



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Matti Lohtander

# SÄÄSUOJAN HUOMIOIMINEN ELEMENTTIRAKENTAMISESSA

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

29.3.2021

Tekijä Otsikko	Matti Lohtander Sääsuojan huomioiminen elementtirakentamisessa
Sivumäärä Aika	28 sivua + 3 liitettä 29.3.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	Vastaava työnjohtaja Aleksi Eerola, NCC Suomi Oy Lehtori Tomi Karppinen, Metropolia AMK
<p>Tämän insinöörityön tarkoituksena oli selvittää rakennuksen sääsuojauksen eri perustamisvaihtoehtoja. Tehtävänä oli koota yhteen erilaisten perustamistapojen vaatimuksia sekä rakennustelineiden kustannusvaikutuksia.</p> <p>Esimerkkikohteena toimi NCC:n Ankkurin työmaa, jonka ensimmäiseen rakennukseen sääsuojaus perustettiin erikseen rakennettujen terästukien päälle. Tässä insinöörityössä selvitettiin vaihtoehtoisia sääsuojan perustamisratkaisuja ja niiden käyttökelpoisuutta esimerkkikohteessa. Selvitys tehtiin haastattelemalla neljää sääsuojia toimittavaa yritystä.</p> <p>Insinöörityön tuloksena saatiin vertailutaulukko erilaisten sääsuojien perustamisvaihtoehtojen hyödyistä ja haitoista, sekä millaiseen rakennukseen kyseinen perustamistyyppi soveltuu. Insinöörityön tuloksena saatiin myös Excel-laskelmapohja, jolla voidaan tehdä alustavia laskelmia rakennustelineiden ja sääsuojan kustannusvaikutuksista.</p>	
Avainsanat	Sääsuoja, rakennusteline

Author Title	Matti Lohtander Weather guard consideration in prefabricated construction
Number of Pages Date	28 pages + 3 appendices 29 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Structural Engineering
Instructors	Aleksi Eerola, Responsible Site Manager, NCC Suomi Oy Tomi Karppinen, Lecturer, Metropolia UAS
<p>The aim of this thesis was to examine different solutions for weather guard foundations for buildings. The aim was to collect requirements of different types of foundations and the cost effects of scaffolding.</p> <p>The model site for this thesis was NCC's construction site Ankkuri, which had its first buildings weather guard foundation on separately built steel supports. Alternate foundation types for weather guards, and their usability at the model site, were studied in this thesis. The study was done by interviewing four different companies that provide weather guards for buildings.</p> <p>An outcome of this thesis was a comparison table, that compares the advantages and disadvantages of different foundation types, and to indicate for what kind of building the specific foundation type would be suitable. Another outcome of the thesis outcome was also an Excel-table, that can be used to calculate approximate cost effects from weather guards and scaffolding.</p>	
Keywords	Weather guard, scaffolding

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoite ja rajaus	1
2	Rakennuksen sääsuojaus	3
2.1	Sääsuojan pystyttäminen	4
2.2	Rakennustelineiden päälle tehtävä sääsuoja	5
2.3	Rakennustelineiden käyttö ja purkaminen	7
2.4	Runkoon tuettava sääsuoja	7
3	Tutkimustulokset	8
3.1	Sääsuojan perustaminen	8
3.2	Sääsuojan aiheuttamat tukivoimat ja lisätukirakenteet	11
3.3	Telineiden kustannusvaikutukset	14
3.4	Runkoon kiinnitettävän sääsuojan huomioitavat asiat	15
4	Johtopäätökset	17
5	Pohdinta	25
	Lähteet	28
	Liitteet	
	Liite 1. Haastatellut yritykset ja henkilöt	
	Liite 2. Haastattelukysymykset	
	Liite 3. Laskelmapohja	

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Tämä insinöörityö tehdään NCC Suomi Oy:n tilauksesta. NCC Suomi Oy on osa ruotsalaista NCC AB -konsernia, joka on yksi Pohjoismaiden johtavista rakennusalan yrityksistä. Yrityksellä on toimintaa asuntorakentamisen lisäksi myös toimitilarakentamisessa sekä kiinteistökehityksessä ja infrastruktuurihankkeissa. NCC AB -konsernin liikevaihto oli vuonna 2019 noin 5,5 miljardia euroa ja se työllisti 15 500 henkilöä. [6.]

Insinöörityössä tutkitaan asuntorakennustyömaan sääsuojausvaihtoehtoja, ja selvitetään optimaalisen sääsuojan valintaa rakennuskohteen mukaan. Tarve työlle tuli NCC:n Ankkurin työmaan ensimmäisen rakennuksen sääsuojauksessa esiin tulleiden ylimäärien kustannusten ja suunnittelutöiden vuoksi. Kaksitoistakerroksisen rakennuksen vesikatolle pystytettyyn sääsuojaan jouduttiin tekemään erilliset teräksiset tukirakenteet, jotka aiheuttivat huomattavia lisätöitä ja sitä kautta lisäkustannuksia. Yrityksellä oli sen myötä halu selvittää, mitä eri vaihtoehtoja sääsuojien pystyttämiseksi on, ja miten niitä parhaiten pystyttäisiin hyödyntämään erilaisissa rakennuskohteissa. Haluttiin myös selvittää, olisiko sääsuojan perustamiselle ollut, tässä kyseisessä kohteessa, jokin kustannustehokkaampi tai helpompi vaihtoehto.

Sääsuojauksen käytön lisääntyminen uudisrakennuskohteissa lisäsi myös yrityksen halua selvittää tarkemmin sääsuojausmenetelmiä.

## 1.2 Työn tavoite ja rajaus

Insinöörityön tavoitteena on selvittää sääsuojarakenteiden perustamisvaatimuksia ja löytää keinoja oikean perustamistavan valintaan erilaisissa rakennuskohteissa. Insinöörityötä varten haastateltiin sääsuojia toimittavia yrityksiä ja haastatteluiden avulla haluttiin selvittää tarkemmin, mitä erilaisia tapoja sääsuojan pystyttämiseksi on ja missä tilanteissa erilaisia tapoja voidaan parhaiten hyödyntää. Tavoitteena on myös kartoittaa rakennustelineiden aiheuttamia kustannuksia ja sitä kautta tehdä vertailua siitä, milloin

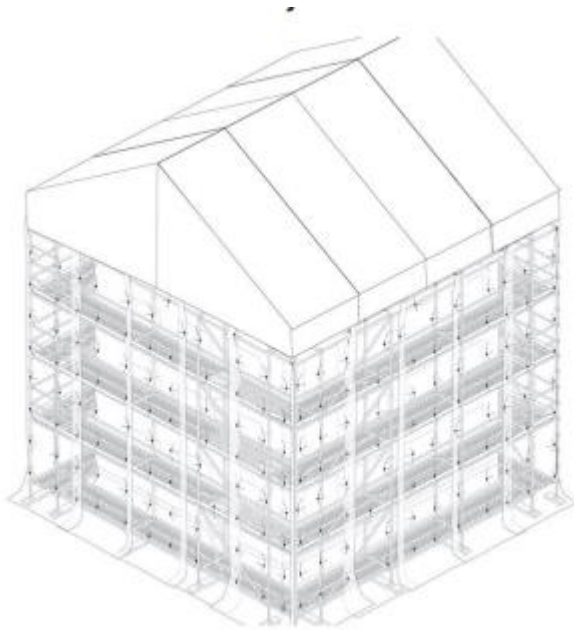
maasta rakennettavat telineet ovat parempi vaihtoehto ja milloin rakennuksen runkoon kiinnitettävä sääsuoja.

Insinööritöön pääpaino on uudisrakennuskohteen sääsuojauksessa, eikä saneerauskoh-  
teiden sääsuojasta käsitellä tarkemmin. Insinööritöistä on myös jätetty pois nosturei-  
den tai nostimien päälle rakennetut sääsuojat, joiden käyttö ja tarjonta on tällä hetkellä  
varsin vähäistä. Erilaisten sääsuojaustyyppien vertailussa on keskitytty kustannusvaiku-  
tuksiin, eikä esimerkiksi rakennustelineiden hyödyntämistä muiden työvaiheiden käyt-  
töön, ja siitä saatavia etuja ole otettu huomioon.

Rakennustelineistä puhuttaessa tarkoitetaan aina alumiinisia telineitä, muita telinevaiht-  
toehtoja ei tässä insinööritöissä ole huomioitu.

## 2 Rakennuksen sääsuojaus

Sääsuojalla (Kuva 1) tarkoitetaan rakennuksen ympärille rakennettavaa väliaikaista suojarakennetta, ja sen tarkoituksena on suojata rakennuskohdetta erilaisilta sään haittavaikutuksilta, kuten esimerkiksi lumelta tai sateelta. [1.] Perinteisesti sääsuojia on käytetty enimmäkseen saneerauskohteissa, mutta nykyisin ne ovat yleistyneet myös uudiskohdeissa rakentamisen vaatimusten ja kosteudenhallinnan vaatimustasojen kasvamisen myötä. [2.]



Kuva 1. Rakennuksen sääsuoja [9.]

Sääsuojan rakentamisella voidaan vaikuttaa rakentamiseen positiivisesti, sillä sen avulla saadaan suojattua myös rakennusmateriaalit ja työntekijät, jolloin sääolosuhteiden takia pilalle menneiden rakennustarvikkeiden määrä pienenee sekä työskentelyolosuhteet ja työturvallisuus paranevat. Talviaikaan myös lumitöiden tekemiseen kuluva aika vähenee. [1.]

Sääsuojaus tuo myös omat haasteensa työmaalle, sillä suojan alla olevaan rakennukseen tehtävät nostot hankaloituvat. Myös eri vuodenaajat vaikuttavat sääsuojan kanssa

työskentelyyn, sillä kesällä lämpötilat suojan sisällä nousevat helposti korkealle, jolloin ilmanvaihdon toimivuus on varmistettava. Talviaikaan taas suojan päälle voi kertyä lunta ja jäätä, joista suojaus tulee säännöllisesti puhdistaa. Putoava lumi ja jää voi aiheuttaa pudotessaan vaaratilanteita tai loukkaantumisia. [1.]

