen ajan nopeat aikataulut ja paine tuottaa asuntoja aiheuttivat sen, ettei talojen arkkitehtuuriin kiinnitetty huomiota vaan talot jäivät laatikkomaisiksi. Tietämys betonirakentamisesta ei tuolloin ollut vielä korkealla tasolla, joten raudotteiden ruostumisen, pakkasen vaikutuksen ja betonin lämpökäsittelyn vaikutukset betoniin jäivät huomioimatta. Tämä on aiheuttanut betonijulkisivujen korjaustarvetta 30 – 40 käyttövuoden jälkeen. (Elementtisuunnittelu, 2012).

1990 ja 2000 –luvulla betonin ominaisuudet ja mahdollisuudet rakentamisen monimuotoisuuteen huomattiin. Molemmat BES –runkojärjestelmät ovat edelleen käytössä. Betoni on edelleen johtava materiaali kerrostalorakentamisessa verrattomien palonkesto- ja ääneneristävyysominaisuuksiensa vuoksi. (Elementtisuunnittelu, 2012).

Elementtirakentaminen on suosittua nopeutensa vuoksi. Betonielementtejä voidaan käyttää kaikissa rakennuksissa, omakotitalosta kerrostaloon. Suurin volyyymi elementtien käytössä on kuitenkin monikerroksisissa rakennuksissa, kuten asuin- ja toimistorakennuksissa. Vuonna 2008 74 % asuinkerrostaloista ja toimistorakennuksista rakennettiin elementtirunkoisina. (Elementtisuunnittelu, 2012).

## 5.2 Kerrostalorakentamisen järjestelmät

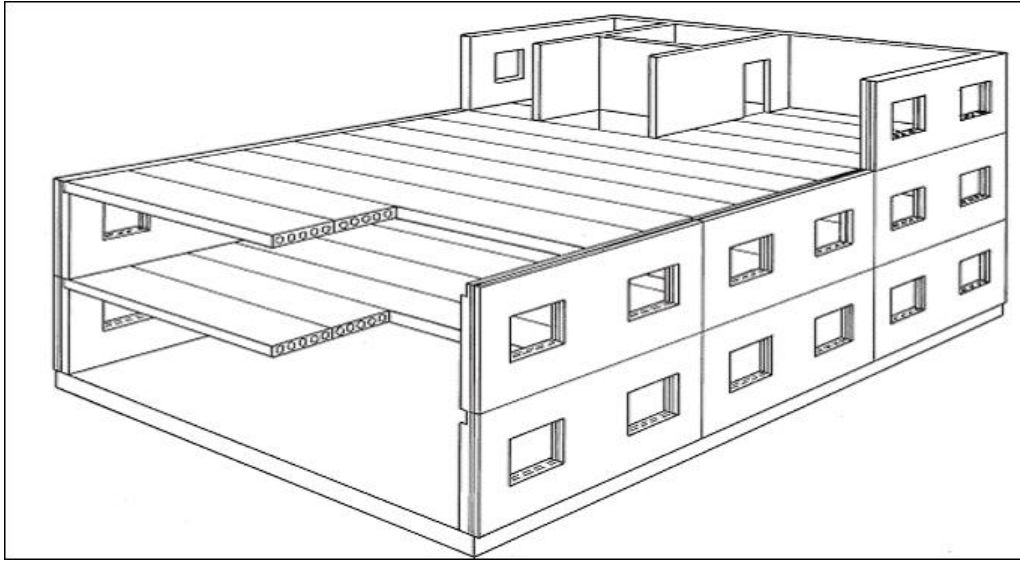
Suomen yleisin betonielementti rakentamisessa käytetty järjestelmä on kantavat väliseinät ja laatat. Järjestelmä on esitelty kuvassa 15. Järjestelmässä kantavat

välipohjalaatat tukeutuvat kantaviin väliseiniin ja kantaviin julkisivuihin. Välipohjajaelementtien suuntaiset julkisivut ovat usein ei-kantavia. Parvekkeet sijoitellaan myös yleensä ei kantavalle julkisivulle. (Elementtisuunnittelu, 2012).



Kuva 15. Kantavat väliseinät ja laatat järjestelmän periaatekuva (Elementtisuunnittelu, 2012).

Kantavat ulkoseinät ja laatat järjestelmä on asuinkerrostaloissa harvinaisempi. Järjestelmä on esitelty kuvassa 16. Sitä käytetään lähinnä liikerakennuksissa, monimuotoisissa asuinrakennuksissa ja pistetaloissa. Järjestelmän harvinaisuus juontaa juurensa kylpyhuoneen toteutuksen ongelmallisuudesta, sillä tavallisesti käytetyn kololaatan käyttö ei ole tällä järjestelmällä mahdollista. Ruotissa sen sijaan järjestelmä on yleinen erilaisen kylpyhuoneen viemäroinnin toteutuksen vuoksi. (Elementtisuunnittelu, 2012).



Kuva 16. Kantavat ulkoseinät ja laatat järjestelmän periaatekuva (Elementtisuunnittelu, 2012).

Yleinen rakennejärjestelmä on pilari-palkki runko. Järjestelmä on esitetty kuvassa 17. Sitä käytetään lähinnä toimisto ja liikerakennuksissa, joissa tilojen muuntelumahdollisuudet ovat tärkeitä. Rakennuksen pystyrunko koostuu betonipila-reista ja vaakarunko yleensä betonisista leukapalkeista ja ontelolaatoista. Rakennus jäykistetään usein vinositeiden sekä porras- ja hissikuilujen avulla. (Elementtisuunnittelu, 2012).



