

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2021

Josefiina Niemi

# RAKENNE- JA ELEMENTTISUUNNITTELUN OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN TUOTANNON NÄKÖKULMASTA

– Pohjola Rakennus Oy Suomi

Josefiina Niemi

# RAKENNE- JA ELEMENTTISUUNNITTELUN OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN TUOTANNON NÄKÖKULMASTA

– Pohjola Rakennus Oy Suomi

Onnistuneen rakennushankkeen edellytyksenä on huolellisesti tehty suunnittelu ja laadukkaat konkreettiset suunnitelmat. Rakennusprojektissa laadukkaaseen lopputulokseen pääseminen ja asetettujen tavoitteiden saavuttaminen vaatii yleensä resurssien eli suunnittelijoiden, materiaalien ja kustannusten hallintaa. Rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksella pyritään ohjaamaan suunnitteluprosessia kohti hankkeelle asetettuja tavoitteita sekä laadukkaita suunnitelmia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tilaajan eli Pohjola Rakennus Oy Suomen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjausprosessin kehittäminen tuotannon kannalta tehokkaampaan ja turvallisempaan suuntaan. Yrityksen toiminnan painottuessa uudis- ja kerrostalotuotantoon työn aihe on rajattu käsittelemään omaperusteisen kerrostalotuotannon rakenne- ja elementtisuunnittelua sekä niiden ohjausta.

Laadullinen tutkimus toteutettiin perehtymällä kirjallisuuteen ja keräämällä aineistoa etäyhteyden välityksellä pidetyillä teemahaastatteluilla. Eri puolilta Suomea Pohjola Rakennus Oy Suomen eri positioissa työskenteleviltä henkilöiltä saatujen vastausten perusteella selvitetään tuotannon asiat, jotka yrityksen rakenne- ja elementtisuunnitteluvaiheessa huomioidaan tällä hetkellä ja asiat, jotka tulee huomioida tulevaisuudessa. Haastatteluissa selvitettiin myös jokaisen kaupungin parhaimmat tuotannon toteuttamiseen liittyvät vinkit tilaajan määrittelemiin teemoihin eli työmaasähköön ja -veteen, valaistukseen, sää- ja putoamissuojaukseen sekä aluesuunnitteluun liittyen. Opinnäytetyön tuotoksena syntyi ohjeistus suunnittelun ohjauksen tueksi ja työmaan avuksi.

Yrityksen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjausprosessi kaipaa yhtenäistämistä. Tuotannon osallistaminen hankkeeseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, virheettömät ja laadukkaat suunnitelmat sekä detaljitason asioiden huomioiminen suunnitteluvaiheessa ovat asioita, joita projektipäälliköiden tulee jatkossa painottaa suunnittelun ohjauksessa huomioidakseen, helpottaakseen ja tehostaakseen tuotantoa. Tulevaisuudessa olisi hyvä luoda yritykselle sisäinen verkkoalusta, jonka avulla voidaan jakaa tietoa hankkeiden onnistuneista ja epäonnistuneista ratkaisuista sekä yhtenäistää kaupunkien välisiä toimintatapoja.

## ASIASANAT:

suunnittelun ohjaus, rakennesuunnittelu, elementtisuunnittelu, projektinjohto, rakentaminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil and construction Engineering

2021 | 70, 1

Josefiina Niemi

# STRUCTURAL AND ELEMENT DESIGN DEVELOPMENT FROM A PRODUCTION PERSPECTIVE

- Pohjola Rakennus Oy Suomi

Careful, skillful, and concrete planning are the requirements for a successful construction project. Reaching a quality outcome, and meeting the set goals typically requires resource management, i.e., the management of materials, designs, and expenses. The aim of supervising the structure and element planning is to direct the planning process towards the set goals and high-quality plans.

The aim of this custom thesis for Pohjola Rakennus Oy was to develop their structure and element planning towards a safer and more efficient production. The topic of this thesis is limited to the structure and element planning of the company housing production, since the company specializes in this area.

This qualitative research is based on literature and on remote access interviews. The main aim of the interviews was to determine what is considered in the company structure and element planning already, and what needs to be considered in the future. The information was gathered from employees working around Finland in different positions in the production of apartment buildings. Another objective of the interviews was to learn, from each town involved in the interviews, the best tips for executing client-defined themes i.e. construction electricity, water source, lighting, weather and falling protection, and location planning. As an output, this thesis defined a set of instructions to help the planning and the construction areas on these themes.

The result from this thesis is that the structure and element planning process needs standardization. To enhance and ease the production of apartment buildings, involvement of the responsible site manager and construction manager early in the planning process, flawless and high-quality designs, and noticing details are all matters of the planning stage that require attention from the project management. In the future, Pohjola Rakennus Oy should create an internal platform for sharing project failures and successes, since it could help in standardizing procedures within different locations in Finland.

## KEYWORDS:

construction management, design management, element design, structural design

# SISÄLTÖ

<b>SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
1.1 Aihe ja rajaus	8
1.2 Työn tavoitteet	10
1.3 Sisältö ja rakenne	10
<b>2 SUUNNITTELUN OHJAUS</b>	<b>11</b>
2.1 Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus	12
2.2 Suunnittelun ohjauksen vaikutus hankkeen toteutukseen	13
2.3 Rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjaus	13
<b>3 RAKENNE- JA ELEMENTTISUUNNITTELU</b>	<b>15</b>
3.1 Rakennesuunnittelu	15
3.2 Elementtisuunnittelu	16
3.3 Suunnitelmat ja niiden sisältö lyhyesti	16
<b>4 POHJOLA RAKENNUS OY SUOMEN SUUNNITTELUN OHJAUSPROSESSI</b>	<b>18</b>
4.1 Kohdekohtainen suunnittelun ohjaus	18
4.2 Yrityksen ohjeistus kerrostalon suunnittelua varten	21
4.3 Yrityksen ohjeistus rakenne- ja elementtisuunnitteluun	22
<b>5 RAKENNE- JA ELEMENTTISUUNNITTELUN OHJAUS</b>	<b>26</b>
5.1 Päälliköiden haastattelu	26
5.2 Haastattelujen analysointi	28
<b>6 TUOTANTOLÄHTÖINEN NÄKÖKULMA</b>	<b>30</b>
6.1 Yrityksen sisäinen ohjeistus suunnittelun ohjauksessa huomioitavista asioista	30
6.2 Henkilökohtainen lista suunnittelun ohjauksessa huomioitavista asioista	31
6.3 Aluesuunnitelma suunnittelun ohjauksessa	33
6.4 Tuotannon kannalta paras ajankohta aluesuunnitelman tekemiseen	35
6.5 Tuotannon tehokkuus rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa	36
6.6 Tuotantoa helpottava teknologia	38
6.7 Työmaapäällikön rooli ja tuotannon asiat rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa	38

6.8 Tuotannon turvallisuusasioiden huomioiminen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa ja suunnitelmissa	41
6.9 Putoamissuojauksen suunnittelu	43
6.10 Sääsuojausten huomioiminen suunnittelun ohjauksessa, suunnitelmissa sekä tuotannossa	48
6.11 Työmaasähkön, -veden ja sähköistysuunnitelman huomioiminen suunnittelun ohjauksessa	54
6.11.1 Työmaavesi- ja sähkö	55
6.11.2 Mahdollisiin vesivahinkoihin varautuminen	59
6.12 Valaistus	60
6.13 Muut haastatteluissa esiin nousseet tärkeät asiat rakenne- ja elementtisuunnittelua ajatellen	63

## **7 LAADUKKAAT SUUNNITELMAT VALMISTELEVAT ONNISTUNEEN PROSESSIN**

**67**

### **LÄHTEET**

**69**

## **LIITTEET**

Liite 1. Ohjeistus rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksen kehittämiseen.  
Liite 2. Haastattelukysymykset.