Päätöksen rakennuskohteen sääsuojauksen tasosta tekee rakennuttaja, jonka mukaan kosteudenhallinta ja kuivana pito rakennuskohteessa suunnitellaan ja toteutetaan. [2.] Työmaan olosuhdehallinnalla on tarkoitus minimoida mahdolliset kosteusriskit ja varmistaa rakennuskohteen toteutus suunnitellussa aikataulussa, vaihtelevista sääolosuhteista huolimatta. [5.]

## 2.1 Sääsuojan pystyttäminen

Jokaisen sääsuojan pystyttämisessä löytyy omat haasteensa, mutta yleensä niihin löytyy ratkaisu, joskus helposti ja joskus se on haasteellisempaa. Siitä syystä olisi tärkeää, että sääsuojauksen toteutusta alettaisiin pohtia jo aikaisessa vaiheessa suunnittelua, eikä vasta sitten, kun asennustöitä oltaisiin jo aloittamassa. [3.]

Sääsuojan tilaavan yrityksen olisikin hyvä perehtyä sääsuojauksen teknisiin vaatimuksiin ennen kuin tarjouspyyntöä sääsuojaa toimittavalle yritykselle on edes lähetetty. Esimerkiksi sääsuojan koko vaikuttaa suoraan sen aiheuttamiin tukivoimiin, jotka taas luovat omat vaatimuksensa niihin rakenteisiin, joihin sääsuoja tuetaan. Myös ankkurointiin on kiinnitettävä huomiota, sillä varsinkin ankkuroinnin ylin rivi on suuren rasituksen kohteena. Ankkurointipisteet olisi syytä myös koestaa, sillä kiinnityskestävyys varmistaminen olemassa oleviin rakenteisiin kuuluu tilaajayrityksen vastuulle. [3.] Sääsuojan vaatima ankkurointi tehdään telinesuunnittelijan laatiman suunnitelman mukaisesti. [9.]

Sääsuojarakenne kootaan valmiiksi maan tasolla joko kokonaan tai pienemmissä osissa, josta se nostetaan katolle sopivaa nostokonetta käyttäen ja kiinnitetään joko telinerunkoon tai muuhun sille tarkoitettuihin tukirakenteisiin. Osissa nostettaessa valmiit kattoristikot kiinnitetään katolla toisiinsa vaaka- ja vinotuilla. Kattopeitteet kiinnitetään valmiiseen kattoristikoon ja asennetaan siten, että peite kulkee yhtenäisenä harjan yli, reunasta toiseen. [9.]

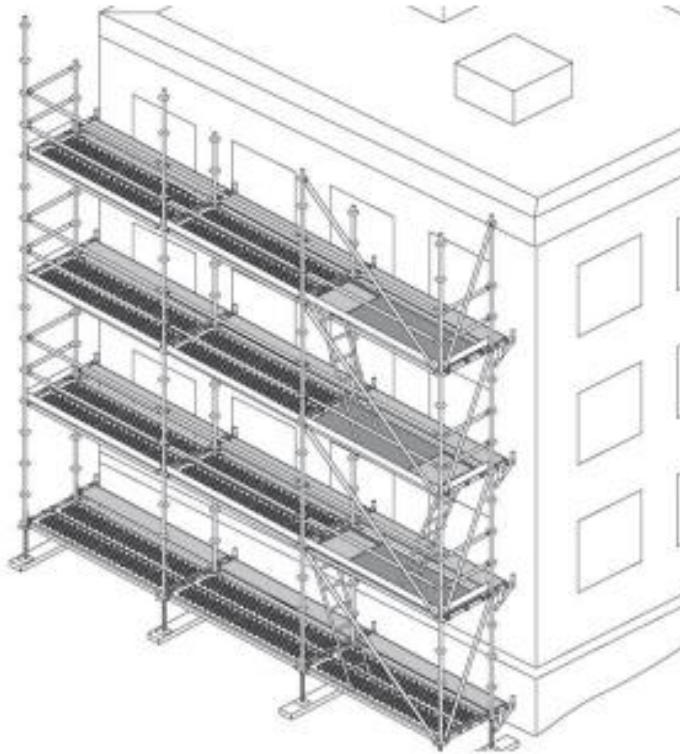


Koska sääsuoja on väliaikainen rakenne, sitä ei ole suunniteltu kestäämään lumikuormaa, joten rakennustyömaalla on huolehdittava, että sääsuojan päälle kerääntyvä lumi poistetaan, mikäli se ei sieltä itsestään putoa. [9.]

## 2.2 Rakennustelineiden päälle tehtävä sääsuoja

Lähtökohtaisesti sääsuojat kannattaa, jos mahdollista, perustaa kiinteälle maaperälle. Tällöin olemassa olevien rakenteiden kantavuuden kanssa ei tule ongelmia, ainoastaan maaperän tulee olla tarpeeksi tiivistä, että se jaksaa kannatella telineiltä tulevaa kuormitusta. [2.]

Rakennustelineet on mahdollista kasata erilaisilla tyypeillä sen mukaan, millaisia töitä telineiden päältä on suunniteltu tehtäväksi. Telineityypeistä muuraustelineen (Kuva 2) syvyys rakennuksesta ja siinä käytettyjen osien lujuus ovat suurimmat, jotka mahdollistavat raskaampien kuormien siirrot telineillä. Muuraustelineen kaikkiin tai useimpiin kerroksiin on asennettu työtasot ja kaiteet. Julkisivuteline on muuraustelineen kanssa samanlainen, mutta se on yleensä kapeampi, eikä sitä ole mitoitettu raskaille kuormille. Räystästelineessä puolestaan vain ylin kerros on varustettu työtasolla ja kaiteella, ja alemmissa kerroksissa on vain telinerunkoa ja kulkutie ylimpään kerrokseen. [9.]



Kuva 2. Muurausteline [9.]

Kaikki rakennustelineet on mahdollista suojata tarpeen mukaan joko peittein, verkoin tai kiinteillä suojalevyillä. Telineiden verhoilussa käytetään aina, jos mahdollista, yhtenäistä peitettä, joka ulottuu katolta maahan asti. Peitteiden saumakohdat tulee limittää siten, ettei vesi ohjaudu suojan sisäpuolelle. Peitteissä on vahvistetut kiinnityskohdat, joista peite kiinnitetään kumilenkeillä rakennustelineen rungon vaaka- ja pystytukiosiin. Peitettävä telinealue tulisi ensisijaisesti saada valmiiksi työpäivän aikana, sillä osittain peitetty teline voi jäädä purjemaiseksi, ja vain yhdeltä seinältä auki jätetty teline muodostaa pussin, jotka voivat aiheuttaa peitteen repeytymisen tai pahimmassa tapauksessa telineen irtoamisen seinästä. Peitteiden kiinnitykset tulee suunnitella siten, että erittäin kovassa tuulessa ne irtoavat kiinnikkeistään, eivätkä aiheuta telineiden ankkuroinnille liian suurta rasitusta. [9.]

## 2.3 Rakennustelineiden käyttö ja purkaminen

Rakennustelineiden kunnosta ja turvallisuudesta on pidettävä huolta. Telineille tulee tehdä viikoittain kunnossapitotarkastus, jossa tarkastetaan, etteivät mitkään telineosat ole vaurioituneet millään tapaa. Mikäli tarkastuksessa ilmenee rikkoutuneita, vääntyneitä tai jotenkin muuten puutteellisia telineosia, tulee kyseiset osat vaihtaa viipymättä. Telineet ovat käyttökiellossa siihen saakka, kunnes puutteet on korjattu tai telineet purettu. Kaikissa telineissä tulee olla telinekortti, joka toimii samalla telineen käyttölupana. Telinekorttiin merkitään telineeseen tehdyt muutokset ja tarkastukset. [9.]

Rakennustelineitä ei ole tarkoitettu edes väliaikaiseen varastointiin ja telineet tulisi puhdistaa ja raivata jokaisen työpäivän päätteeksi sinne kertyneestä jätteestä ja ylimääräisestä tavarasta. [9.]

Sen jälkeen, kun sääsuoja on purettu pois, voidaan aloittaa telineiden purkaminen. Rakennustelineet poistetaan käytöstä ottamalla telinekortti pois telineestä. Telineen käytöstä poistamisesta on syytä tiedottaa ajoissa kaikkia työmaalla olijoita. Telineiden purku aloitetaan käytöstä poistamisen jälkeen irrottamalla mahdolliset suojapeitteet. Peitteiden purkamisen jälkeen telineankkurointia voidaan keventää, sitä varten on kuitenkin varmistettava ankkuroinnin vähimmäismäärä telinesuunnittelijalta. [9.]

Telineet puretaan ylhäältä alaspäin taso kerrallaan. Myös ankkurointi poistetaan samalla, kun telineitä puretaan, mutta ankkuroinnin riittävyys tulee silti varmistaa. Telineen vakaus tulee varmistaa kaikissa tilanteissa. Telineosia siirrettäessä alaspäin on varmistettava, etteivät osat vaurioidu tai aiheuta vaaraa työntekijöille. Mikäli purku tapahtuu julkiseen tilaan, esimerkiksi kadulle, on purkua varten aina rakennettava erillinen puotoamissuojaus, jos alla olevassa tilassa on liikennettä. Ankkuroinnista aiheutuneet jäljet tulee korjata tilaajayrityksen kanssa sovitulla tavalla. [9.]

## 2.4 Runkoon tuettava sääsuoja

Runkoon tai vesikatolle perustettava sääsuojaus tuo omat haasteensa suunnitteluun ja toteutukseen. Sääsuojien pitkät jännevälit aiheuttavat suuria kuormituksia, jonka vuoksi

on tärkeää, että sääsuojauksen kuormat jakautuvat tasaisesti ja oikein, ja sääsuoja voidaan perustaa turvallisesti ja rakennuksen rakenteet kestävät kuormituksen. [2.]