Kuva 17. Pilari-palkki -runkoisen rakennuksen periaatekuva (Elementtisuunnittelu, 2012).



### 5.3 Aikatauluvaikutukset

Sääsuojan käytöstä on aikatauluhyötyä myös nopeammin rakennettavassa betonielementtirakenteisessa kerrostalossa. Kuten paikalla valetussakin betonirakenteisessa kerrostalossa, myös betonielementtirakenteisessa kerrostalossa rakennekosteuden kuivuminen pinnoittamista varten on rakennusvaiheen aikaa vievin osuus. Vaihtelevien sääolosuhteiden vaikutusta rakenteiden kuivumiseen on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3.4.1 talven tuomat lisätyöt ja 3.4.2 Kastuminen.

Rakennekosteuden kuivumista hidastaa betonielementtirakentamisessa julkisivujen osalta se, että elementit tulevat tehtaalta usein valmiiksi eristettyinä ja elementteihin on kiinnitetty usein myös elementin ulkokuori – julkisivu. Betonirakenteen ulkopuolelle kiinnitetyt rakennekerrokset hidastavat betonielementin kuivumista ulospäin. Kuivuminen hidastuu etenkin kun elementin eristeenä käytetään huonosti vesihöyryä läpäiseviä solumuovieristeitä. On siis tärkeää, etteivät betonielementit pääse kastumaan sateessa varastointivaiheessa tai rakennusvaiheessa. Näin saadaan, kuten kappaleessa 3.4.2 todettiin, kuivumisaikaa lyhennettyä verrattuna sääolosuhteille alttiina rakennettua kerrostaloa viikkoja tai jopa kuukausia. (Elementtisuunnittelu, 2012).

### 5.4 Laatuvaikutukset

Sääsuojalla voidaan eliminoida muuttuvia sääolosuhteita ja se tuo mukanaan muita hyötyjä. Sääsuojan käytöllä voidaan saada aikaan monenlaisia laadullisia parannuksia, kuten materiaaliemissioiden pieneneminen kuivumisen nopeutuessa, julkisivuelementtien eristeiden kuivana pysyminen ja asennustyön tarkkuuden paraneminen.

Betoni kestää kosteutta hyvin eikä se vahingoitu kosteuden vaikutuksesta. Toisin on laita pintamateriaalien kanssa. Kun liian kostean betonin päälle asennetaan pintamateriaali, saattaa kosteus huonontaa materiaalien kiinnitystä alustaan tai pahimmillaan pilata koko materiaalin. Liian kostean betonin päälle

asennettu lattia- tai seinälaatoitus saattaa irrota alustastaan, kun kunnollisen tartunnan muodostuminen estyy. Parketti puolestaan alkaa liian kosteuden vaikutuksesta kupruilla tai rakoilla. Toiset materiaalit eivät kestä kosteutta ja ne saattavat alkaa hajota tuottaen materiaaliemissioita, tällaisia ovat esimerkiksi muovimattojen alapinnat ja niiden asennusliimat. Materiaaliemissiot ovat materiaalin hajoamistapahtumassa muodostuvia kaasumaisia yhdisteitä, jotka saattavat herkille aiheuttaa homeoireiden kaltaisia oireita. (Betonyhdistys 2009, s. 437; R. Lautkankare henkilökohtainen tiedoksianto 03/2012).

Elementtien asennus on elementtirakentamisen tärkein työvaihe. Asennuksen onnistuminen määrittää rungon laadun ja vaikuttaa rakennuksen sisäkuoren tiiveyteen. Elementit asennetaan suunnittelijan määrittelemään korkoon ja suunnittelijan määrittelemään kohtaan. Asennustyön tarkkuuden tulee olla asennustoleranssien sisällä. Asennustyötä vaikeuttavat vaihtelevat hankalat sääolosuhteet. (Elementtisuunnittelu, 2012; Betonyhdistys 2009, s. 488-492).

Elementtirakenteisen kerrostalon rakentaminen taivasalla saa aikaan sen, että julkisivuelementin eristeet kastuvat sateella. Kastunut eriste kuivuu huonosti kahden betonikuoren välissä. Kosteat olosuhteet tarjoavat otollisen kasvualustan mikrobeille. Jos rakennuksen sisäkuori ei ole tiivis, julkisivun eristeistä kantautuu mikrobipitoista ilmaa rakennuksen sisään. Mikrobipitoinen ilma voi aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville oireilua ja pahimmillaan estää rakennuksessa oleskelun kokonaan. Perusoletuksena tosin on, että julkisivun eristetilassa ajan- saatossa käynnistyy mikrobikasvu. Kasvun alkamista ei ole syytä aikaistaa luomalla otollisia olosuhteita jo rakennusaikana. (R. Lautkankare henkilökohtainen tiedoksianto 03/2012; Rakennustyömaan olosuhdehallinta 2003).

## 5.5 Työturvallisuusvaikutukset

Elementtirakentamisen vaativin ja samalla myös vaarallisin vaihe on elementtien nostot. Rakennesuunnittelija suunnittelija suunnittelee elementtien nostojärjestyksen, nostokohdat sekä elementtien väliaikaisen ja lopullisen tuennan. Nostot tulee suunnitella huolellisesti ennen nostotyön aloitusta ja elementtien

asennustöistä tehdään kirjallinen suunnitelma, jonka allekirjoittavat päärakennesuunnittelija, nostotyön johtava sekä työmaan vastaava työnjohtaja. Elementtien asennussuunnitelma toimii samalla myös elementtien asennustyön työturvallisuussuunnitelmana. Vähintään viikkoa ennen elementtityön aloitusta pidetään työmaalla asennustyön aloituskokous, jossa käydään läpi asennussuunnitelma, työturvallisuus, vastuunjako yms. asioita. (Elementtisuunnittelu, 2012).