## **KUVAT**

Kuva 1 - Pohjola Rakennus Oy Suomen suunnitteluprosessin vaiheet.	20
Kuva 2 - Pohjola Rakennus Oy Suomen suunnitteluprosessin päätöksentekopisteet ja päätöksentekijät.	21
Kuva 3 - Villavälikaiteen asennustapa.	45
Kuva 4 - Parvekkeen putoamissuojaus, kuorielementtikaide.	46
Kuva 5 - Ikkuna-aukon putoamissuojaus.	46
Kuva 6 - Porraskäytävän putoamissuojaus, holvinreunakaide.	47
Kuva 7 - Hissikuilun putoamissuojaus.	47
Kuva 8 - Elementin sääsuojaus muovilla.	52
Kuva 9 - Työmaaveden kuljettaminen hormissa.	57
Kuva 10 - Työmaasähkön ja -veden kuljettaminen massiivilaatan läpi.	57
Kuva 11 - Työmaasähkön kuljettaminen portaiden yhteydessä.	58
Kuva 12 - Valaistus ledinauhalla porraskäytävässä.	61
Kuva 13 - Valaistus ledinauhalla porraskäytävässä.	62

Kuva 14 - Elementtitappi.  
Kuva 15 - Raudat oviaukon kuljetustukina.

66  
66

## SANASTO

lappukuva	elementin mittapiirustus
PROFIO	toiminnanohjausjärjestelmä tuotannon, hankintojen, projektien ja myynnin ohjaamiseen
PROP	Pohjola Rakennus Oy Suomen toimintajärjestelmäalusta
reikäpiirustus	piirustus, jossa esitetään talotekniset läpiviennit
työmaapäällikkö	yrityksessä käytössä oleva termi vastaavalle työnjohtajalle
VNA	valtioneuvoston asetus

# 1 JOHDANTO

Laadukas rakentaminen lähtee liikkeelle hyvästä suunnittelun laadusta. Rakennushankkeen suunnitelmien sekä rakennustoimien vastatessa tilaajan toiveita ja tarpeita, täytäten samalla viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset, voidaan puhua laadukkaasta suunnittelusta. Turvallisen rakentamisen takaavat ristiriidattomat ja toteutuskelpoiset suunnitelmat, jotka ovat riittävän tarkkoja työmaan tarpeisiin. Laadukkaasti tehdyssä suunnittelussa huomioidaan rakennuksen koko elinkaaren aikainen käyttötarve sekä tulevaisuuden käyttäjät. Tuotannon laatu näkyy rakentamisen aikataulun ja kustannustavoitteiden mukaisena toteutuksena turvallisuutta, laadukasta työtä ja hyvää rakennustapaa unohtamatta. (Ratu KI-6029, 2016.)

Pohjola Rakennus Oy Suomi on vuonna 1989 perustettu suomalainen yritys, jonka toiminnan pääpaino on asuinkerrostalojen rakentamisessa. Yritys on yksi Suomen suurimmista rakennusalalla ja ensimmäisistä projektinjohtourakoinnin käyttöönottajista. Pohjola Rakennus Oy Suomella on kustannusten hallintaan liittyvä strategia, joka pitää sisällään tavoitteet huolellisella suunnittelulla tavoiteltuun lopputulokseen pääsemisestä sekä keskitetystä ja tarkasta projektinjohtosta. (Pohjola Rakennus Oy Suomi 2021.)

## 1.1 Aihe ja rajaus

Opinnäytetyön aiheena on Pohjola Rakennus Oy Suomen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksen kehittäminen tuotannon näkökulmasta. Aihe on muotoutunut tilaajan eli Pohjola Rakennus Oy Suomen edustajan kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Kiinnostus hankkeen alkuvaiheessa tehtävien päätösten vaikutuksista tuotannon toteuttamiseen ja turvallisuuteen sekä tilaajan tarve suunnittelun ohjausprosessin kehittämisestä tuotantolähtöisempään suuntaan, rakentamisen helpottamiseen ja tehostamiseen, loivat pohjan opinnäytetyölle.

Rakennushankkeen toteutusmuoto tarkoittaa tapaa, jolla hanke hankitaan, kilpailutetaan, suunnittelutetaan ja toteutetaan. Toteutusmuoto määrittää tavan sopia hankkeeseen liittyvistä vastuuasioista ja kaupallisista ehdoista sekä tavan hankkia rakennuttamis- ja suunnittelupalvelut sekä urakoitsijat. Hankintojen lisäksi toteutusmuodon perusteella määräytyvät sopimusperusteet, vastuun jakautuminen ja johtamisen periaatteet. Muodon valinta on päätös suunnittelu- ja urakkamuodon käyttämisestä.



Suunnittelumuoto määrittelee muun muassa suunnittelijoiden sopimussuhteen rakennuttajaan ja urakoitsijoihin. Suunnittelutehtävien sisältö ja laajuus määritellään suunnittelusopimuksessa ja urakkamuoto määrittelee ehdot urakoitsijoiden kanssa toimimiseen. (RT 10-11223, 2016.) Opinnäytetyön aihe on rajattu käsittelemään Pohjola Rakennus Oy Suomen omaa asuntotuotantoa ja tarkemmin ottaen urakkamuotoja, joissa toteuttaja eli tässä Pohjola Rakennus Oy Suomi vastaa urakoinnin lisäksi myös suunnittelusta. Työn pääasiallisena tarkoituksena on kehittää yrityksen sisäistä suunnittelun ohjausprosessia.

Kaikista rakennushankkeen kustannuksista jopa 80–90 % kiinnitetään jo suunnitteluvaiheen aikana. Kokonaiskustannuksissa sekä aikataulussa pysyminen on pitkälti kiinni suunnitteluratkaisuista, ja oikeustapaukset osoittavat suunnittelun päävastuun olevan rakennuttajalla suunnittelijoiden sijaan (Koskenvesa 2012, 194). Suunnittelun ohjauksen lähtiessä liikkeelle projektipäällikö kokoaa suunnittelua varten lähtötiedot, joiden perusteella suunnittelijat määrittelevät rakennukselle raamit osana rakenne- ja elementtisuunnittelua. Koska rakenne- ja elementtisuunnittelu on hankkeen kannalta merkittävässä asemassa, myös työn aihe on rajattu koskemaan kyseisiä suunnittelulajeja ja niiden ohjausta. Rajaukseen on osaltaan vaikuttanut myös Pohjola Rakennus Oy Suomen tavoite kehittää tuotantoaan mahdollisimman pitkälle valmisosarakentamisen suuntaan.

Ennen tutkimuksen aloittamista tilaajan kanssa tarkennettiin tärkeimmät ja yrityksen tuotannon kannalta hyödyllisimmät aiheet, joita opinnäytetyössä tulee käsitellä. Teemoiksi määräytyivät työmaaveteen ja -sähköön, putoamis- ja sääsuojaukseen, valaistukseen sekä aluesuunnitteluun liittyvät asiat, joihin perehdytään projektin johdon sekä tuotanto-organisaation näkökulmasta. Tarkoituksena on tutkia, miten projektipäällikön tulee ottaa huomioon aihealueet suunnittelua ohjattaessaan, ja toisaalta selvittää myös, minkälaisen työn tekemiseen vaikuttavien asioiden huomioiminen jo suunnitteluvaiheessa lähtötietomateriaaleja laadittaessa on tuotannon puolen henkilöstön mielestä tärkeää.