Sääsuoja tulisi aina ankkuroida kiinni kiinteisiin rakenteisiin, sillä vaikka esimerkiksi ylimääräisten betonipainojen tuominen ankkurointipisteeksi voi vaikuttaa hyvältä idealta, aiheuttavat painot todennäköisesti kattorakenteisiin liian suuria pistekuormia, jotka ylittävät sallitut kantavuusrajat. [2.]

Sääsuojan aiheuttamat kuormat ovat suuria ja voivat tulla yllätyksenä, mikäli asiaan ei ole perehtynyt. Katolla normaalista, tasaisesta, kuormituksesta poiketen, telinerunko aiheuttaa pistemäistä kuormitusta, joka voi helposti kasvaa rakenteiden kantavuusrajojen yli. Pistekuormitusta voidaan jakaa laajemmalle alueelle palkkien avulla, jolloin kantavuusraja ei ylity, mutta se ei toimi kaikissa tilanteissa. Palkkien avulla tehtävä kuormien jakaminen pitää aina varmistaa rakennesuunnittelijalta, että kuorma jakautuu tarpeeksi laajalle alueelle. [2.]

### 3 Tutkimustulokset

Tätä insinööriä varten haastateltiin neljää sääsuojia toimittavaa yritystä (Liite 1) ja tutkimustulokset perustuvat haastatteluista kerättyihin tietoihin (Liite 2).

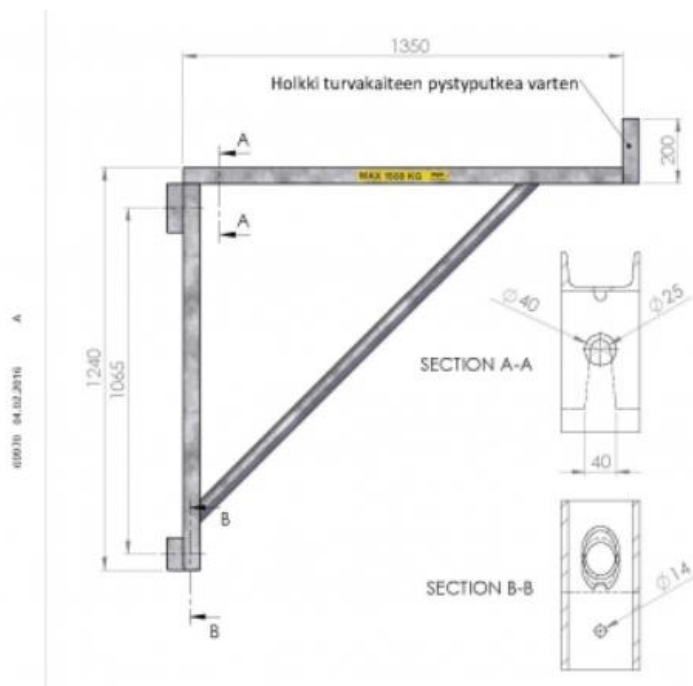
#### 3.1 Sääsuojan perustaminen

Sääsuojan perustamisessa on periaatteessa kaksi mahdollisuutta, joko perustaminen tehdään rakennustelineiden päälle tai se kiinnitetään runkoon. Yleisin perustamistapa on rakennustelineiden päälle perustaminen, sillä telineet ovat nopeat ja yksinkertaiset asentaa. Varsinkin matalammissa, alle 20 metriä korkeissa, rakennuksissa telineiden asennusnopeus pysyy kohtuullisena. Yli 20 metrin ja yli 30 metrin korkeuteen mentäessä asennusnopeus hidastuu johtuen yksinkertaisesti siitä, että tavarankäytön siirtomatkat pitenevät niin paljon. Yli 40 metriä korkeiden telineiden asennuksessa tulee ongelmia, sillä nostoissa käytetyillä vaijereilla ei sen korkeammalle saa nostettua. Rakennettavia telineitä on myös mahdollista muokata sen mukaan, miten paljon niiltä käsin tarvitsee tehdä muita työvaiheita. Mikäli esimerkiksi telineiltä on tarkoitus tehdä muuraustöitä, voidaan

sinne rakentaa muuraustelineet, mutta mikäli telineiltä ei ole tarkoitus tehdä mitään töitä, voidaan sinne tarvittaessa rakentaa pelkät telinetornit, jotka on yhdistetty yläpäästä riskikopalkkein ja joiden päälle on rakennettu tukiteline, johon sääsuoja on kiinnitetty.

Sekä telineiden päälle tehtävä että runkoon kiinnitettävä sääsuoja täytyy suunnitella aina tapauskohtaisesti, mutta runkoon kiinnitettävän sääsuojan tapauksessa toteutustapoja on useita erilaisia. Kaikissa haastatteluissa tuli esimerkkinä esille julkisivuun kiinnitettävä konsoli (Kuva 3), jonka päälle rakennetaan pieni pätkä telinettä, johon sääsuoja lopulta kiinnitetään. Käytettäviä konsolityyppejä on useita erilaisia. Konsolit kiinnitetään rakennuksen julkisivuun joko läpipulttaamalla tai injektointimassalla, riippuen julkisivumateriaalista. Tiiliseinissä käytetään yleensä läpipulttausta ja betoniseinissä injektointia. Molemmissa tapauksissa kiinnityspisteille olisi hyvä tehdä vetokoestus, jolla varmistutaan siitä, että kiinnityspisteet kestävät varmasti niille kohdistuvat kuormitukset.

Vesikaton sisäpuolelle perustettavissa sääsuojissa usein käytetty tapa oli suojan kiinnittäminen holviin, joko liinoilla tai telinejaloilla. Holviin kiinnitettäessä ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, että kiinnityspisteet tulevat kattotöiden eteen. Tähän oli esimerkkiratkaisuna käytetty kiinnityspisteiden suojaamista esimerkiksi muoviputkella, jolloin kattotyöt pystytään tekemään muilta alueilta. Kattotöiden valmistuttua muilta osin, sääsuojan kiinnityspisteiden paikkaa siirretään tai sääsuoja poistetaan kokonaan ja keskeneräiseksi jääneet kohdat tehdään valmiiksi. Kattopollareiden käyttö kiinnityspisteinä on myös yleistä ja mikäli pollareita on tarpeeksi kestävänsä sääsuojan aiheuttamat kuormitukset, voidaan sääsuoja periaatteessa kiinnittää kokonaan niihin.



Kuva 3. Esimerkki julkisivuun kiinnitettävästä konsolista.[8.]

Parissa haastattelussa mahdollisena ratkaisuna nousi esille myös rakennuksen sisäpuolelle rakennettava tukiteline, joka rakennetaan rakennuksen ylimpiin kerroksiin ja tuodaan ikkuna-aukoista ulos, jonka päälle sääsuojan tukiteline voidaan rakentaa. Tämän tukirakennetyypin haittoina ovat mm. ikkuna-asennusten ja sisäpuolen töiden estyminen niissä tiloissa, joihin tukitelineet on rakennettu.

Sääsuojan tukirungon kiinnityksessä on mahdollista hyödyntää mitä tahansa kiinnityspisteitä, joiden kantavuus on riittävä sääsuojan aiheuttamille kuormille. Esimerkiksi parvekelaattoihin tuetut telineet ovat varsin yleisiä. Parvekelaatoissa, kuten kaikissa muissakin tukipisteissä, on kuitenkin varmistettava rakennesuunnittelijalta laatan kantavuuskyky, sekä otettava huomioon parvekkeiden välimatka toisistaan. Mikäli parvekelaatat sijaitsevat esimerkiksi viidentoista metrin välein toisistaan, on niiden hyödyntäminen tukipisteinä hankalampaa. On myös mahdollista tehdä erilaisia yhdistelmäratkaisuja, jolloin osa telineistä olisi rakennettu maasta asti ja osa aloitettu parvekelaattojen päältä, tällöin maahan ulottuvat telineet keventävät parvekelaattoihin kohdistuvaa raskautta.

Kaikissa rakennukseen runkoon tehtävissä kiinnitystavoissa on varmistettava rakennesuunnittelijalta, että kyseinen kiinnitystapa ei ylitä rakenteen kuormitusrajoja.

Telinetoimittajat tekevät laskelmat sääsuojan aiheuttamista kuormituksista, jotka toimitetaan kohteen rakennesuunnittelijalle, joka puolestaan tarkistaa rakenteiden kestävyysden. Esimerkiksi holviin kiinnitetyissä sääsuojissa, rakenteiden kestävyyttä on parannettu lisäämällä ylimmän holvin ontelolaattojen punosmääriä, jolloin ne ovat kestäneet paremmin niihin ankkuroidusta sääsuojasta aiheutuneet kuormitukset.

Haastatteluissa kysyttiin myös haastateltavien kokemuksia elementteihin valmiiksi tehdystä, yksinomaan sääsuojille tarkoitetuista, kiinnityspisteistä. Tällaisista haastateltavilla ei ollut juurikaan kokemusta, koska sääsuojaus otetaan yleensä mukaan suunnitteluun niin myöhäisessä vaiheessa, ettei tarvittavia suunnitelmia pystytä tekemään ennen elementtitalausta. Kiinnityspisteiden lisäämisestä elementteihin tulisi kuitenkin käydä keskusteluja myös elementtitehtaan kanssa, että pisteiden ja elementin kestävyydestä voidaan varmistua. Elementeissä valmiina olevat sääsuojan kiinnityspisteet olivat kuitenkin kaikkien haastateltavien mielestä potentiaalinen vaihtoehto sääsuojan kiinnittämiseksi.