Nostotyössä sääolosuhteiden tulisi olla suotuisat, sade ja tuuli vaikeuttavat asennustyötä ja tekevät nostamisesta vaarallisempaa. Nosturin kuljettajalla ja elementtien asentajalla on oltava kokoajan näköyhteys toisiinsa. Asennuksessa on käytettävä putoamissuojausta tai valjaita. Etenkin talvella elementtien asennus jäisten rakenteiden päällä aiheuttaa vakavia työturvallisuusriskejä, niin putoamiseen, kuin elementin kaatumiseen liittyen. Säasuojan käyttäminen poistaisi tai ainakin vähentäisi edellä mainittuja työturvallisuusongelmia elementtien asennustyössä. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010; Elementtisuunnittelu, 2012).

## 5.6 Kustannusvaikutukset

Säasuojan käyttäminen betonielementtirakenteisen kerrostalon rakentamiseen lisää kustannuksia säasuojan hinnan verran. Kustannuksiin vaikuttaa negatiivisesti nostotyön hidastuminen ahtaiden olosuhteiden vuoksi. Kuitenkin säasuojan aiheuttama kuivumisen nopeutuminen vastaavasti lyhentää aikataulua moninkertaisesti nostotyön aiheuttamaan hidastumiseen verrattuna. Talvityövaiheiden pois jääminen ja kuivumisen nopeutuminen tuo aikataulusäästöjä jopa kymmeniä viikkoja kuten edellisissä kappaleissa on todettu. Tarkkoja säästöjä on vaikea määrittää rahassa, mutta merkittävä rakennusajan lyheneminen voisi kustantaa säasuojan aiheuttaman lisäkustannuksen osittain.

## 6 PUUKERROSTALO

### 6.1 Tausta

Puurakentaminen puhututtaa maassamme tällä hetkellä. Ilmaston lämpeneminen ja ekologisten arvojen suosion nousu ovat saaneet valtiovallan ja rakennusalan toimijat miettimään vaihtoehtoista ratkaisua perinteiselle betonikerrostalolle. Uusiutuvuutensa ja ennen kaikkea kotimaisen puutuotannon vuoksi ajatus puukerrostaloista on noussut esille. Puurakentamista on haluttu kehittää ja tukea myös monessa hallitusohjelmassa. (Puuinfo, 2012).

Puuta perinteisesti on käytetty lähinnä omakoti- ja rivitalorakentamisessa, lähinnä sen helppouden ja nopeuden tähden. Kerrostalorakentamisen saralla puu on aiemmin koettu paloteknisten ominaisuuksiensa vuoksi hankalaksi materiaaliksi, mutta nyt asiat ovat toisin. Vuonna 2011 uudistuneet rakennusmääräykset mahdollistavat jopa kahdeksan kerroksisen kerrostalon rakentamisen puusta. (Puuinfo, 2012).

Puurakentamista puolustaa sen ekologisuus, koska se on uusiutuva luonnonvara. Puurakentamista puolustaa myös puun kotimainen tuotanto ja jalostusteollisuus. Puun sanotaan myös tuovan kaupunkirakenteeseen kaivattua monimuotoisuutta. Materiaalina sitä on myös betonia helpompaa ja nopeampaa työstää ja asentaa. Puuta puolustaa myös materiaalin keveyden tuomat helpotukset nostokaluston suhteen. Puu ei myöskään tarvitse pitkiä kuivumisaikoja tai sopivia valuolosuhteita, kuten betoni. Lyhyesti sanottuna voitaisiin todeta, että puurakentaminen on helppoa, nopeaa ja ekologista. (Stora Enso, 2012).

Vaikka puulla on monta verrattoman hyvää ominaisuutta, varjostaa sitä myös muutamat betonia selkeästi heikommat ominaisuudet. Puurakentamista varjostaa sen heikko kosteuden- ja homeensietokyky, paloherkkyys, värähtelymitoituksen ja pitkäaikaisen painuman määrittämisen vaikeus sekä heikompi ääneneristävyys. (RT 05-10710, R. Lautkankare henkilökohtainen tiedoksianto

03/2012, L. Kuokkanen henkilökohtainen tiedoksianto 04/2012, Opetusmateriaali täydentävät rakennusosat 2012).

Puurakenteet ovat oikeissa kosteus ja lämpöolosuhteissa herkkiä home- ja lahovaurioille. Homevauriot aiheuttavat altistuneille pahimmissa tapauksissa terveyden ja toimintakyvyn menetyksen tai heikkenemisen. Lahovauriot puolestaan heikentävät rakenteiden lujuusteknisiä ominaisuuksia. Oikeilla rakennusmenetelmillä ongelmat voidaan kuitenkin välttää. (RT 05-10710).

Puun paloherkkyys ja edelleen riittävän poistumisajan turvaaminen ovat ajaneet rakentamismääräykset siihen, että puukerrostalot tulee kaikissa tapauksissa sprinklata. Sprinklauksella tarkoitetaan automaattista sammutusjärjestelmää, joka palon havaittuaan laukaisee vesisuihkun palavassa tilassa. Järjestelmät ovat yleensä toiminnaltaan varmoja, mutta riskinä on kuitenkin järjestelmän laukeaminen virheellisesti. (Puuinfo roadshow henkilökohtainen tiedoksianto 01/2012).