Opinnäytetyön aiheesta tärkeän tekee laadukkaan suunnittelun suora vaikutus rakentamiseen laatuun, arkeen, turvallisuuteen sekä tuotannon tehokkuuteen. Tuotanto-organisaation eli tässä tapauksessa työpäällikön tai työmaapäällikön toivotat ja käytännön työtä helpottavat elementteihin sekä rakenteisiin suunniteltavat yksityiskohdat tulee huomioida jo suunnittelua ohjattaessa ja kuvia tehtäessä. Riittävän aikaisessa vaiheessa huomioidut detaljit tulevat merkityiksi suunnitelmiin ja sitä kautta tehdyiksi rakenteisiin. Tuotantoa voidaan helpottaa ja tehostaa kehittämällä suunnittelun ohjausta osana

yrittäjien suunnitteluprosessia. Tuotantoprosessin tehostuminen vaikuttaa myös yrityksen toiminnan tehokkuuteen.

## 1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön ensisijaisena tarkoituksena on selvittää, miten Pohjola Rakennus Oy Suomen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjausprosessia voitaisiin kehittää huomioiden tuotantoa paremmin jo suunnitteluvaiheessa. Tarkasteluun otetaan jokaisen kaupungin, jossa yritys toimii, tuotannon toteuttamiseen liittyvät käytännön asiat. Tavoitteena on tutkia suunnittelun ohjausprosessia ja selvittää, millä tavoin tuotannon asiat näkyvät tällä hetkellä ja miten niitä voidaan tulevaisuudessa korostaa entistä enemmän. Lopuksi on tarkoituksena koota yhteen selkeä ja yksinkertainen ohjeistus parhaimmista, fiksuimmista ja turvallisimmista toteutustavoista valittuihin teemoihin liittyen.

## 1.3 Sisältö ja rakenne

Työssä käsitellään ensin rakenne- ja elementtisuunnittelua sekä suunnitelmiin merkattavia asioita kirjallisuudesta kerättyjen tietojen valossa, minkä jälkeen perehdytään suunnittelun ohjaukseen käsitteenä ja Pohjola Rakennus Oy Suomen tapaan viedä kerrostalohankkeen suunnittelua eteenpäin. Tutkimuksen tarkastelu aloitetaan tutkimusmenetelmistä. Varsinaisen tutkimusosuuden käsittely on jäsennelty tilaajan määrittelemien teemojen mukaisesti. Ensin perehdytään vastauksiin, jotka on saatu valmiiksi laadittujen haastattelukysymysten perusteella. Seuraavaksi käsitellään muita haastatteluissa esiin tulleita tuotantoon liittyviä asioita, jotka koetaan tärkeiksi jo suunnittelun ohjauksessa. Lopuksi koko prosessi kootaan yhteen ja tärkeimmät esiin nousseet asiat kerätään suunnittelun ohjauksen avuksi liitteen 1 mukaiseksi ohjeistukseksi.

Suunnittelun ja koko rakennushankkeen onnistumisen kannalta suunnittelun ohjauksen merkitys on huomattava. Suunnitteluvaiheessa määritellään koko hankkeen sisältö sekä aikataulutukseen ja kustannuksiin vaikuttavat valinnat, minkä takia yritystoiminnan näkökulmasta suunnittelun ohjausprosessin kehittäminen ja tuotannon tehostaminen korostuvat. Suunnitteluvaiheen merkitykseltä vaikuttavat valinnat voivat kasvaa todella merkittäviksi asioiksi rakennusvaihetta ja työmaata ajateltaessa.

## 2 SUUNNITTELUN OHJAUS

Yleensä projektin onnistumisen edellytyksenä on hyvä johtaminen, mikä tarkoittaa resurssien eli tässä tapauksessa rakennushankkeen suunnittelijoiden, materiaalien ja kustannusten hallintaa asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 6). Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia rakennuksen suunnittelusta sekä rakentamisen säännösten, määräysten ja myönnetyn rakennusluvan mukaisuudesta (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999/132, 119 §). Suunnittelua ohjataan ja johdetaan suunnittelutavoitteiden varmistamiseksi niin, että tilaajan asettamat tavoitteet ja rakentamiselle asetetut vaatimukset täyttyvät (RT 13-10860, 2005).

Rakennushankkeen suunnittelu etenee vaiheittain tarveselvityksestä hankesuunnittelun suurten linjojen eli laajuuden, toimivuuden, laadun sekä kustannusten ajoituksen luomiseen. Hankesuunnittelun jälkeen valmistellaan suunnittelu eli tehdään suunnittelupäätös ja -sopimukset valittujen suunnittelijoiden kanssa. Yhteistyö suunnittelijoiden kanssa aloitetaan ehdotussuunnittelusta, mikä tarkoittaa vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen, kuten rakennetyyppien ja toteutustapojen, laatimista hankkeelle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Ehdotussuunnittelusta edetään yleissuunnitteluun, minkä tuotoksena syntyvät hyväksytyt toteutuskelpoinen yleissuunnitelma ja pääpiirustukset, jotka määrittelevät rakennuksen kiinteän perusosan ja mahdollisesti erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi.

Rakennuslupavaiheen ja luvan saamisen jälkeen siirrytään kaksivaiheiseen toteutus-suunnitteluun, mikä pitää sisällään sekä hankintoja että rakentamista varten tehtävien suunnittelukokonaisuuksien laatimisen. Hankintoja varten suunnittelukokonaisuus tehdään sellaisella tarkkuudella, että toteutuskustannukset saadaan laskettua. Toisessa vaiheessa yleissuunnitelmat täydennetään toteutusvaiheessa tarvittaviksi mittatarkoiksi suunnitelmiksi ja tuoteosamäärittelyiksi. Rakentamista varten luodaan myös täydentävät detaljitason suunnitelmat. Käytännössä toteutussuunnittelussa tehdään rakennesuunnitelmat, jotka sisältävät esimerkiksi betonielementtirunkorakenteiden suunnittelun, ja sovitetaan reikä- sekä varauspiirustuksia koskevista toimintatavoista, vastuista sekä aikatauluista. Erikseen tilattavina tehtävinä rakennesuunnitteluun voidaan sisällyttää myös tuotantoon liittyviä asioita, kuten työnaikaiset kiinnitykset, haalausreittien suunnittelu, väliaikaiset varastoinnit tai toteutettavuuden ja aikataulujen visualisointi. (RT 103087, 2019.)

## 2.1 Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus

Suunnittelun ohjaus tarkoittaa suunnittelijoiden tiivistä ohjaamista yhteensopivien ja asetettujen tavoitteiden mukaisten suunnitteluratkaisujen saavuttamiseksi. Ohjaukseen liittyy kiinteästi suunnittelun valvonta, minkä avulla seurataan suunnitteluprosessin ja suunnitelmien kehittymistä, tarkastamista sekä raportointia. Rakennuttamisen toimeenpaneva ryhmä vastaa suunnittelun ja rakentamisen johtamisesta, mikä pitää sisällään hankkeen toiminnallisuuteen, talouteen, laatuun ja aikatauluun liittyvien tavoitteiden toteuttamisen. (RT 13-10860, 2005.)