### 3.2 Sääsuojan aiheuttamat tukivoimat ja lisätukirakenteet

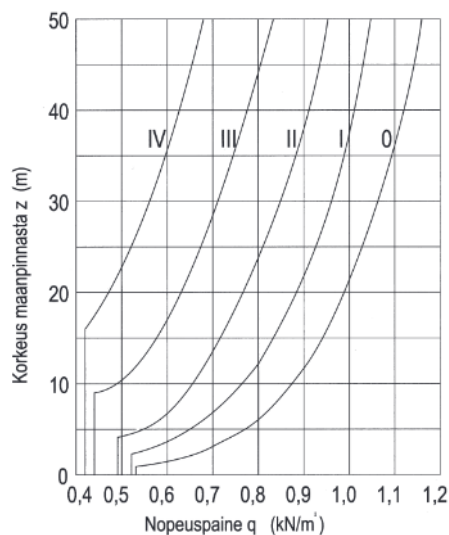
Haastateltavilta kysyttiin kuinka sääsuojan aiheuttamat tukivoimat kasvavat sääsuojan koon kasvaessa. Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että sääsuojan koko vain sen neliömäärällä mitattuna ei välttämättä kasvata sääsuojasta aiheutuvia tukivoimia, vaan määräävä tekijä on sääsuojan leveys, eli jänneväli. Pituussuunnassa sääsuojaa tuetaan ja ankkuroidaan aina suhteessa enemmän sen mukaan, mitä pidempi sääsuoja on kyseessä. Eli jos vertaillaan kaksikymmentä metriä pitkää sääsuojaa satametriseen, on sata metriä pitkässä sääsuojassa todennäköisesti viisi kertaa enemmän tukipisteitä ja ankkurointeja.

Tuulikuorma on yksi suurimmista sääsuojaa mitoittavista tekijöistä. Sääsuoja on koonsa nähden kevyt rakenne, joten kova tuuli aiheuttaa varsinkin ylimmille ankkuripisteille suurta kuormitusta, sillä rakenteen suhteellisen pieni oma paino ei riitä pitämään sitä paikallaan tuulen aiheuttamaa voimaa vastaan. Tämä on ongelmana varsinkin vesikatolle perustettavissa sääsuojissa, sillä telineiden päälle perustettavassa sääsuojassa telineet itsessään toimivat vastapainona tuulikuormalle. Ankkuroinnin riittävyys ja ankkurointipisteiden kestävyys ovat sen vuoksi yksi tärkeimpiä asioita sääsuojauksen suunnittelussa. Varsinkin ylin ankkurointirivi on kovassa rasituksessa, sillä se ottaa vastaan

valtaosan sääsuojalta tulevasta kuormasta. Kuorman suuruuteen vaikuttaa olennaisesti ankkuriylitys eli kuinka paljon telinerunkoa ylimmän ankkurointirivin yläpuolella on. Sääsuojaa suunniteltaessa tuulikuorma huomioidaan aina laskelmissa, mutta varsinkin rannikon läheisyydessä sen vaikutus kasvaa voimakkaasti. Pääkaupunkiseudulla tuulikuorman mitoituksessa käytetään yleensä maastoluokkaa I, mutta meren läheisyydessä joissain tapauksissa käytetään myös maastoluokkaa 0. Maastoluokkia on yhteensä viisi, 0-IV, joista maastoluokassa 0 on suurin tuulenpaine ja maastoluokassa IV pienin. (Kuva 4) Rakennuksen korkeus vaikuttaa myös paljon siihen, kuinka paljon tuulikuormaa kertyy (Kuva 5).

Maastoluokka
0 Avomeri tai merelle avoin rannikko
I Järvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä
II Alue, jolla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus
III Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)
IV Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15 % on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m

Kuva 4. Maastoluokkien määritelmät. [4.]



Kuva 5. Tuulen nopeuspaine eri maastoluokissa. [7.]



Sääsuojien pressuja asennettaessa on oltava huolellinen, sillä jos huonosti kiinnitetyt tai väärin asennetut suojapeitteet voivat aiheuttaa sen, että tuuli pääsee puhaltamaan sääsuojauksen sisään. Mikäli tuuli pääsee puhaltamaan sääsuojan sisään, se voi johtaa sääsuojan purjemaiseen käyttäytymiseen, joka puolestaan aiheuttaa sääsuojan tukirakenteiden ankkurointipisteille valtavaa kuormitusta. Katon sääsuojat pyritään rakentamaan mahdollisimman tiiviiksi, ettei tuuli pääsisi puhaltamaan sen sisään. Rakennuksen seinien vierellä kulkevien telineiden suojapeitteet ovat ongelmallisempi tapaus, sillä telinepinta-ala on yleensä suuri ja tuulen päästessä puhaltamaan yhdeltä sivulta suojauksen sisään, aiheuttaa se muilla sivuilla peitteiden purje-efektiä ja, erityisesti puuskaisella tuulella, pumppaavaa liikettä peitteeseen. Tällainen pumppaava pressun liike on erityisen tehokas hajottamaan telinerakenteita ja ankkurointeja. Tämän vuoksi telinepeitteet on suunniteltu siten, että suojapeitteiden kiinnitykset antavat periksi kovalla tuulella, ennen kuin ne ehtivät aiheuttaa liian suuria kuormituksia telineille. Mikäli suojapeitteet irtoavat yhdeltä sivustalta, on helpoin ratkaisu irrottaa sitä vastapäisen sivustan peitteet, jolloin tuuli pääsee puhaltamaan suojauksen läpi, eikä aiheuta liian suurta kuormitusta rakenteille. Tuulen laannuttua sääsuoja-asentajat käyvät korjaamassa peitteet kuntoon. Vaikka olisi teoriassa mahdollista yrittää korjata peitteet jo tuulen aikana, muodostuu siinä ongelmaksi se, että peitteitä ei saada tarpeeksi kireälle, minkä takia peitteet alkavat tuulen mukana hakkaamaan ja rikkoutuvat uudestaan, jolloin korjaaminen on ollut käytännössä hyödytöntä ja voi johtaa aikaisempaa suurempiin vaurioihin.

Talviolosuhteissa on huomioitava myös lumikuorma, jonka mitoitusluku on kaikkialla 25 kg/m<sup>2</sup>, johtuen siitä, että sääsuojat ovat väliaikaisia rakenteita, eikä niitä ole suunniteltu kantamaan suuria määriä lunta, vaan ne tulee tyhjentää niiden päälle kasautuvasta lumesta säännöllisesti.

Haastatteluissa kysyttiin haastateltavien kokemuksista tilaajayrityksen sääsuojia varten tekemistä lisätukirakenteista, mutta niistä ei kenelläkään ollut mainittavaa kokemusta. Lisätukirakenteita tarvitaan siinä vaiheessa, kun esimerkiksi tilanpuutteen takia telineosista ei pystytäkään rakentamaan tarpeeksi kestävästä rakennetusta. Lähtökohtaisesti kuitenkin tukirakenteet on pyritty tekemään telineosilla.

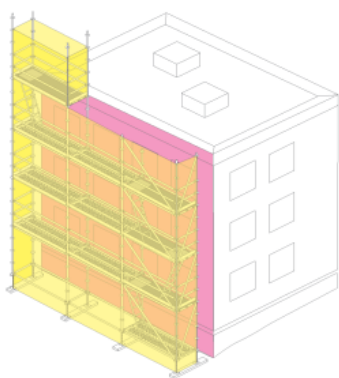
### 3.3 Telineiden kustannusvaikutukset

Kustannukset ovat keskeinen osa kaikissa rakentamiseen liittyvissä asioissa, joten haastatteluissa haluttiin selvittää, miten telineistä aiheutuvat kustannukset jakautuvat. Vastausten perusteella suurimmat kustannukset tulevat telineiden kasauksesta ja purkamisesta. Telineiden asennuksen hinta on keskimäärin noin kaksi kertaa purkamista kalliimpaa. Asennuksen hinta on yleensä suoraan verrannollinen siihen kuluvaan aikaan, joten kaikki asennusaikaan vaikuttavat tekijät vaikuttavat myös asennuksen hintaan. Yksi merkittävä kustannuksia kasvattava tekijä, jolta ei ole mahdollista välttyä, mikäli telineet aiotaan rakentaa, on telinekorkeus. Haastatteluiden perusteella telineasennus toimii tehokkaasti noin 16-20 metrin korkeuteen asti, jonka jälkeen asennusaika hidastuu koko ajan mitä korkeammalle nousee sen vuoksi, että tavaroiden siirtoon kuluva aika kasvaa merkittävästi. Myös muut asennusoloihin vaikuttavat tekijät voivat vaikuttaa asennuksen hintaan, kuten esimerkiksi sääolosuhteet: tyyneellä ja kirkkaalla kesäsäällä tehty asennus on yleensä nopeampaa kuin marraskuisessa tuulisessa loskasateessa tehty.

Telinekorkeuden lisäksi maanpinnan epätasaisuudet ja muut telinepohjan tekemistä haittaavat tekijät vaikuttavat asennusnopeuteen. Esimerkiksi kalliopinta on telinepohjien kannalta erittäin haasteellinen.

Hinta määräytyy myös sen mukaan, millaista telinetyyppiä halutaan käyttää. Suurempaa kuormitusta kestävät ja järeämmät muuraustelineet ovat luonnollisesti kalliimmat asentaa, kuin räystääteline, johon kuuluu työtaso vain ylimmälle tasolle. Kaikki telineisiin tehtävät muutokset, lisätyöt ja tavallisesta poikkeavat toteutustavat tuottavat myös lisäkustannuksia. Ankkurointipisteiden siirtäminen nousi jokaisessa haastattelussa esimerkkinä lisätöistä, joita joudutaan lähes jokaisessa kohteessa tekemään.