Puukerrostalot ovat niin uusi trendi, että montaa toteutunutta kohdetta ei vielä Suomessa ole, hankkeita tosin on suunnitteilla useita. Ulkomailta puukerrostalorakentamista koskevat määräykset ovat olleet Suomen määräyksiä suotuisammat, joten muualla Euroopassa on paljon toteutuneita kohteita. Kuvassa 18 on puukerrostalo Berliinistä. (Stora Enso, 2012).



Kuva 18. Puukerrostalo Berliinissä (Puuinfo, 2012).

## 6.2 Kerrostalorakentamisen järjestelmät

Puukerrostalorakentamisessa on muutamia vallitsevia järjestelmiä, jokaisella puutuottajalla on oma ehdokkaansa markkinoille. (Puuinfo roadshow henkilökohtainen tiedoksianto 01/2012).

Järjestelmän valintaa ohjaa suurelta osin tarvittavat jännemitat ja edelleen kantavien linjojen sijoittelu. Runkojärjestelmä vaikuttaa myös tilojen muotoon auko- tukseen ja suunnitteluun. (Puuinfo, 2012).

Yleisin puurakentamisessa käytetty järjestelmä on kantaviin seiniin perustuva, joko kevyillä rankarakenteilla tai massiivipuisilla levyelementeillä toteutettu järjestelmä. Se soveltuu parhaiten lyhyen jännevälillä asuinrakennuksiin, jossa kantavia seiniä on mahdollista sijoitella noin 4-6 metrin välein. Kantavina linjoina toimivat ulkoseinät ja osa huoneistojen välisistä seinistä. Lyhyet jännevälit sekä levytyksellä tehty jäykistys vaikuttavat huoneistojen muuntojoustavuuteen. Kuvassa 19 on puuelementti. (Puuinfo, 2012).



Kuva 19. Puuelementti (Puuinfo, 2012).

Pilari-palkkijärjestelmässä rakennuksen runko muodostuu pilareista ja palkeista, joiden varaan väli- ja yläpohjat sekä ulkoseinät asennetaan. Järjestelmä on esitelty kuvassa 20. Järjestelmällä saavutetaan muuntojoustava pohjaratkaisu ja isolla aukotuksella varustettu julkisivu. Rakennuksen jäykistys toteutetaan yleensä vinositein jäykkien liitosten avulla. (Puuinfo, 2012).



Kuva 20. Pilari-palkkirunkoinen puukerrostalo (Puuinfo, 2012).

Tilaelementtijärjestelmässä rakennus kootaan tehtaalla valmiiksi tehdyistä tilaelementeistä. Tilaelementti koostuu kantavasta rungosta ja tiloja rajaavista katto, seinä ja lattia pinnoista. Tilaelementteihin voidaan tehtaalla asentaa myös tekniikkaa, ikkunoita tai pintamateriaaleja. Tilaelementti voidaan toteuttaa millä tahansa käytössä olevalla runkojärjestelmällä. Sen enimmäismitat ovat tavallisesti 12x4,2x3,2 metriä. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon kuljetuksen aiheuttamat kokorajoitteet. Tilaelementeistä tehty kerrostalo on esitetty kuvassa 21. (Puuinfo, 2012).





Kuva 21. Tilaelementeistä tehty kerrostalo (Puuinfo, 2012).

### 6.2.1 Stora Enso

Stora Enso tarjoaa kerrostalorakentamiseen CLT-elementtiä, joka on kuvassa 22. CLT tulee sanoista cross laminated timber. Nimensä mukaisesti elementti tehdään ristikkäin liimatuista puulevykerroksista, joita liimataan päällekkäin 3, 5 tai 7. CLT-konseptia markkinoidaan, pientalojen, aluerakennushankkeiden, liikerakennusten, teollisuusrakennusten ja kerrostalojen rakentamiseen. (Stora Enso, 2012).



Kuva 22. CLT-elementin rakenne (Puuinfo, 2012).

CLT-elementit tehdään CLT-levyistä, joihin asennetaan valmiiksi ikkunat, ovet, eristeet ja ulkoverhous. Elementtejä valmistetaan jopa 2,95x16 metrin kokoisina, elementin painon ollessa kuitenkin vain  $5 \text{ kN/m}^3$  eli  $500 \text{ kg/m}^3$ . Elementin koosta voi jo päätellä, että järjestelmällä haetaan suuren yksikkökoon tuomaa asennusnopeutta ja helppoutta. Elementtejä voidaan käyttää seinä-, välipohja- ja yläpohjarakenteisiin. Kuvassa 23 on CLT-elementeillä toteutettu kerrostalo Lontoossa. (Stora Enso, 2012).



Kuva 23. CLT-elementeillä toteutettu kerrostalo Lontoossa (Woodinno, 2012).

### 6.2.2 Finnforest

Finnforest tarjoaa kerrostalojärjestelmäksi Kerto-pilareilla ja -palkeilla tehtyä runkoa ja Kerto-Ripa-elementeillä tehtyjä ala-, väli- ja yläpohjia. Rakennuksen jäykistäminen tapahtuu Kerto-levyllä. Elementtien asentaminen on valmistajan mukaan helppoa ja järjestelmän käyttö tuo kokonaissäästöä aikatauluun. Kuvassa 24 on Finnforestin järjestelmällä toteutettu kerrostalo Viikissä. (Finnforest, 2012).