Johtamisen näkökulmasta suunnittelun ohjauksen tarkoituksena on ennen kaikkea prosessin lopputuloksen liiketoiminnallisesta kannattavuudesta huolehtiminen. Johtamisen keinoin huolehditaan suunnitelmakokonaisuuden riittävästä laajuudesta, ristiriidattomuudesta sekä alussa asetettujen ja matkan varrella täsmennettyjen tavoitteiden mukaisuudesta. Suunnittelun laadun tulee yltää vaaditulle tasolle ja suunnittelua johtamalla pyritään ohjaamaan päätöksentekoon osallistuvien osapuolten toimintaa omien tavoitteiden saavuttamisen lisäksi kohti hankkeen yhteisten kokonaistavoitteiden täyttämistä. (RT 13-10860, 2005.)

Rakennushankkeen suunnittelua johdettaessa tulee ottaa huomioon hankkeen eri osapuolten tavoitteet sekä näkökulmat hankkeen luonteen mukaisesti. Rakenne- ja elementtisuunnittelua johdettaessa eri osapuolten näkökulmista tärkeimmiksi nousevat urakoitsijoiden sekä materiaali- ja tuoteosatoimittajien näkökulmat. Tarkemmin sanottuna dokumenttien sekä mallien suunnitteluratkaisujen tulee olla toteutuskelpoiset, eri tuotantotekniikat huomioiden, ja rakentamista varten luodun tietosisällön tulee olla virheetön, ristiriidaton ja kattava. Lisäksi työvaiheiden luovutukset urakoitsijalle tulee tapahtua suunnittelu-, hankinta- ja rakennusaikataulujen mukaisesti. Rakenne- ja elementtisuunnitteluun liittyvät olennaisesti myös rakennuttajan, omistajan, rahoittajan sekä käyttäjän näkökulmat, koska rakennuttajan toiminta- ja kiinteistöstrategiat sekä käyttäjien tarpeet muovaavat rakennushankkeen suuret linjat asuntopohjien suunnittelusta rakenneratkaisuihin. (RT 13-10860, 2005.)

## 2.2 Suunnittelun ohjauksen vaikutus hankkeen toteutukseen

Rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjaamisessa johtamisen perustehtävistä korostuvat etenkin hallinnollisella tasolla valmisteluvaiheen tavoitteiden ja vaihtoehtojen määrittäminen sekä operatiivisella tasolla suunnittelutyön johtaminen. Suunnitelmien ja lähtötietojen tarkastaminen luo perustan toimivan hankkeen onnistuneelle läpiviennille sekä työvaiheita seuraavien vaiheiden onnistumiselle. Lähtötietojen pohjalta tarkennetaan esimerkiksi tilaajan asettamia, arkkitehtonisia sekä teknisiä tavoitteita ja urakoitsijan edellytykset työn onnistuneelle suorittamiselle tarkistetaan. Tuotannon näkökulmasta suunnittelun ohjauksessa tärkeään rooliin nousevat myös tuotantotapaan ja valmistettavuuteen liittyvät perustavoitteet. Vaihtoehtojen määrittelyssä toteutuksen kannalta olennaista on tuotantotavan valinta tuotannon näkökulma ja toiveet huomioon ottaen. (RT 13-10860, 2005.)

Operatiivisella tasolla suunnittelujohdon aktiivisuus kohdetta ja ympäristöä koskevan uuden tiedon hankkimiseksi sekä välitavoitteiden luominen, seuraaminen ja niihin reagoiva johtaminen edistävät virheettömämpään lopputulokseen pääsemistä. Toteutusvaiheen kannalta on olennaista huomata ja korjata suunnitelmien virheet jo suunnitteluvaiheessa. Virheiden löytäminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa antaa suunnittelijoille mahdollisuuden parempien ja oikeanlaisten ratkaisujen suunnitteluun alkuperäisen aikataulun puitteissa. Välitavoitteiden sisällyttäminen johtamiseen auttaa projektinjohtoa seuraamaan suunnitelmien kehittymistä. Seuraaviin suunnitteluvaiheisiin valmistauduttaessa suunnittelujohdon tulee kerätä suunnitteluryhmältä ja hankkeen muilta osapuolilta hankkeeseen ja suunnitteluun liittyviä ideoita sekä palautetta, minkä avulla suunnittelua voidaan viedä eteenpäin. (RT 13-10860, 2005.)

## 2.3 Rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjaus

Elementtisuunnittelun ohjaus lähtee liikkeelle elementtien valmistuksen tarjouspyyntövaiheesta, jolloin elementtitehtailta pyydetään tarjouksia rakennesuunnittelijan laatimien tarjouspyyntöasiakirjojen eli arkkitehtisuunnitelmien, elementtien kuormitustietojen, tyyppisimpien rakenneratkaisujen sekä perusdetajien perusteella. Suunnitelmien tulee olla riittävän valmiit ja sisältää muun muassa julkisivut kaavioineen ja pintatietoineen, oleellimmat leikkaukset sekä tehtävien reikien ja varausten määrät. Lisäksi kohteesta tarvitaan tarpeeksi tyyppielementtipiirustuksia kattavan kuvan saamiseksi. Piirustuksiin

tarjouspyyntövaiheen jälkeen tehtävät muutokset sovitaan yleensä tehtaan kanssa erikseen. (Betoniteollisuus ry 2021.)

Tärkeä osa rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjausta ovat aikataulut ja niiden ohjaus. Jo rakennushankkeen yleisaikataulua tehtäessä tulee huomioida sekä aikataulullisesti että taloudellisesti merkittävimmät tehtävät, joihin elementtirunko suunnitelmiseen lukeutuu. Rakennushankkeen aikataulusta tulee varata riittävästi aikaa elementtien valmistamiseen sekä kuljettamiseen prosessin kestäessä huomattavan pitkään – yleensä vähintään 3–4 kuukautta. Elementtien hankinnan yhteydessä tehtaan kanssa sovitaan päivämäärä, jolloin tuotantopiirustusten ja luetteloiden on viimeistään oltava perillä. Pienempien rakennushankkeiden kohdalla piirustukset lähetetään kerralla ja suuremmissa suositellaan kuvien jakamista lohkoerien tai jaksojen mukaan. Projektinjohdon tulee seurata aikataulun etenemistä ja suunnittelijalla on velvollisuus ilmoittaa viipymättä tilaajalle ja elementtien valmistajalle, mikäli hän ei saa lähtötietoja sovitusti. Aikataulua laadittaessa tulee myös huomioida asennussuunnitelma ja elementtien alustava asennusjärjestys. (Betoniteollisuus ry 2021.) Asennukseen liittyvien tietojen avulla voidaan tarvittaessa tarkentaa elementtien uudet suunnittelu- ja piirustusaikataulut sekä elementtien valmistusjärjestys tehtaalla.