Telineiden vuokrahinnat määräytyvät myös telinetyypin mukaan ja hinnoittelu noudattaa samaa logiikkaa kuin asennushinnatkin: paljon telinemateriaalia vievät telineet ovat myös vuokraltaan kalliimpia. Telinevuokrat lasketaan teline-m<sup>2</sup> (Kuva 6) mukaan. Myös rahtikustannukset on hyvä ottaa huomioon kustannuksia laskettaessa, sillä ne kasvavat kuljetettavan materiaalin määrän mukaisesti.



**Julkisivuneliö tai julkisivu-m<sup>2</sup>**

Rakennuksen telineellä peitettävän ulkopinnan pinta-ala. Merkitty kuvaan magentalla.

**Telineeneliö tai teline-m<sup>2</sup>**

Telineiden rakennuksesta nähten ulospäin avautuvien sivujen summa. Merkitty kuvaan keltaisella. Huomaa telineiden sivut.

Kuva 6. Julkisivu- ja teline-m<sup>2</sup> määritelmät [9.]

### 3.4 Runkoon kiinnitettävän sääsuojan huomioitavat asiat

Haastateltavilta kysyttiin myös heidän näkemyksiään runkoon kiinnitettävän sääsuojauksen eduista ja haitoista, sekä minkälaisia huomioita kyseisistä rakenteista he ovat aikaisemmin tehneet ja mitä ongelmakohtia tilaajayritys pystyisi omalla toiminnallaan välttämään.

Etuna rakennuksen runkoon kiinnitettävässä sääsuojassa on sääsuojan tukirakenteina toimivan telinerungon koon pienentymiseen. Pienempi telinerunko puolestaan pienentää telineasennuksesta aiheutuvia kustannuksia. Varsinkin korkeissa rakennuksissa telinekustannukset nousevat helposti erittäin suuriksi.

Runkoon kiinnitettävä sääsuojaus tuo mukanaan useita haasteita, joita ei maasta rakennettavan telinerungon kanssa todennäköisesti kohdata. Olisi tärkeää, että sääsuojaus olisi suunniteltu ennakkoon mahdollisimman hyvin ja rakennesuunnittelijalta on varmistettu ankkurointipisteiden ja muiden kiinnityspisteiden kestävyys. Myös muiden työvaiheiden huomioiminen suunnittelussa olisi tärkeää, ettei sääsuojauksen kiinnityspisteitä tarvitse siirtää jatkuvasti muiden työvaiheiden tieltä.

Myös asennus tuo omat haasteensa, sillä ilman alla olevaa telinerunkoa joudutaan runko todennäköisesti asentamaan nostimelta käsin, joka ei ole välttämättä nopein työskentelytapa. Tämän lisäksi julkisivuun asennettavat konsolit tulisi saada kiinnitettyä seinään

oikeiden välimatkojen päähän toisistaan, sillä jo muutaman sentin heitto välimatkassa voi tarkoittaa sitä, ettei telineosia saada kiinnitettyä toisiinsa, jonka seurauksena konsolit joudutaan irrottamaan ja kiinnittämään uudestaan. Mikäli sääsuoja kiinnitetään siten, ettei rakennuksen ulkopuolelle rakenneta telineitä, on rakennuksen päätyjen putoamis-suojaukseen kiinnitettävä erityisesti huomiota. Ilman ulkoista telinerunkoa olevassa sääsuojassa tukirakenteet rakennetaan vesikaton puolelle, jotka aiheuttavat taas omat haasteensa kattotöiden ja kiinnityspisteiden kanssa. Yleinen vaihtoehto, jossa telinejalat on kiinnitetty alla olevaan ontelolaattaan tarkoittaa sitä, että kattotyöt täytyy niiltä osin tehdä sen jälkeen loppuun, kun jalat on poistettu tai siirretty.

Rakennuksen korkeuden kasvaessa myös kiinnityspisteiden rasitusmäärät kasvavat. Rakennustelineiden vastapainon puuttuessa, katolle kiinnitettävien sääsuojien tukirakenteiden suunnittelussa tulee olla erityisen huolellinen. Rakennustelineet ovat yleensä 48 mm paksua alumiiniputkea, jonka taivutuskestävyys ei, ainakaan tuulivoimia vastaan, ole kovin suuri. Jos siis tarvitaan kestäviä tukirakenteita, joudutaan telineosista tekemään ristikkorakenteita, jotka taas vuorostaan vaativat enemmän tilaa ja sen myötä ovat enemmän muiden töiden tiellä. Tällöin vaihtoehdoksi nousee, Ankkurin työmaallakin käytetty, taivutusta paremmin kestävästä materiaalista tehdyt tukirakenne (Kuva 7), johon telinerunko saadaan kiinnitettyä.

Sääsuojan tilaavan yrityksen omasta valmistautumisesta sääsuojauksessa tärkeimpänä, tai yleensä huonoimmin mietittynä, nousi esille ankkurointipisteiden sijaintien määrittäminen. Usein ankkurointipisteitä ei ole mietitty ennakkoon ollenkaan, vaan pahimmillaan vasta siinä vaiheessa, kun asennusporukka on jo työmaalla ja telineitä pitäisi jo alkaa kiinnittämään seinään. Ankkurointipisteiden selvittäminen on tilaajayrityksen vastuulla.

Yleisesti ottaen muutenkin haastatteluissa nousi esille se, että teline- ja sääsuojasuunnittelu otetaan usein liian myöhään mukaan projektissa, jonka vuoksi aiemmin mainittuja ankkurointiongelmiaakin usein esiintyy. Teline- ja sääsuojatilauksen jättäminen tekeminen viime tingassa oli myös asia, jota haastateltavat toivoivat tilaajayritysten välttävän. Teline-toimittajat varmistavat omien rakenteidensa kestävyys, eli tilaajayrityksen rakennesuunnittelijan tulee tarkastaa telinesuunnittelijoiden laskelmat sääsuojan ja telineiden rakennukselle aiheuttamista kuormituksista. Jos rakennesuunnittelijan tarkastuksissa käy ilmi, että sääsuoja aiheuttaa rakenteille liian suurta rasitusta ja sääsuojan asennuksen

pitäisi alkaa muutaman päivän sisällä, voi se johtaa pahimmillaan töiden keskeytymiseen. Hyvä ennakkosuunnittelu ja telinetoimittajan aikainen mukaan otto suunnitteluun olivatkin kaikkien haastateltavien mielestä yksinkertaisin keino ongelmien välttämiseen tai tunnistamiseen ajoissa, jolloin niihin pystyttäisiin tarvittaessa reagoimaan ajoissa, eikä vasta siinä vaiheessa, kun töitä pitäisi olla jo tekemässä.



Kuva 7. Sääsuojan teräksiset lisätukirakenteet, osittain piilossa rakenteiden sisässä.

#### 4 Johtopäätökset

Haastatteluiden perusteella saatiin kattava kuva sääsuojien eri perustamistavoista ja niiden eduista ja haitoista. Telineiden päälle rakennetut sääsuojat ovat selvästi yleisin tapa sääsuojan pystyttämiseksi, johtuen telinerakentamisen nopeudesta ja helppoudesta.

Telineet toimivat myös vastapainona sääsuojaan voimakkaasti vaikuttavan tuulen nostovoimaa vastaan, joka helpottaa sääsuojan kiinnityspisteiden mitoittamista. Rakennustelineet helpottavat myös sääsuojan asentamista, sillä telineellä olevalta työtasolta käsin asentaminen on helppoa ja turvallista, eikä esimerkiksi putoamissuojausta tarvitse suunnitella erikseen, vaan se on jo valmiina telinesuunnitelmassa.

Rakennustelineitä on myös mahdollista muokata kohteen tarpeen mukaan sopivaksi. Kaikissa tilanteissa ei siis ole pakko rakentaa täyttää telinettä työtasoineen ja porrasnouseineen, vaan tarvittaessa telinerunko on ”riisuttavissa” hyvinkin minimaaliseksi. Tarvittaessa voidaan pystyttää räystäälle ulottuvia telinetorneja, jotka yhdistetään yläreunasta toisiinsa ja minkä päälle voidaan rakentaa työtaso ja sääsuojan telinerunko. Telineiden kustannukset ovat suoraan verrannollisia niissä käytetyn materiaalin määrään, joten mitä pienemmällä runkomateriaalilla telineet päästään rakentamaan, sitä pienemmät kustannukset niistä tilaajalle aiheutuu.

Telineiden päälle tehtävän sääsuojan haasteet kasvavat sitä mukaa, mitä korkeampi rakennus on kyseessä. Optimaalinen maksimikorkeus telineille on 16-20 metrin korkeudella, jonka jälkeen telineiden asentamisnopeus alkaa hidastumaan merkittävästi. Hidastuminen johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että telinemateriaalin kuljettaminen asennuskorkeudelle hidastuu tässä vaiheessa huomattavasti. Asennusnopeus hidastuu yhä enemmän mitä korkeammalle nousta. Tästä seuraa luonnollisesti asennusaikojen pitenemisen lisäksi myös kustannusten kasvua. Mikäli asennuskorkeus alkaa olla 40 metriä tai enemmän, tulee vastaan myös kaluston toimintarajoituksia, sillä esimerkiksi telineasentajien käyttämät sähkövinssit eivät pysty nostamaan telineosia sen korkeammalle. Myös sääolosuhteiden vaikutus kasvaa mitä korkeammalle nousta, varsinkin tuulen vaikutus lisääntyy asennuskorkeuden kasvaessa voimakkaasti (Kuva 5).

Rakennuksen runkoon tuettava sääsuoja on harvinaisempi, mutta erilaisia toteutustapoja on useita. Periaate kaikissa tavoissa on jotakuinkin sama, eli sääsuoja tarvitsee tukirakenteen, joka on yleensä telinerunko, johon se voidaan kiinnittää ja tuon tukirakenteen kiinnittäminen ja kiinni pysymisen varmistaminen on ratkaistu jollain tapaa. Ankkurin työmaalla käytetty tapa, jossa tilaajayritys on rakentanut sääsuojaa varten erillisen tukirakenteen, johon sääsuoja kiinnitetään, on selvästi harvinaisin, sillä vastaavista rakenteista ei kenelläkään haastatteluihin osallistuneista henkilöistä ollut juurikaan kokemusta.