Kuva 24 Helsingin Viikkiin rakentuva puukerrostalokortteli on Finnwoodin ja Peab Oy:n yhteistyöprojekti (Peab, 2012).

### 6.2.3 Versowood

Versowood tarjoaa puukerrostalorakentamiseen hybridijärjestelmää, jonka runkona on kantavan julkisivun lisäksi pilaripalkkirunko ja välipohjana toimii liima-puupalkeista tehty runko yhdistettynä liimannulatun vanerin ja betonin liitorakenteella tehtyyn varsinaiseen lattiapintaan. Kuvassa 25 on Heinolassa, Vierumäellä sijaitseva Suomen ensimmäinen viisi kerroksinen puukerrostalo on toteutettu Versowoodin kerrostalojärjestelmällä. (VersoWood, 2012).



Kuva 25. Vierumäellä sijaitseva puukerrostalo (Koskisen, 2012).

### 6.3 Aikatauluvaikutukset

Puukerrostalorakentamisen aikatauluvaikutukset ovat muita kerrostalomuotoja vähäisemmät, koska täysin puurakenteisessa kerrostalossa ei ole lainkaan betonivaluja. Hybridirakenteisissa puukerrostaloissa välipohjien päällä on betoni tai jollakin nopeasti kuivuvalla massalla esimerkiksi kipsipumppauksella tehty pintavalu. Puukerrostalossa pintavalubetonivaluja on kuitenkin vähemmän kuin betonirakenteisissa kerrostaloissa. Aikatauluvaikutukset liittyvät lähinnä talvityön tuomiin ylimääräisiin työvaiheisiin, kuten lumenluontiin piha- ja rakennusalueelta. (M. Järvinen henkilökohtainen tiedoksianto 10/2010).

### 6.4 Laatuvaikutukset

Sääsuojalla saavutettavat hyödyt puukerrostalorakentamisessa liittyvät suurimalta osin laatuun. Laadukkaan rakentamisen vuoksi sääsuojasta olisi tärkeää käyttää etenkin puukerrostalon yhteydessä.

Orgaaniset rakennusmateriaalit, kuten puu, kuitu- ja lastulevyt, kankaat ja orgaaniset saumamassat ovat paljon herkempiä laho- ja homevaurioille, kuin epäorgaaniset materiaalit, kuten betoni. Homeet kasvavat tyypillisesti puisissa rakennusosissa, lämmöneristeissä, rakennuslevyjen pinnoilla ja laatoituksen saumoissa. Homekasvustoa esiintyy tyypillisesti rakennekerrosten pinnoilla ja reunoissa ja harvemmin rakennekerroksen keskellä. Kuvassa 26 on homekasvuston vaurioittama puurakenne. (RT 05-10710).



Kuva 26. Homekasvuston vaurioittama puurakenne (Isover 2012).

Lahottajasienet aiheuttavat rakennuksen puurungon lujuuden heikkenemistä tuhoamalla puun rakenteen täysin. Samankaltaisia tuhoja puurakenteille voivat aiheuttaa myös erilaiset tuhohyönteiset. Homeet puolestaan eivät ole vaaraksi rakennuksen kestävyydelle, mutta ovat sitäkin vaarallisempia rakennuksessa oleskelevalle ihmiselle. Homeet aiheuttavat erilaisia ärsytysoireita, esimerkiksi nuhaa, yskää, silmäongelmia, kuumeilua, nivelkipuja, astmaa, ihottumaa, poskiontelo- ja keuhkotulehduksia. Pahimmillaan homesairaudet voivat viedä jopa henkilön työ- tai muun toimintakyvyn. (RT 05-10710).

Homeet ja lahottajasienet tarvitsevat elääkseen sopivan elinympäristön ja olosuhteet. Niiden kasvu voi alkaa, kun suhteellinen kosteus kohoaa 70–75 prosenttiin pysyen siinä jatkuvasti ja lämpötila on välillä +10...55 astetta. Mikrobien kasvu nopeutuu huomattavasti suhteellisen kosteuden noustessa yli 90 prosentin. Lahottajasienet kasvavat kosteuden ollessa yli 90 prosenttia ja lämpötilan ollessa yli +5 astetta, mutta lahon syntyminen pysähtyy kosteuden noustessa 100 prosenttiin tai lämpötilan ylittäessä +30 astetta. Homeen kasvulle otollisimmissa olosuhteet ovat sellaiset, joissa suhteellinen kosteus on yli 90 prosenttia ja lämpötila +20 astetta. Tällaisissa olosuhteissa homekasvua tapahtuu jo muu-

taman päivän aikana niin paljon, että se on jo silmin nähtävää. Alle 0 asteessa homeet eivät kasva. Rakennusosan kuivuttua mikrobit siirtyvät lepotilaan kuitenkin olosuhteiden muuttuessa uudelleen otollisiksi ne jatkavat kasvuaan. Homekasvua voi syntyä myös ilmankosteuden ollessa useita viikkoja otollinen homekasvuston syntymiselle. (RT 05-10710, Rafnet –oppimateriaali, Kosteus).

### 6.5 Työturvallisuusvaikutukset

Sääsuojan käytöllä on puurakenteisenkin kerrostalon rakentamiseen jonkin verran vaikutuksia. Vaikutukset ovat luonteeltaan yleisluontoisia, eivätkä liity nimenomaan puukerrostalon rakentamiseen. Yleisiä sääsuojan poistamia työturvallisuusongelmia käsitellään kappaleessa 3.4.6 työturvallisuus.