Suunnittelun ohjauksessa erityisen tärkeässä roolissa on projektipäällikön kokoamien suunnittelun lähtötietojen laadun ja oikeellisuuden varmistaminen. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on velvollisuus huolehtia lähtötietojen kattavuudesta ja tarkentaa sekä täsmentää tietoja vaiheittain suunnitteluprosessin edetessä. (RT 10-11284, 2017.) Tehdyt suunnitelmat tulee tarkastaa ja suunnittelijan vastuulla on informoida niin elementtitehdasta kun tilaajaakin mahdollisista tarjouspyyntövaiheen jälkeen asiakirjoihin tehtävistä muutoksista jo ennen niiden tekemistä. Elementtipiirustuksen tarkoituksena on kuvata kaikki tarvittavat elementin valmistukseen ja rakenteen käyttöön liittyvät tiedot, minkä vuoksi niissä ei tule käyttää erillisiä viittauksia muihin asiakirjoihin. Piirustuksissa tulee näkyä leikkausnuolet, runkoelementtien kohdalla jonomitoitus sekä päämitat mittaivoin niin, että alku- ja loppupäät ovat selkeästi selkeästi tulkittavissa. Kaikki elementtipiirustuksiin tehtävät muutokset tulee merkitä nimiöön, piirustukseen ja luetteloon. Samat muutokset tulee tehdä myös taulukoihin ja toimittaa elementtitehtaalle kirjallisesti suunnittelijan allekirjoittamana. Elementeistä laadittavissa elementtiluetteloissa tulee olla merkittynä tunnuksset, päämitat sekä määrät. (Betoniteollisuus ry 2021.)

### 3 RAKENNE- JA ELEMENTTISUUNNITTELU

Onnistuneen rakennushankkeen edellytyksenä on huolellisesti tehty suunnittelu ja konkreettiset suunnitelmat. Suunnitteluvaiheessa määritellään koko hankkeen sisältö ja valinnat, jotka vaikuttavat niin aikataulutukseen kuin kustannuksiinkin. (Leppänen 2016, 30.)

Rakentamista koskevat suunnitelmat tulee laatia niin, että ne täyttävät lain, säännösten ja määräysten vaatimukset sekä noudattelevat hyvää rakennustapaa (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 120 §). Pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu rakennushankkeen suunnitelmien laadusta ja tarpeet täyttävästä laajuudesta huolehtiminen siten, että suunnittelulle ja rakentamiselle asetetut vaatimukset täyttyvät. Pääsuunnittelijan tulee huolehtia siitä, että kaikki suunnittelijat tietävät omat suunnitteluvastuunsa ja toimivat yhteistyössä keskenään. Pääsuunnittelijan tulee myös huolehtia suunnitteluprosessille varatun ajan riittävydestä ja siitä, että suunnitelmat tulevat tehdyksi yhteensopivina sekä ristiriidattomina. (Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895, 48 §.)

#### 3.1 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelijan vastuulla on rakennuksen rakennustekniset suunnittelutehtävät, joihin kuuluvat niin perustuksiin, rakenneratkaisuihin, rakenteiden mitoittamiseen kuin toteutettavuuteen, rakennusteknisiin ja rakennusfysikaaliseen toimivuuteen liittyvät tehtävät. Rakennesuunnittelijan tulee työssään huomioida myös elementtiasennukseen ja tilapäisiin rakenteisiin liittyvät työturvallisuusasiat. (RT 10-11222, 2016.)

Suunnittelijalta edellytetään kohteen tarvittavista lähtötiedoista huolehtimista, oman alan suunnitelmien, piirustusten ja muiden asiakirjojen laatimista sekä rakennustyön aikana ilmenneiden muutosten tekemistä suunnitelmiin. Rakennesuunnittelijan toimenkuvaan kuuluvat myös rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden laatiminen oman suunnittelualan osalta sekä suunnittelijalle mahdollisesti määrätyn rakennustyön valvonnan hoitaminen. (RT 103087, 2019.) Työturvallisuuslaki edellyttää rakennesuunnittelijaa huomioimaan rakentamiseen liittyvissä suunnitelmissaan rakennustyötä suorittavan henkilöstön terveys- ja turvallisuusasiat riittävässä laajuudessa (Työturvallisuuslaki 2002/738, 57 §).

Rakennesuunnittelun tehtävälisässä suunnittelijan veloitetaan suunnittelemaan valmiiksi runkorakenteisiin liittyvät eristykset lämpöä, kosteutta ja vettä ajatellen. Rakennesuunnitteluun kuuluu myös betonielementtien toteutusasiakirjojen laadinta hankkeen vaatimassa laajuudessa. Erikseen tilattavina töinä suunnitteluun voidaan sisällyttää erilaisten dokumenttien ja suunnitelmien tekemistä. Tällaisia lisätöitä ovat esimerkiksi betonielementtirunkorakenteet sekä määriin ja kustannuksiin liittyvät erilliset teräs- ja liittorunkorakenteiden suunnitelmat. (RT 103087, 2019.)

### 3.2 Elementtisuunnittelu

Elementtisuunnittelijan vastuulla on elementtien rakenteellinen suunnittelu annettujen lähtötietojen mukaan. Hänen tulee varmistaa elementtien rakenne-, arkkitehti- ja LVIS-suunnitelmien yhteensopivuus. Elementtisuunnittelun tilaaja, eli tässä Pohjola Rakennus Oy Suomi ja tarkemmin ottaen projektipäällikkö, on vastuussa suunnittelua varten antamiensa lähtötietojen riittävästä kattavuudesta. Jos suunnitelmiin tehdään muutoksia tai täydennyksiä vielä elementtien hankinnan jälkeen, aikatauluun ja kustannuksiin liittyvät asiat tulee käsitellä sopimuksen tehneiden osapuolten kesken. (Betoniteollisuus ry 2021.) Tuoteosasuunnittelijan, eli elementtirungon vastaavan suunnittelijan, tulee laatia betonielementtien käsittelyä, nostoja ja asennusta käsittelevät ohjeet suunnitelmien liiteaineistoksi (RT 10-11011, 2010).

### 3.3 Suunnitelmat ja niiden sisältö lyhyesti

Betonirakenteiden rakennesuunnitelmiin merkitään suunnittelutehtävän laajuuden mukaisesti vähintään seuraavat asiat:

Rakenteisiin liittyen (RT RakMK-21746, 2017)

- betonin seuraamus- ja rasitusluokat sekä rakenteen suunnittelun perusteena oleva käyttöikä
- rakenneosien palokestävyysluokat, ominaiskuormat ja kuormaluokat
- rakenteiden sijainnit ja täydelliset mittatiedot, työsaumojen sijainnit
- toteutus- ja toleranssiluokat
- betonipeitteen nimellisarvo sallittuine mittapoikkeamineen



- raudoitusteräksen ja raudoitusten tunnistetiedot, tankojen lukumäärät, mittatiedot, sijoituspaikat sekä jatkokset
- jänneraudoitteiden punosten ja tankojen lukumäärät, mittatiedot ja jatkokset sekä jännetyyppi ja putkien paikat
- varausten ja kiinnikkeiden sijainnit
- vaatimukset rakenteiden jälkihoidosta sekä sallitut mittapoikkeamatiedot
- mahdollisesti rakenteissa muuten käytettyjen materiaalien vaatimukset.

Betoniin liittyen (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 12)

- betonin lujuusluokka
- laadunvarmistusikä, jos poikkeaa 28 vuorokaudesta
- ylänimellisraja käytetylle kiviainekselle ja sideaineen erityisvaatimukset
- poikkeavat vaatimukset betonin koostumukseen liittyen.