Useimmin käytetty tapa sääsuojan kiinnittämiseen rakennuksen runkoon oli erillisten konsolien kiinnittäminen rakennuksen julkisivuun, joiden päälle telinerunko päästään rakentamaan.

Muita esiin tulleita tapoja olivat rakennuksen sisäpuolelle, holviväliin rakennettava tukitelinerakenne sekä suoraan vesikatolle perustettava sääsuoja. Holvinväliin rakennettava tukiteline tuodaan rakennuksen ikkuna-aukoista ulos, joiden päälle telinerunkoa voidaan alkaa kasaamaan. Suoraan vesikatolle perustettaessa sääsuoja on yleisimmin kiinnitetty suoraan rakennuksen holviin, joko kuormaliinoilla tai telinejaloilla. Ongelmaksi näissä muodostuu se, että kiinnityspisteet ovat kattotöiden tiellä ja kattotyöt joudutaan kiinnityspisteiden ympäriltä tekemään loppuun sen jälkeen, kun sääsuoja on purettu pois tai kiinnityspisteen paikka siirretty muualle. Myös kattopollareiden käyttö kiinnityspisteenä on yleistä. Eri perustamistapojen eduista ja haitoista on muodostettu vertailutaulukko (Taulukko 1), johon on tiivistetty pääasiat ominaisuuksista, sekä arvioitu millaiseen rakennustyyppiin erilaiset perustamistyytit sopisivat parhaiten.

Perustamistapojen erilaisuudesta huolimatta niillä kaikilla on yksi erityishuomiota vaativa asia, ankkurointi. Varsinkin telinerungon ympärään ankkurointiriviin voi kohdistua erittäin suuri voimia, joten ankkuroinnin riittävyden varmistaminen on erittäin tärkeää. Ankkuroinnin pettämisellä voi olla erittäin tuhoisia seurauksia, pahimpana tietysti sääsuojan tai telineiden irtoaminen tai sortuminen. On tärkeää, että telinesuunnittelijat ja rakennesuunnittelijat pääsevät käymään vuoropuhelua, että rakenteiden kestävydestä sääsuojan aiheuttamiin kuormiin voidaan varmistua. Telinesuunnittelijat laskevat sääsuojan ja telineiden aiheuttamat kuormitukset ja toimittavat tiedot eteenpäin rakennesuunnittelijalle, jonka tehtävänä on tarkistaa, että rakennus kestää annetut kuormat. Tästä syystä suunnittelu olisi syytä aloittaa hyvissä ajoin, että laskelmat voidaan tehdä huolellisesti ja mikäli kuormitusten kanssa ilmenee ongelmia, ehdittäisiin niitä ratkomaan jo ennen töiden aloittamista.

Suurimmat ongelmat tulevatkin usein juuri sen takia, että tilaajayritys jättää sääsuojan tilaamisen ja suunnittelun liian myöhäiseen ajankohtaan. Tällöin suunnitelmia ei välttämättä ehditä tekemään huolella ja mm. ankkurointipisteiden paikoista ja kestävydestä ei ole täyttä varmuutta. Pahimmillaan puutteellinen tai viivästynyt suunnittelu voi johtaa



töiden siirtymiseen tai keskeytymiseen, jos turvallisesta ja kestävästä kiinnityksestä ei voida varmistua.

Kustannukset ovat aina tärkeä, ellei jopa tärkein, kriteeri, jonka perusteella päätöksiä tehdään. Rakennustelineistä aiheutuneisiin kustannuksiin vaikuttaa olennaisesti rakennuksen koko ja muoto, varsinkin korkeissa rakennuksissa telinekustannukset kasvavat helposti erittäin korkeiksi. Tästä syystä sääsuojan perustamiselle on haluttu keksiä vaihtoehtoisia, kustannustehokkaampia ratkaisuja. Haastatteluista saatujen tietojen pohjalta luotiin laskelmapohja, jonka avulla voidaan laskea alustavasti telineiden asennuksesta ja vuokraamisesta aiheutuvia kuluja. Laskelmapohjaa käytettäessä on kuitenkin huomioitava, että siinä käytetyt hinnat eivät välttämättä vastaa täysin todellisuutta, mutta laskelmapohjan avulla voi havainnollistaa hintaluokan, jossa kustannukset todennäköisesti liikkuvat. Lopulliset telinekustannukset ovat aina tapauskohtaisia, sillä kustannukset määräytyvät aina kulloinkin tehdyn tarjouksen mukaisesti. Myös asennukseen liittyy niin paljon muuttuvia tekijöistä, ettei niitä kaikkia voi ennakkoon huomioida. Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty laskelmapohjan avulla tehtyjä arvioita, pohjaltaan 16m x 16m kokoisen, rakennuksen ympärille tehtävän julkisivutelineen asennus- ja vuokrakustannuksista, rakennuksen korkeuden muuttuessa 15 metristä 40 metriin. Taulukoissa esitetyt kustannukset ovat suuntaa antavia ja ne perustuvat haastatteluista saatuihin hinta-arvioihin sekä insinööritoimiston tekijän omiin arvioihin, eivätkä sellaisenaan ole käyttökelpoisia.

Taulukko 1. Sääsuojan eri perustamistapojen vertailu

Perustustapa	Edut	Haasteet	Sopivuus
<b>Maasta asti rakennettavat telineet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Telineerunko toimii sääsuojan vastapainona</li> <li>- Turvalliset työtasot asentajille</li> <li>- Telineerunko helppo ja yksinkertainen asentaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Korkeissa rakennuksissa kustannukset nousevat sitä enemmän, mitä korkeammalle mennään</li> <li>- Asennusaika kasvaa, kun mennään yli 20m korkeuteen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erityisesti alle 20m korkeat rakennukset</li> <li>- Kohteet, joissa halutaan sääsuoja koko rakennuksen ympärille</li> <li>- Kohteet, telineitä voidaan hyödyntää</li> </ul>



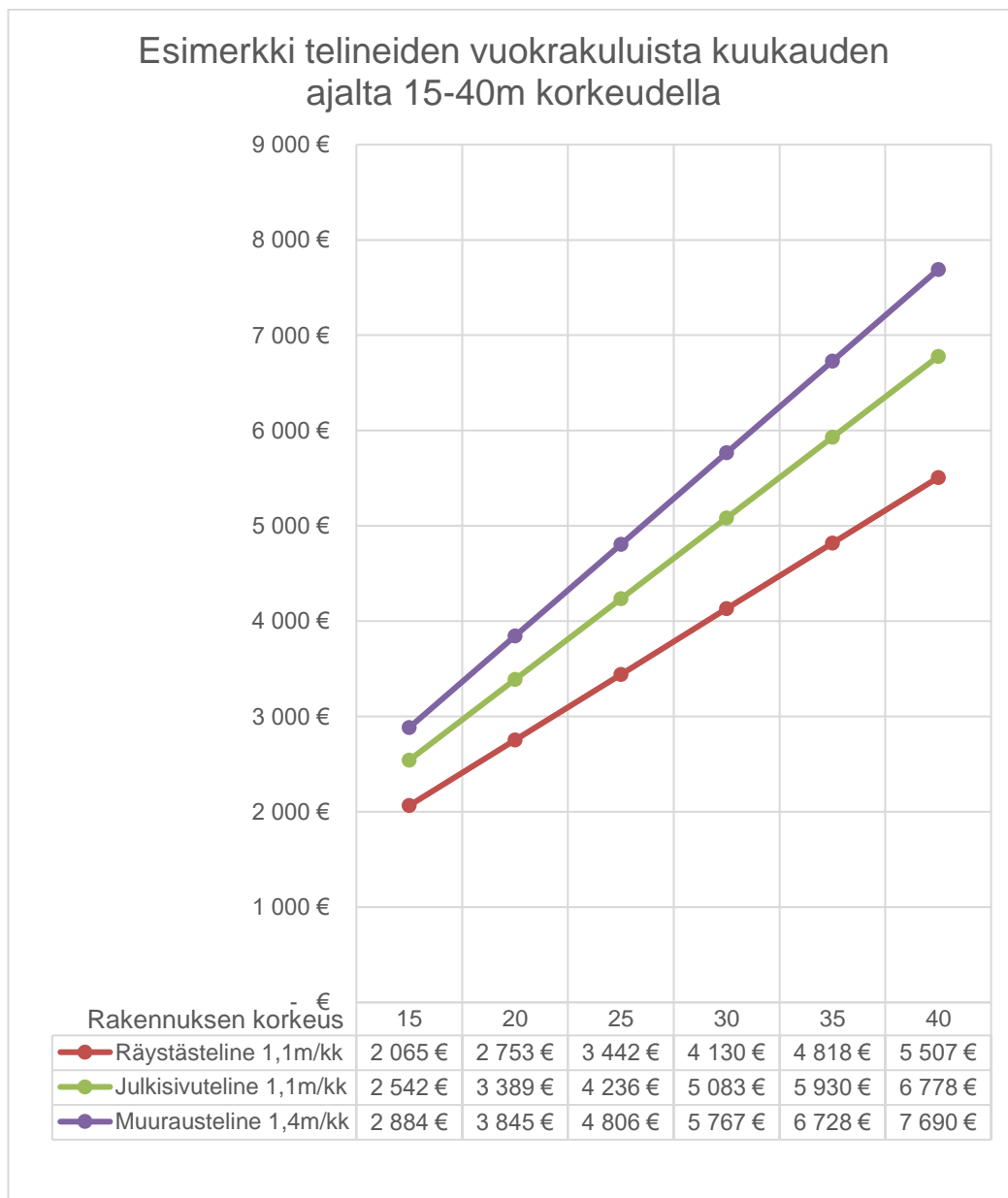
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Telinerunko helposti muokattavissa tarpeen mukaan</li> <li>- Erilaisia telinevaihtoehtoja muiden työvaiheiden tarpeisiin</li> <li>- Telineet voidaan peittää, jolloin koko rakennus voidaan tarvittaessa sääsuojata</li> </ul>		muiden työvaiheiden toteutuksessa
<b>Julkisivuun kiinnitettävien konsolien päälle tehtävä telinerunko</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähemmän telinerunkoa eli pienemmät kustannukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsolien kiinnityspisteiden kestävyys varmistettava</li> <li>- Ankkuroinnin kestävyys suunniteltava huolellisesti</li> <li>- Telinerungon rakentaminen tehtävä nostimelta</li> <li>- Kiinnitys- ja ankkurointipisteiden paikat valittava huolella, etteivät häiritse muita työvaiheita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Korkeat rakennukset, joissa vesikaton puolelle ei haluta ylimääräisiä rakenteita</li> <li>- Matalammat kohteet, joissa ei ole tarvetta telineille</li> </ul>
<b>Rakennuksen sisään holviväliin rakennettava tukiteline</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähemmän telinerunkoa eli pienemmät kustannukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tukiteline häiritsee sisätiloita niissä tiloissa, johon se on rakennettu</li> <li>- Ankkuroinnin kestävyys suunniteltava huolellisesti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Korkeat rakennukset, joissa vesikaton puolelle ei haluta ylimääräisiä rakenteita</li> <li>- Matalammat kohteet, joissa ei ole tarvetta telineille</li> </ul>