### 6.6 Kustannusvaikutukset

Sääsuojan käyttö ei puurakenteisessa kerrostalossa aikaansaa varsinaisia kustannussäästöjä kohdetasolla. Muutamia pieniä positiivisia kustannusvaikutuksia sääsuojalla kuitenkin on, nimittäin talvityövaiheiden poistuminen tuo lisäresursseja rakentamiseen sekä työvaiheet saattavat nopeutua muuttuvien sääolosuhteiden eliminoinnin myötä.

## 7 YHTEENVETO

### 7.1 Paikallavalettu betonirakenteinen kerrostalo

Sääsuojaus vaikuttaa kaikista kerrostalomuodoista eniten paikalla valetun kerrostalon rakentamiseen. Sääsuojasta on rakentamiselle hyötyä sekä aikataulu, että kustannusnäkökulmasta, mutta myös työturvallisuutta ja laatua ajatellen.

Rakentamisen aikataulu lyhenee, kun valutyöt nopeutuvat muotituksen helpotuksessa ja kuivumisajat lyhenevät sääolosuhteiden vaihtelutekijöiden poistuessa. Kun kuivumisajat lyhenevät, ehtii betoni kuivua pinnoituskosteuteen ennen rakenteiden pinnoitusta. Talvityövaiheet poistuvat sekä työmaan piha-alueella, että rakennuksella poistuvat.

Kustannusvaikutukset kulkevat käsi kädessä aikatauluvaikutusten kanssa. Kun betoni kuivuu nopeammin, vähenee työmaalla tapahtuva kuivumisen odottelu-aika ja betoni voidaan pinnoittaa nopeammin. Koska työn rytmitys nopeutuu merkittävästi, tarkoittaa se myös suoraan kustannussäästöjä. Myös materiaalihukka vähenee, kun varastoitava tavara ei kastu ja mene käyttökelvottomaksi tai haudaudu lumen alle.

Laatua on puolestaan se, että pintamateriaalit asennetaan riittävän kuivan betonin päälle. Laatat pysyvät pakoillaan, parketti säilyy ulkonäöltään muuttumattomana, eikä muovimaton hajoamistuotteinakaan irtoa kaasumaisia hyvinvoinnille haitallisia yhdisteitä. Laatuun vaikuttaa myös se, että sääsuojan alla työskentely on helpompaa ja paikallavalurakentamiseen kuuluvat ikävät raudoitus-, muotitus- ja valutyöt helpottuvat. Myös jälkihoito onnistuu sääsuojan alla paremmin, joka johtaa betonilattioissa tyypillisten halkeamisongelmien poistumiseen tai ainakin vähenemiseen.

Työturvallisuus parantuu merkittävästi, kun säävaihtelut eliminoidaan. Kun rakennuksen kerrokseen ei sada vettä ja lunta, eivätkä vesi ja lumi pääse jääty-mään holville, liukastumis- ja edelleen putoamisriski vähenevät merkittävästi.

Myöskään työmaa-alueelle hautautuneet tarvikkeet eivät aiheuta kaatumista ja edelleen sairas poissaoloja työmaalle.

## 7.2 Betonielementtirakenteinen kerrostalo

Sääsuojauksesta on myös elementtirakenteiselle kerrostalolle monia hyötyjä. Aikataulu lyhenee ja kustannukset pienenevät sekä laatu ja työturvallisuus paranee myös.

Aikatauluvaikutukset ovat elementtikerrostalossa hieman vähäisemmät kuin paikalla valetussa, koska paikallavalurakentamisen muotitus, raudoitus, valu, tiivistys ja jälkihoitotöitä ei ole. Aikataulun lyheneminen perustuu elementtirakenteisessa kerrostalossa kuivumisaikojen lyhenemiseen ja elementtien asennuksen helpottumiseen.

Kustannukset pienenevät aikataulun sekä asennustyön nopeutuessa. Samalla myös syksyn sateiden vaikutuksesta tuhoutuneiden ja lumen alle hautautuneiden tarvikkeiden määrä vähenee.

Laatuvaikutukset ovat lähes samanlaisia kuin paikallavalurakentamisessa. Kun pintamateriaaleja ei asenneta liian kostean betonin päälle, ei synny materiaaliemissioita, materiaalin irtoamista alustastaan, materiaalin pilaantumista tai värjäytymistä. Myös elementtien asennustoleranssien pieneminen voidaan laskea laadun parantumiseksi.

Työturvallisuus paranee elementtirakentamisessa merkittävästi. Nostotyöt ovat työmaan vaativin ja samalla myös vaarallisin työvaihe. Nostotöissä tulee olla riittävän hyvä ilma, jotta nosturinkuljettaja ja ohjeiden näyttäjä pystyvät kommunikoidaan keskenään merkkikielellä. Myös tuulen tulee olla riittävän heikko, jotta nostotaakat eivät huoju nostossa. Edellä mainitut olosuhteet vaikuttavat myös asennustyöhön tarkkuutena, mutta myös turvallisuutena. Asennustyö jäisellä holvilla on vaarallista, koska asennushenkilöt voivat liukastua holvilla. Asennuksen vaarallisuutta lisää myös mahdolliset jääpaakut asennuskohdassa, jotka voivat pahimmillaan aiheuttaa elementtien kaatumisen. Työturvallisuusvai-



kutukset ovat todella merkittäviä vaarallisessa elementtirakentamisessa, jossa taakat ovat painavia.