Lisäksi tehtaalla valmistettavien rakenteiden suunnitelmiin merkitään (RT RakMK-21746, 2017)

- betonielementtien painot ja painopisteet
- vähimmäistukien pinnat ja nostolenkit sijoituspaikkoineen
- tarvittavat ohjeet käsittelyyn, tuentaan sekä nostamiseen liittyen
- valmisosien rakennustuotteista tarvittavat tiedot kelpoisuuden ja suunnittelun arviointia varten sekä käytetty CE-merkinnän menetelmä.

Suunnitelmiin tulee merkitä myös muut rakenteisiin kohdistuvat tarpeelliset vaatimukset, joita ovat jälkihoitoon, sallittuihin mittapoikkeamiin ja muihin materiaaleihin liittyvät tiedot sekä muut suunnittelijan tärkeäksi katsomat asiat (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 12). Elementtirakentamisen turvallisuuden takaamiseksi kaikkien suunnitelmien tulee olla kirjallisena työmaalla. Elementtien asennussuunnitelman tekemistä varten rakennesuunnittelijan tulee antaa toteutuksesta vastaavalle taholle riittävät tiedot asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta ja loppullisesta kiinnityksestä, jotta elementtien rakenteellinen vakavuus säilyy läpi asennustyön eri vaiheiden. Rakennesuunnittelijan tulee merkitä tietoihin myös elementtien turvalliseen nostoon ja käsittelyyn, suojakaiteisiin ja muihin turvallisuuteen liittyviin laitteisiin sekä niiden kiinnittämiseen liittyvät asiat. (VNA rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 36 §.)

## 4 POHJOLA RAKENNUS OY SUOMEN SUUNNITTELUN OHJAUSPROSESSI

Pohjola Rakennus Oy Suomi suunnittelee ja rakentaa vuosittain yli 2 000 kotia ympäri Suomen. Yrityksen toiminta perustuu projektinjohtourakointiin ja toiminnan pääpainona on asuinkerrostalojen rakentaminen. Pohjola Rakennus Oy Suomen toimintakäsikirjan mukaan vastuu kohteiden suunnitteluprosessista on projektipäälliköllä, joka mahdollisuuksien mukaan osallistetaan hankkeeseen jo hankekehitysvaiheessa tonttijakoa, yhtiöhallintoa, kaavatekstejä ym. pohdittaessa. Kehitysvaiheen suurten linjojen suunnittelun jälkeen hanke etenee varsinaiseen suunnitteluvaiheeseen, jossa projektipäällikön tehtävänä on hallinnoida, käynnistää ja aikatauluttaa hankkeen suunnittelu. Projektipäällikkö vastaa hankkeeseen liittyvistä tehtäväkokonaisuuksista aina vastaanotosta käyttöönottoluovutukseen saakka. Suunnittelun aloituskokouksessa hankkeelle laaditaan tarkempi suunnittelu-aikataulu, jota rakennuslupa-aikataulu hyvin pitkälti tahdittaa. Suunnittelun edistymisen ja tavoitteiden täyttymisen seuraamisen lisäksi projektipäällikön tulee pitää huolta suunnitelmille asetettujen vaatimusten täyttymisestä ja aikataulun pitävyydestä.

Rakennusluvnan hakeminen on oleellinen osa suunnitteluvaihetta. Suunnittelun edetessä projektipäällikkö järjestää suunnitelmakatselmuksen rakennuslupa-aineiston suunnitelmien yhteensopivuuden varmistamiseksi ja tarkistaa valmiuden hakea lupaa. Rakennuslupahakemuksen jättämisestä päättää hankejohtaja. Projektipäällikön tehtävänä on seurata lupaprosessin etenemistä ja osallistua suunnittelijoiden kanssa mahdollisiin viranomaisneuvotteluihin. Hankkeeseen kiinnitetty työpäällikkö tulee mukaan rakennuslupavaiheessa, jolloin hän tai joku toinen tuotannon edustaja tarkastaa laaditut lupakuvat tuotannon suorittamisen näkökulmasta ja kuittaa ne toteutuskelpoisiksi ennen luvan hakemista. Projektipäällikkö vastaa hankkeen koko suunnitteluprosessista ja projektin vetovastuu siirtyy työpäällikölle rakentamisvaiheeseen siirryttäessä.

### 4.1 Kohdekohtainen suunnittelun ohjaus

Yrityksen toimintakäsikirjan mukaan jokaiselle käynnistyvälle hankkeelle laaditaan kohdekohtaiset suunnitteluohjeet, jotka toimivat projektipäällikön työkaluna projektin eteenpäin viemisessä. Ohjeiden laatiminen on määritelty kolmivaiheiseksi prosessiksi:

## **Ominaisuuksien määrittely**

Ensimmäisessä vaiheessa hahmotellaan ja määritellään kyseisen rakennushankkeen ominaisuudet eli tuote, jonka yritys haluaa tuottaa. Tuotemäärittelyyn olennaisesti liittyen määritellään haluttu laatutaso (sijoittajatuote KVR tai kuluttajatuote RS1, RS2, RS3), talouteen liittyvät tavoitteet sekä kohteen tekniset ominaisuudet, minkä lisäksi käydään läpi ympäristö- ja energiatavoitteet sekä markkinatiedot ja ehdotukset suunnittelijavalinnoiksi. Henkekehityspäällikkö ja projektipäällikkö valmistelevat suunnittelunohjausmateriaalin yhdessä. Projektipäällikkö vastaa tuotemäärittelyjen laadinnasta osana hankekehityksen ja suunnittelun ohjauksen tiedonsiirtoprosessia.

## **Suunnittelijoiden lähtötiedot**

Hyväksytyt tuotemäärittelyt perusteella suunnittelijoille laaditaan lähtötiedot kohteen luonnos- ja toteutussuunnittelua varten. Lähtötietomateriaali määrittelee tarkemmin suunnittelijoiden toimeksiannon sisällön teknisine detaljeineen, järjestelmävalintoineen, sekä keskitettyine vuosisopimushankintoineen. Lähtötiedoista ilmenevät myös muut suunnittelijat sekä konkreettiset ja mitattavat tavoitteet suunnitteluun liittyen. Projektipäällikkö kokoaa lähtötietomateriaalin ja saattaa sen tiedoksi tuotantojohdolle sekä tuotantoon työpäällikölle. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, mitä tuotannon asioita projektipäällikön tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa kohteen lähtötietomateriaalia laatiessaan.

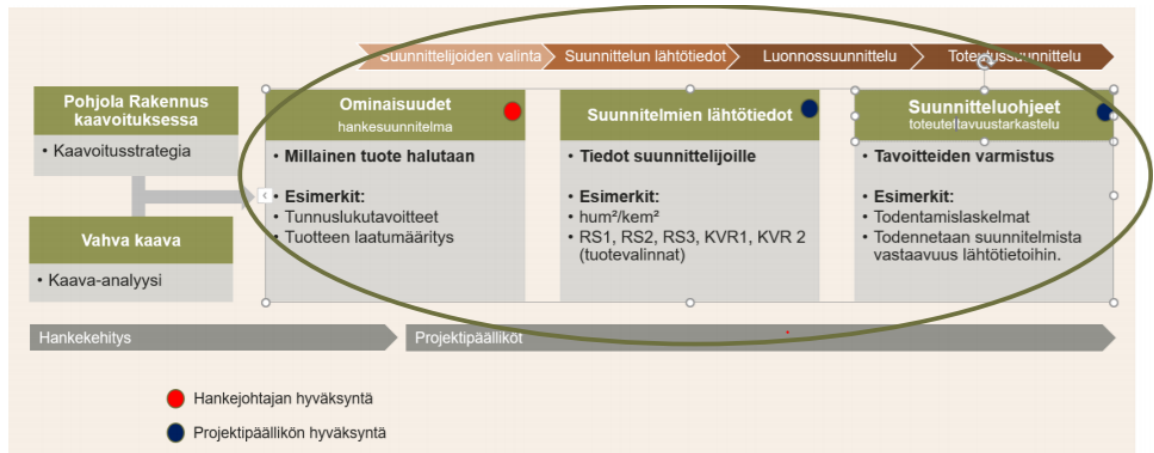
## **Valmiit suunnitelmat kohteelle**

Kolmannessa vaiheessa kohteelle laaditaan valmiit suunnitteluohjeet detaljitasoisina teknisinä ohjeistuksina, joiden tarkoituksena on varmistaa suunnitelmien toteutettavuus ja toiminnallisuus suunnittelualoittain. Suunnitelmien ja annettujen lähtötietojen vastavuus varmistetaan, minkä lisäksi tarkastetaan myös muut asetetut tavoitteet, kuten keskitettyjen hankintojen ja ympäristökriteerien toteutuminen.