<b>Vesikatolle perustettava sääsuoja telinerungolla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähemmän telinerunkoa eli pienemmät kustannukset</li> <li>- Ei vaadi kiinnityspisteitä julkisivuun tai kiinnityspisteiden määrä vähäinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Telinerungon kiinnityspisteet haittaavat todennäköisesti katotöitä: kiinnityspai- kat rajattava ja katto- työt tehtävä niiltä osin myöhemmin loppuun</li> <li>- Tuulikuorma voi aiheuttaa ongelmia tukirakenteiden kestä- vyydelle, joten suunniteltava huolella</li> <li>- Telinerungon asennuksen aikainen putoamissuojaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Korkeat rakennukset, joissa julkisivun puolelle ei haluta erillisiä rakenteita</li> <li>- Kohteet, joissa vesikatolla on tilaa sääsuoja tukirakenteille</li> </ul>
<b>Vesikatolle perustettava sääsuoja erillisellä tukirakenteella</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Telinerunkoa erittäin vähän</li> <li>- Tukirakenne mahdollista toteuttaa siten, ettei haittaa vesikattotöitä tai haitta vähäinen</li> <li>- Tukirakenteen materiaaliksi voidaan valita telineosia kestävämpi materiaali, jolloin tukirakenteiden koko pienempi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tukirakenne suunniteltava erikseen</li> <li>- Sääsuojan kiinnitykset tukirakenteeseen suunniteltava erikseen</li> <li>- Tukirakenteen kustannukset voivat olla korkeat</li> <li>- Asennuksen aikainen putoamissuojaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Korkeat rakennukset, joissa julkisivun puolelle ei haluta erillisiä rakenteita ja joissa vesikattotyöt halutaan toteuttaa keskeytyksettä</li> <li>- Kohteet, joissa suuri tuulikuorma, eikä riittäviä tukirakenteita saada telinerungon avulla tehtyä</li> </ul>

Taulukko 2. Telineiden asennushintoja eri korkuisissa rakennuksissa. Rakennuksen pohja 16m x 16m.



Taulukko 3. Telineiden vuokratulot kuukauden ajalta eri korkuisissa rakennuksissa. Rakennuksen pohja 16m x 16m.



## 5 Pohdinta

Sääsuojien käyttö on lisääntynyt rakennustyömailla merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana ja on hyvin todennäköistä, että tulevaisuudessa rakennuksia suojataan rakennusvaiheessa entistä huolellisemmin. Varsinkin uudisrakentamisessa sääsuojien käyttö on kasvanut erittäin paljon ja jo nyt osa rakennuttajista vaatii, että rakennuksella täytyy olla rakennusaikainen sääsuojaus. Tällaiset vaatimukset todennäköisesti vain lisääntyvät tulevaisuudessa, rakentamisen laatuvaatimusten ja kosteudenhallintakriteerien kiristyessä entisestään. Rakennusalan yritysten on sopeuduttava muutoksiin ja muutosten ennakointi ja niihin varautuminen ajoissa pitävät yrityksen kilpailukykyisenä myös muutosten keskellä. Mm. näistä syistä tämä insinööritoimisto voi olla NCC:lle yksi lisäapu tulevaisuuden rakennuskohteisiin, joissa sääsuojaukseen halutaan panostusta.

Tässä insinööritoimistossa päästiin selvittämään erilaisia tapoja sääsuojan pystyttämiseksi ja tutkimuksen aikana saatiin hyvää tutkimustietoa erilaisista vaihtoehdoista ja niiden toimivuudesta erilaisissa tilanteissa. Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että sääsuojia toimittavat yritykset ovat hyvin kartalla sääsuojien rakentamisen tuomista haasteista ja kykenevät ratkaisemaan haasteellisimmatkin sääsuojausongelmat.

Rakennusyrityksissäkin tietoa ja kokemusta teline- ja sääsuojarakentamisesta varmasti on, mutta sitä ei ole pystytty hyödyntämään täysin, sillä tietoa ei ole koottu yhteen, vaan tieto löytyy yksittäisten toimihenkilöiden tai työntekijöiden takaa. Rakennustyömaalla työskentely voi olla toisinaan hektistä, eikä kaikkiin asioihin ehditä paneutua niin tarkasti, kuin olisi ehkä tarpeellista. Tästä syystä sääsuojienkin kohdalla ongelmatilanteisiin ennakoon valmistautuminen tai ratkaiseminen jää helposti pintapuoliseksi eikä kunnollista suunnittelua päästä tekemään. Suunnittelulle olisikin varattava riittävästi aikaa, että telinesuunnittelijoille ja rakennesuunnittelijoille jäisi aikaa vuoropuhelulle, jossa he voivat selvittää kestävätkö rakenteet sääsuojasta ja telineistä aiheutuneita kuormituksia ja tehdä tarvittavat korjaukset suunnitelmiin, mikäli käy ilmi, että kuormitukset rakenteille ovat liian suuria.

Rakennustyömaalla eri henkilöiden hankkimat kokemukset ja ratkaisut sääsuojauksesta olisikin hyvä saada talteen ja koottua yhteen, jolloin niistä voisi koostaa tietopaketin, jossa olisi käsitelty eri kohteissa käytetyt erilaiset sääsuojaustyypit, listattu niistä saadut

hyvät ja huonot kokemukset sekä kerrottu, miten mahdolliset ongelmakohdat ratkaistiin. Tällaisessa muodossa tieto olisi helposti saatavilla ja sieltä olisi helppo etsiä samankaltainen kohde, ja tarkistaa miten silloin sääsuojaus toteutettiin sekä päätellä kirjausten perusteella oliko ratkaisu ollut toimiva. Idean tällaiseen ”ohjevihkoon” antoi eräs Ankkurin työmaan kokenut työnjohtaja, joka olisi mielellään hyödyntänyt muiden kohteiden kokemuksia sääsuojauksen suunnittelussa. Tämä voisikin olla yksi varteenotettava jatkokehityksen aihe, kun sääsuojauksen kehitystä halutaan viedä rakennusyrityksen sisällä eteenpäin.

Edellisessä kappaleessa esitettyä erilaisten sääsuojavaihtoehtojen vertailutaulukkoa olisi myös mahdollista työstää eteenpäin ja mahdollisesti muokata siitä jonkinlainen pikaohje sääsuojia hankkivalle henkilölle, josta voisi nopeasti tarkastaa potentiaaliset sääsuojausvaihtoehdot ilman suuritöistä selvitystyötä.

Tämän insinööritöön aikana on luotu Excel-laskelmapohja (Liite 2), jonka avulla on mahdollista nopeasti laskea telineistä ja sääsuojasta aiheutuvia kustannuksia eri kokoisissa rakennuksissa. Edellisessä luvussa esitetyt kustannuskuvaajat on luotu kyseisellä laskelmapohjalla. Laskelmapohjassa on myös mahdollista laskea rahtikustannukset, jotka määräytyvät pääosin toimitettavan tavaramäärän ja kuljetusmatkan mukaan. Rahtikustannuksien laskentaan liittyy myös muita, pienempiä, muuttujia, kuten esimerkiksi tyhjäkäyntiajat, mutta niitä ei ole laskelmapohjaan sisällytetty.

Vaikka insinööritöön aikana ei saatu suoraa vastausta siihen, oliko Ankkurin työmaalla käytetty sääsuojan perustaminen erillisten terästukien päälle paras tai kustannustehokain tapa, voidaan kuitenkin todeta, että käytetty tapa on ollut toimiva olosuhteiltaan varsin haastavassa kohteessa. Insinööritöössä on saatu kuitenkin selvitettyä varsin hyvin rakennustelineiden aiheuttamia kustannusvaikutuksia, joiden perusteella voidaan todeta ainakin se, että terästukien päälle perustettu sääsuoja on ainakin korkeissa rakennuksissa kilpailukykyinen vaihtoehto telinerakenteiden kanssa.