### 7.3 Puurakenteinen kerrostalo

Puukerrostalonrakentamisessa sääsuojan käyttö tuo huomattavia etuja etenkin laatu- ja turvallisuusnäkökulmaa ajatellen. Puu on orgaaninen materiaali, joka vaurioituu helposti kosteudesta. Kosteus ja oikea lämpötila luovat hyvät olosuhteet homeen ja lahon kehittymiselle. Näiden otollisten olosuhteiden jatkuessa pidempään, voi lahon ja homeen kehitys alkaa. Lahottajat tekevät puuhun rakenteellisia vaurioita tuhoten puun lujuuden lopulta täysin. Homeet puolestaan eivät ole vaarallisia rakennuksen lujuudelle tai kestävyydelle vaan ne aiheuttavat rakennuksessa oleskelevalle pidemmän altistuksen jälkeen oireilua ja pahimmillaan jopa toimintakyvyn menetyksen. Kaikki ihmiset tosin eivät oireile homealtistuksesta. Kumpikaan näistä vaurioista ei tosi ole todennäköinen lyhyen kastumisen puitteissa. Sääsuojauksella voitaisiin poistaa rakentamisen aikaiset riskit homeen ja lahon muodostumiselle. Tätä voidaan pitää jo merkittävänä laatua parantavana seikkana.

Sääsuojauksella voidaan saada aikaan parannuksia myös työturvallisuusnäkökulmasta. Sen avulla puurakenteiden nostotyöt ja asennus helpottuisivat. Samalla poistuisi myös liukastumis- ja edelleen liukastumisen aiheuttama putoamisriski kerrostasoilla.

Kustannuksiin ja aikatauluun sääsuojan käyttö ei puukerrostalon rakentamisessa kovinkaan paljon vaikuta. Sääsuoja ei merkittävästi nopeuta työtä, lukuun ottamatta talven tuoman lumi- ja jäätöiden poistumista. Rakennusmateriaalihävikki myös pienenee sääsuojan alla työskenneltäessä. Koska aikatauluvaikutuksia ei sääsuojauksella saada aikaan, ei saavuteta myöskään kustannussäästöjä.

## 7.4 Johtopäätökset

Sääsuojalla pystytään nimensä mukaisesti eliminoimaan rakennustyömaahan vaikuttavia sääolosuhteina sekä helpottamaan talviaikana tarvittavaa lämmitystä ja valaistusta. Suurin hyöty sääsuojan käytöstä saavutetaan, kun rakennuksen runko rakennetaan syksy- tai talviaikana. Koska sääsuojan vuokraaminen on kallista, taloudellisesti edullisinta olisi rakentaa rakennuksen runko nopeasti valmiiksi ja asentaa julkisivu- ja kattoverhous. Sen jälkeen rakennus on ulkopuolisilta osiltaan valmis ja rakennuksen vaippa kestää säärasitusta valmiin rakennuksen tavoin. Sen jälkeen sääsuoja voidaan purkaa ja sääsuojan vuokrausaika jää mahdollisimman lyhyeksi. Kun runko rakennetaan syksy- ja talviaikana, saadaan sääsuoja poistettua keväällä tai kesällä. Näin sisätilojen pinnoitustyöt, joita pienen ilmankosteuden vuoksi on suositeltavaa välttää talvella, jäävät kesään.

Sääsuojauksen käytön lisääntyminen tuskin lähtee liikkeelle rakennusliikkeiden suunnalta rakennusalalla olevan kovan kilpailuasetelman johdosta, jossa halvin tarjous voittaa. Tilauserusteisissa rakennushankkeissa sääsuojauksen yleistymiseen johtaisi todennäköisesti vain rakennuttajan vaatimus sääsuojan käytöstä. Asuntorakentamisessa sääsuojan laatubrändäys saattaisi johtaa jopa sääsuojauksen yleiseen käyttöön.

Suurin osa maamme kerrostaloista on kuitenkin yritysten omaan liiketoimintaa eli niin sanottua ”gryndäämistä”. Tällöin ei kukaan hylkää urakoitsijan sääsuojan verran kalliimpaa tarjousta, vaan sääsuojan hinnan voisi lisätä suoraan asuntojen hintoihin. Luultavasti myös maamme merkittävät kerrostalojen rakennuttajat kiinnostuisivat ajatuksesta, että kerrostalokiinteistöjemme kosteusteknisestä ongelmattomuudesta. Työmaasta vastuussa olevat henkilöt ovat kuitenkin myös taloudellisessa vastuussa työmaansa onnistumisesta, mikä ajaa työmaat siihen, ettei ylimääräisiä investointeja tehdä. Tällä investoinnilla tosin pystyttäisiin välttämään monet laadulliset ongelmat, minkä ansiosta rakenteellisten vaurioiden takuukorjaukset vähentyisivät.