Eri suunnittelualojen suunnittelijoiden tehtävänä on noudattaa ohjeita ja sovittaa laatimansa suunnitelmat yhteen. Projektipäällikön tulee huolehtia määrittelyjen tavoitteiden ja toimivuuden toteutumisesta sekä tarkastaa suunnitteluohjeet osana suunnitelmien

tarkastusprosessia. Suunnitteluohjeet viedään tiedoksi tuotantojohdolle ja työpäällikölle. Suunnittelun ohjausprosessin dokumentaatiota hallitaan PROP-nimisellä toimintajärjestelmälustalla. Yksi keskeisistä suunnittelun ohjauksen työkaluista on sähköiset lomakkeet, joiden käyttö on osittain ulkoistettu myös suunnittelijoille.

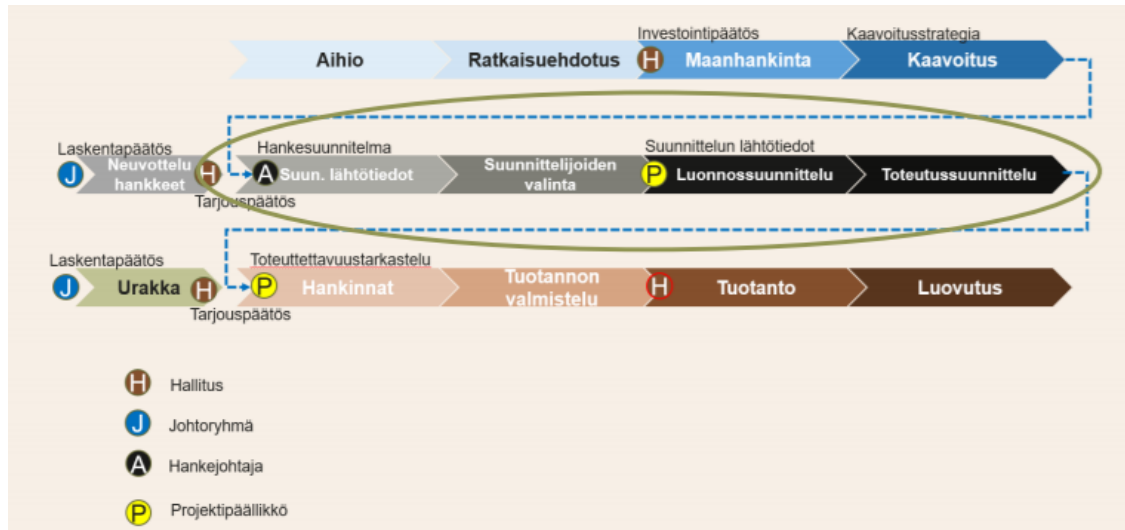
Kuvassa 1 esitetään Pohjola Rakennus Oy Suomen toimintakäsikirjan mukaiset ohjausprosessin vaiheet.



Kuva 1 - Pohjola Rakennus Oy Suomen suunnitteluprosessin vaiheet.

Tässä työssä tarkastellaan rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjausta tuotannon näkökulmasta. Suunnittelun ohjausprosessissa projektipäällikön hyväksymillä suunnitelmien lähtötiedoilla ja suunnitteluohjeilla on suuri merkitys tuotantoa ja käytännön asioita ajatellen.

Kuvassa 2 esitetään Pohjola Rakennus Oy Suomen toimintakäsikirjan mukaiset suunnittelun ohjausprosessin päätöksentekopisteet ja päätösten tekijät.



Kuva 2 - Pohjola Rakennus Oy Suomen suunnitteluprosessin päätöksentekopisteet ja päätöksentekijät.

Luonnos- ja toteutusvaiheessa lukkoon lyödyt tuotantoon liittyvät valinnat tehdään ajallisesti paljon ennen tuotannon eli rakennusprosessin alkua. Opinnäytetyössä tehtyjen haastattelujen perusteella tuotanto-organisaation eli työpäällikön ja mahdollisesti myös työmaapäällikön osallistaminen hankkeeseen jo aikaisessa luonnossuunnitteluvaiheessa helpottaa projektipäällikön työtä. Tuotanto-organisaation näkemykset tuotannon kannalta tärkeistä asioista työmaan arkeen, toteuttamiseen ja töiden sujuvoittamiseen liittyen sekä suunnitelmien läpikäyminen ovat suunnittelun ohjausta ajatellen projektipäällikölle erittäin tärkeä apu.

#### 4.2 Yrityksen ohjeistus kerrostalon suunnittelua varten

Yrityksellä on sisäinen kerrostalotuotannon suunnitteluohje, jonka tavoitteena on varmistaa rakennushankkeen aikataulun, laadun ja taloudellisten vaatimusten täytyminen. Ohjeistuksen mukaan kaikki suunnitteluratkaisut tulee valita niin, ettei työturvallisuus vaarannu rakentamisen aikana ja lopputuote on turvallinen käyttää. Suunnitteluvaiheessa edellytetään hankkeen toteuttamisen kustannustehokkuutta ja helppoutta. Suunnitteluohjeen käytön lisäksi edellytetään yleisesti hyvää suunnittelua sekä hyvien suunnittelija yhteistyötapojen noudattamista.

Yrityksen ohjeistuksessa on vaatimuksena, että kaikkien suunnittelijoiden tulee noudattaa yrityksen suunnitteluohjeistusta ja poikkeaminen on sallittua vain kirjallisen

selvityksen ja suunnittelukokouksissa käytyjen keskustelujen nojalla. Ellei suunnittelusopimuksissa ole muuta määritelty, suunnittelijoiden tulee noudattaa asuntosuunnittelun tehtäväluettelossa (RT 10-10827, 2004) määriteltyjen pääkohtien 3–6 mukaisia tehtäviä ja suunnittelusopimuksien mukaisia pääkohtien erillistehtäviä. Yrityksen kerrostalotutannon suunnitteluohjeen mukaan suunnittelijat ovat Pohjola Rakennus Oy Suomen ohjaamana velvoitettuja olemaan yhteydessä tarvittaviin viranomaisiin ja kunnallisiin laitoksiin sekä toimittamaan tarvittavat dokumentit, kuten suunnitelmapiirustukset, suoraan hyväksyttäväksi niin, että asiakirjat ovat hyväksytyinä ja käytettävissä heti rakennusvaiheen käynnistyessä.