Kaiken kaikkiaan tämä insinööritöy on ollut mielenkiintoinen projekti, jonka aikana olen oppinut sääsuojauksesta paljon. Mielestäni sääsuojaus on aiheena ehdottomasti sellainen, jonka merkitys rakentamisessa tulee tulevaisuudessa vain kasvamaan, joten siihen panostaminen aikaisessa vaiheessa ja toimintatapojen hiominen kuntoon voi tuoda

yritykselle suurta hyötyä tulevaisuudessa. Tämän insinööriyön pohjalta on mahdollista lähteä tekemään jatkotutkimusta eri sääsuojaustapojen optimaalisesta hyödyntämisestä rakennuskohteessa. Teline rakenteita on mahdollista muokata hyvinkin yksilöllisiksi kokonaisuuksiksi ja runkoon kiinnitettäessä toteutustapoja on useita erilaisia, joista valita käyttökohteen mukaan. Vesikatolle tehtävät erilliset tukirakenteet ovat selvästi vielä varsin uusi juttu sääsuojarakentamisessa, joka voi kuitenkin yleistyä tulevaisuudessa, jos korkea rakentaminen yleistyy entisestään. Erilaisten tukirakenteiden tutkiminen voisi olla myös yksi mahdollinen aihe, josta jatkotutkimusta voi lähteä tekemään.

## Lähteet

- 1 Sääsuoja. 2020. Kosteudenhallinta.fi. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/suojaus/161-saaesuojauskalusto/saaesuoajat/156-saaesuoajat> Luettu 10.3.2021
- 2 Sääsuojan perustaminen vesikatolle vaatii erityistä tarkkuutta. 2020. Parkkinen, A. <https://telinekataja.fi/saasuojan-perustaminen-vesikatolle-vaatii-erityista-tarkkuutta/> Luettu 10.3.2021
- 3 Sääsuojan tilaajan tekninen muistilista. 2020. Harjunpää, T. <https://telinekataja.fi/saasuojan-tilaajan-tekninen-muistilista-top-5/> Luettu 10.3.2021
- 4 Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-4: Yleiset kuormat. Tuulikuormat. SFS-EN 1991-1-4 + AC +A1. 2011. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
- 5 RATU Rakennustyömaan sääsuojaus S-1232. 2013. Rakennustieto. <https://kor-tistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/18040#page=1> Luettu 1.3.2021
- 6 Tietoa NCC:stä. 2021. NCC Suomi Oy. [ncc.fi/tietoa-nccsta/](http://ncc.fi/tietoa-nccsta/) Luettu 15.2.2021
- 7 Rakenteiden varmuus ja kuormitus. 1998. Ympäristöministeriö. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040102.pdf> Luettu 18.2.2021
- 8 Konsoli 1350. 2021. Vepe Oy Peltonen. <https://www.vepe.fi/fi/palvelut/tuote/rakentaminen/askelmat-ja-kulkutiet/Konsoli+1350/konsoli-1350> Luettu 5.3.2021
- 9 RATU 0415 Telinetyö. Menekit ja menetelmät. 2013. Rakennustieto. <https://kor-tistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/18333#page=1> Luettu 10.3.2021



## Haastatellut yritykset ja henkilöt

Insinööriyön haastatteluihin osallistuneet henkilöt ja heidän edustamansa yritykset:

Jani Bolotin, suunnittelupäällikkö, Ramirent Finland Oy

Antti Määttä, myyntipäällikkö, Cramo Finland Oy

Antti Koljonen, suunnittelija, Cramo Finland Oy

Tarmo Murd, projektipäällikkö, Renta Telineet Oy

Topias Harjunpää, suunnittelija, Telinekataja Oy

## Haastattelukysymykset

Insinööriyössä on tarkoitus selvittää, mitä erilaisia tuenta/perustamisvaihtoehtoja sääsuojille on ja mikä niistä soveltuu parhaiten mihinkin kohteeseen. Kysymyksien esimerkkirakennuksena on 13-kerroksinen uudiskerrostalo, jonka vesikatto on 23m x 18m (414 m<sup>2</sup>) ja seinäpinta-ala 252m<sup>2</sup>/kerros(talon ympäri, koko talo 3422m<sup>2</sup>).

1. Onko sääsuojalle muita perustamistapoja kuin maasta tuetut telineet tai suoraan vesikatolle perustaminen? Voiko esim. parvekelaattoja hyödyntää tuentapisteinä tai jälkikäteen asennettavien parvekkeiden kiinnityskonsoleita?
2. Mitä erityisvaatimuksia edellä mainittuihin tapoihin liittyy? Mikä osa-alue vaatii kussakin erityisesti huomiota?
3. Millaiset kustannukset talon ympärille rakennettavista telineistä aiheutuu? Asennus ja vuokra? Ei tarvitse olla tarkka summa, mutta suuntaa antava hinta esim. seinäneliöiden mukaan.
  - a. Vaikuttaako rakennuksen korkeus kustannuksiin(korkeammalla olevien telineiden hinnat suuremmat)?
4. Millaisia tukivoimia esimerkkirakennuksen vesikatolle perustettavasta sääsuojasta aiheutuu?
  - a. Miten tukivoimat kasvavat sääsuojan koon kasvaessa? (yli 100m<sup>2</sup>, yli 200m<sup>2</sup>, yli 400m<sup>2</sup> jne.) Ei tarvitse olla tarkkaa tietoa, mutta kokoluokka.
  - b. Mitä erilaisia lisätukirakenteita on yleensä käytetty? (Esimerkki-kohteen mallina olleessa kohteessa tukirakenteina 52 kpl 120x120x8 teräsputkesta tehtyjä L-tukia, jotka hitsattu kiinni rakenteisiin; olisiko mahdollisesti ollut joku toinen helpompi tapa?)
  - c. Missä vaiheessa tuulikuorma alkaa vaatia erityistä huomiota? Rakennuksen korkeus, sääsuojan koko, muu vaikuttava tekijä?
  - d. Elementeissä valmiina olevat kiinnityspisteet/tukirakenteet? Onko tietoa tai kokemuksia toimivuudesta?
5. Sama tilanne kuin edellä, mutta parvekelaattoihin tai kiinnityskonsoleihin tuettu sääsuoja?
6. Mitä omia huomioita vastaavanlaisista rakenteista olet tehnyt?
  - a. Mitä etuja tai haittoja niissä on?
  - b. Mitkä ovat yleisimpiä ongelmakohtia, jotka tilaajayritys olisi omalla toiminnallaan voinut välttää?

## Laskelmapohja

Rakennuksen mitat		Täytä keltaiset ruudut						
Seinä 1	17,4	m	Seinien lkm	2				
Seinä 2	17,4	m		2				
Seinä 3	0	m		0				
Seinä 4	0	m		0				
Seinä 5	0	m		0				
Korkeus <16m	16	m						
Korkeus 16m<26m	4	m						
Korkeus >26m	0	m						
Telineen leveys	1,4	m						
<b>Telinekustannukset</b>								
Teline m² <16m	1158	m²						
Teline m² 16m<26m	290	m²	Kerroin	1,1				
Teline m² >26m	0	m²	Kerroin	1,2				
<b>Teline m² yhteensä</b>	<b>1448</b>	<b>m²</b>						
<b>Työmenekki</b>		RAM	4					
Pystytys	0,102	tth/m²	150,6	tth	4,7	tv		
Purku	0,061	tth/m²	90,1	tth	2,8	tv		
Peittäminen	0	tth/m²	0,0	tth	0,0	tv		
<b>Yhteensä</b>			<b>240,7</b>	<b>tth</b>	<b>7,5</b>	<b>tv</b>		
<b>Työkustannukset</b>	<b>12</b>	€/pystytys ja purku teline-m²						
Pystytys	63 %	11091 €						
Purku	37 %	6633 €						
Peittäminen	0 %	0 €						
<b>Yhteensä</b>		<b>17724 €</b>	Tuntihinta	73,62	€/h			
Hinta jos tuntihinta(€/h)=	40	9630 €						
<b>Vuokra</b>								
Telinevuokra	0,085	€/teline-m²/vrk	123,08	€/vrk				
Vuokra-aika	30	vrk						
Vuokrakulut yhteensä	3692	€						
<b>Telinekustannukset yhteensä</b>			<b>21415,92</b>	<b>€</b>				

<b>Sääsuojan kustannukset</b>							
Pituus	17,4	m					
Leveys	17,4	m					
Sääsuojan koko	302,8	m <sup>2</sup>					
Työmenekki		RAM	2				
Pystytys	0,064	tth/m <sup>2</sup>	19,4	tth	1,2	tv	
Purku	0,035	tth/m <sup>2</sup>	10,6	tth	0,7	tv	
<b>Työkustannukset</b>	<b>14</b>	€/pystytys ja purku m <sup>2</sup>					
Pystytys	65 %	2740 €					
Purku	35 %	1499 €					
<b>Yhteensä</b>		<b>4239 €</b>					
<b>Vuokra</b>							
Materiaalivuokra	0,15	€/m <sup>2</sup> /vrk	45,41	€/vrk			
Vuokra-aika	30	vrk					
Vuokrakulut	1362	€					
<b>Sääsuojakustannukset yht.</b>	<b>5601,06</b>	<b>€</b>					
<b>Rahtikulut</b>	<b>400</b>	teline-m <sup>2</sup> /kuorma					
Telineet:							
Kuljetuskustannus	1	€/teline-m <sup>2</sup>					
Telinemäärä	1448	teline-m <sup>2</sup>					
Kuljetusmäärä	3,6						
Tarvittava kuljetusmäärä	4						
Rahtikulut	1448	€					
Sääsuoja:							
Kuljetuskustannus	1,5	€/m <sup>2</sup>					
Sääsuojan koko	303	m <sup>2</sup>					
Kuljetusmäärä	0,8						
Tarvittava kuljetusmäärä	1						
Rahtikulut	454	€					
<b>Rahtikulut yhteensä</b>	<b>1902</b>	<b>€/suunta</b>					
<b>Yhteenveto</b>							
	Koko/m <sup>2</sup>	Työt	Vuokra	Vuokra-aika/vrk	Kokonaishinta		
Telineet	1448	17 724 €	3 692 €	30	21 416 €		
Sääsuoja	303	4 239 €	1 362 €	30	5 601 €		
Rahti molempiin suuntiin					3 804 €		
<b>Kustannukset yhteensä</b>					<b>30 821,26 €</b>		