Luvussa 3 käsittelin sääsuojauksen hintaa. Hinta 30x30x30 metriä kokoiselle sääsuojalle oli noin 130 000 euroa puolelta vuodelta sisältäen kasauksen ja purun. Tämä toki on iso määrä rahaa, mutta näin suuren sääsuojan alle mahtuisi jo kahdeksankerroksinen kerrostalo. Tietysti myös saatavilla oleva siltanosturikalusto vaikuttaa siihen, voiko suojan alla rakentaa niin korkeaa taloa. Kahdeksankerroksiseen taloon voidaan tehdä useampia asuntoja, koska kerroksia on enemmän. Jos rakennuksen alin kerros olisi varattu vain varasto- ja muita yhteistiloja varten, jäisi käytettäväksi edelleen seitsemän asuinkerrosta. Seitsemän asuinkerrosta kerrottuna neljällä asunnolla tekee yhteensä 28 asuntoa. Vaikka ylimmän kerroksen jättäisi rakentamatta, olisi talossa silti 24 asuntoa. Jos kustannus 130 000 euroa jaetaan edes 20 asunnon kesken, saadaan 6 500 euroa asuntoa kohden, mikä on uuden asunnon hinnassa melko pieni summa. Jos asunnossa olisi neliöitä keskimäärin 50, jäisi sääsuojan ja näin ollen myös paremman laadun hinnaksi hieman yli 100 euroa neliötä kohden. Se on melko pieni raha nykypäivän kuumentuneilla asuntomarkkinoilla, kun uusien asuntojen neliöhinnat vaihtelevat 2 000 ja 10 000 euron välillä. Neliöhinnan nousu reilulla sadalla eurolla ei siis luultavasti olisi asunnon oston esteenä, vaikka sääsuojan aiheuttamat kustannukset lisättäisiin suoraan asuntojen hintoihin.

Sääsuojauksella voitaisiin poistaa todella monia perinteisen rakentamisen ongelmia. Sääsuojauksen kustannusvaikutukseen ei ole suuri verrattuna sillä säästettävien etujen määrään. Vaurioituneiden rakenteiden peittäminen ja liian märälle betonille pinnoittaminen on loppujen lopuksi vain parempien voittojen tavoittelua ihmisten terveyden kustannuksella.

## LÄHTEET

Cartina 2012, viitattu 7.9.2012  
[www.cartinafinland.fi](http://www.cartinafinland.fi)

Elementtisuunnittelu 2012, viitattu 24.6.2012  
[www.elementtisuunnittelu.fi](http://www.elementtisuunnittelu.fi)

Elementtisuunnittelu 2012, viitattu 7.7.2012  
[www.elementtisuunnittelu.fi/.../elementtirakentamisen%20historia.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/.../elementtirakentamisen%20historia.pdf)

Fiste 2012, viitattu 7.9.2012  
[www.fiste.fi](http://www.fiste.fi)

Kas-telineet 2012, viitattu 18.2.2012  
[www.kas-telineet.fi](http://www.kas-telineet.fi)

Hallbyggarna-jonsereds 2012, viitattu 7.9.2012  
[www.hallbyggarna-jonsereds.se](http://www.hallbyggarna-jonsereds.se)

Henkilökohtainen tiedoksianto Jari Granqvist, Ncc Työpäällikkö, puhelinhaastattelu 14.8.2012

Henkilökohtainen tiedoksianto Lassi Kuokkanen, teräsrakenteet luento 04/2012

Henkilökohtainen tiedoksianto Maarit Järvinen, Talvirakentaminen –kurssi, 10/2010

Henkilökohtainen tiedoksianto Pentti Porema, Ramirent, haastattelu, 29.2.2012

Henkilökohtainen tiedoksianto, Puuinfon roadshow kiertueen luennot 01/2012

Henkilökohtainen tiedoksianto Rauli Lautkankare, rakennuskemian luento 03/2012

Henkilökohtainen tiedoksianto Tom Matsson, Turun Kaupungin Rakennustarkastusinsinööri, puhelinhaastattelu, 14.8.2012

Isover 2012, viitattu 21.7.2012  
[www.isover.fi](http://www.isover.fi)

Koskisen 2012, viitattu 9.6.2012  
[www.koskisen.fi](http://www.koskisen.fi)

Lainapeite 2012, viitattu 18.2.2012  
[www.lainapeite.fi](http://www.lainapeite.fi)

Merikallio, Tarja, Rakennustyömaan olosuhdehallinta, Helsingissä: Humittest Oy, 2003

Opetusmateriaali Täydentävät Rakennusosat, Jani Sintonen 2012

Peab 2012, viitattu 9.6.2012  
[www.peab.fi](http://www.peab.fi)

Puuinfo 2012, viitattu 9.6.2012  
[www.puuinfo.fi](http://www.puuinfo.fi)

Rafnet ryhmä, Rafnet oppimateriaali teoriaosio K (kosteus), Luonnosversio 27.9.2004

Ramirent 2012, viitattu 18.2.2012  
[www.telinerami.fi](http://www.telinerami.fi)

Ramirent 2012, viitattu 7.9.2012  
[ramirent.edita.fi](http://ramirent.edita.fi)

Ratu, Rakennustöiden menekit 2010

RT 05-10710

Stora Enso 2012, viitattu 9.6.2012  
[www.storaenso.com](http://www.storaenso.com)

Suomen Betoniyhdistys, Betonitekniikan oppikirja, by 201, Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 2009

Telinekataja 2012, viitattu 18.2.2012  
[www.telinekataja.fi](http://www.telinekataja.fi)

Työsuojelu 2012, viitattu 16.6.2012  
[www.työsuojelu.fi](http://www.työsuojelu.fi)

Vastavalo 2012, viitattu 7.9.2012  
[www.vastavalo.fi](http://www.vastavalo.fi)

Versowood 2012, viitattu 9.6.2012  
[www.versowood.fi](http://www.versowood.fi)

Woodinno 2012, viitattu 9.6.2012  
[www.woodinno.fi](http://www.woodinno.fi)

Ympäristö 2012, viitattu 13.8.2012  
[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)