Suunnitteluohjeen mukaan suunnittelijoilta edellytetään vaatimusten ja määräysten mukaista työskentelyä niin tuotteiden käyttötarkoituksen, kelpoisuuden ja olennaisten ominaisuuksien suunnitelmiin merkkäämisen kuin asemakaavan, rakennusjärjestyksen ja kohteen edellyttämien vaatimusten huomioimisen kannalta. Yrityksen ohjeistuksessa edellytetään suunnitelmien ja asiakirjojen laatimista lakien, asetusten, viranomaismääräysten sekä tilaajan ohjeiden mukaisesti työturvallisuuteen liittyvät asiat huomioiden ja asiakirjoihin sisällyttäen.

Pohjola Rakennus Oy Suomi on sitoutunut käyttämään kosteudenhallinnassa Kuiva-  
ketju10-toimintamallia, minkä vuoksi myös suunnittelijoiden tulee suunnitelmissaan huomioida toimintamallin mukainen suunnittelijan ohjekortti. Yritys noudattaa ympäristölainsäädäntöä ja -säännöksiä, edistää liiketoiminnallaan kestävästä kehitystä ja kehittää toimintaansa ympäristöä säästävämpään suuntaan. Sisäisen ohjeistuksen mukaan suunnittelijoiden tulee suunnittelivalinnoillaan pyrkiä kohti yrityksen tavoitetta kiinteistöjen energiatehokkuuden parantamiseksi ja ympäristövaikutusten minimoimiseksi.

#### 4.3 Yrityksen ohjeistus rakenne- ja elementtisuunnitteluun

Projektipäällikön suunnittelijoille antamissa lähtötiedoissa määritellään keskitetyt vuosisopimushankinnat, joita suunnittelussa tulee käyttää. Elementtitöihin liittyen Pohjola Rakennus Oy Suomella on vuosisopimukset esimerkiksi ontelo-, kuori- ja massiivilaatoista, väliseinistä, hissikuiluista sekä rappaus-, porras-, hormi- ja kylpyhuone-elementeistä. Elementtisuunnittelua tehtäessä tulee huomioida kaikkien vuosisopimustoimittajien suunnitteluohjeet. Seuraavaksi tarkastellaan kerrostalotutantoa rakenteittain.

## **Runko**

Pohjola Rakennus Oy Suomen kerrostalotuotannon suunnitteluohjeen mukaan runko tehdään lähtökohtaisesti täyselementtirakenteisena paikalliset kaavamääritykset huomioiden. Ulkoseinissä käytetään pääasiassa sandwich-elementtejä ja kantavissa väliseinissä sileävalettuja betoni- ja teräsbetonelementtejä. Väli- ja yläpohjissa tulee pääosin käyttää ontelolaattaelementtejä ja märkätilojen kohdalla ohennettua laattaa. Ontelolaattojen mitoituksessa tulee pyrkiä täysiin tai puolikkaisiin laattoihin ja ulkoseinille jättää 100 mm patterinousuja varten. Mahdollisia paikallavalurakenteita suunniteltaessa rakenteiden tulee pohjautua tunnettuihin muottijärjestelmiin ja suunnittelun tulee sisältää myös jälkituenta.

## **Kantavat seinät**

Kantavien seinien suunnittelussa tulee pyrkiä siihen, että huoneistojen väliset seinät ovat elementtirakenteisia, kantavia ja kohdakkain kerroksissa. Alustavaan luonnossuunnitteluun annetaan valmiiksi seinien paksuuksien yleismitat, joiden perusteella suunnittelu voidaan aloittaa rakennesuunnitelmat huomioon ottaen. Kaikki näkyvät betoni- ja harkkopinnat tulee tasoittaa.

## **Välipohjat**

Välipohjien suunnitteluun liittyen ontelolaattaelementit määritellään pääsääntöisesti esijännitetyiksi (370 mm). Suunnittelussa veloitetaan huomioimaan kaikki varaukset, kuten patterinousut ja hormien varaukset. Märkätilaelementit tulee sijoittaa asunnon lyhyimmän jännevälillä alueelle ja niiden maksimi jänneväli saa olla enintään 8,5 metriä. Välipohjien korkeustasojen määrittelyssä tulee huomioida lattioiden pintarakenteiden ja kallistusten varaukset, koska lattiapintojen tulee olla samassa tasossa esteettömyyden takaamiseksi. Yläpohjat toteutetaan pääsääntöisesti ontelolaattaelementeillä, höyrynsulkukermillä ja tarvittaessa työnaikaisilla kaivoilla, joilla vedenpitävyys varmistetaan ennen varsinaisen vesikatteen valmistumista.

## **Hormit**

Tehdasvalmisteisia Elpo-hormielementtejä tulee käyttää kaikkiin pysytynousuihin, pois-lukien kylpyhuone-elementtien yhteydessä olevat pystynousut. Elpo-elementteihin voidaan sisällyttää lämpö- ja vesiputket, viemärit ja sadevesiviemärit, ilmanvaihtokanavat sekä putkitukset tietoliikennekaapeleille (Rudus Oy 2021).

## **Erityiset runkorakenteet**

Kylpyhuoneet suunnitellaan vuosisopimusmalliston mukaisista kylpyhuone-elementeistä ja myös hissikuilut toteutetaan elementtirakenteisina.

## **Julkisivut**

Julkisivut suunnitellaan pääasiassa betoni-sandwich -elementteinä, ellei kaava määritä toisin. Rakennuksiin ei suunnitella erkkereitä. Julkisivun pinnaksi suunnitellaan lähtökoh- taisesti käsittelemätöntä, maalattavaa uritettua tai valkobetonia; rappauspinta ohut-/läm- pörappauksella tai tiililaattapinnalla. Muurattuja julkisivuja ei suunnitella, jollei kaava niin erikseen vaadi. Käsityön tarve julkisivuissa tulee olla minimoitu ja seinissä tulee olla be- toninen ulkokuori räystäääseen saakka. Parvekeseinän taustaseinä toteutetaan pääsään- töisesti samalla rakenneratkaisulla kuin ympäröivissä ulkoseinissäkin. Parvekkeiden sei- niin valitaan maalattava betonipinta.

## **Parvekkeet**

Parvekkeiden kannatus suunnitellaan tehtäväksi pilareilla tai pielillä ja ulokeparvekkeita tulee välttää. Parvekkeet tulee sijoitetaan pariparvekkeiksi aina kun on mahdollista, eikä yksittäisiä parvekelinjoja suunnitella. Elementtirakenteiset parvekkeet toteutetaan kiila- laattana, alapinta telattuna tai harjattuna, yläpinta muottipinnalla ja parvekkeen lattiapin- nalle asennetaan matto.



## **Kylpyhuone-elementit**

Suunnittelussa on käytettävä vain tehdasvalmisteisia vuosisopimustyyppisiä ja kohteen kylpyhuonetyyppien määrä on minimoitava. Kaikki mahdolliset kylpyhuone-elementin liitännät suunnitellaan asunnon puolelle eteiseen tai muun vastaavan tilan alakattoon. Kylpyhuone-elementin hormia ei tule koskaan sijoittaa betoniseinää vasten, koska hormit tulee voida liittää toisiinsa. Keittiö on sijoitettava kylpyhuone-elementtiä vasten aina kun on mahdollista ja ontelolaataston suunnassa on huomioitava kylpyhuone-elementtivalmistajan ohjeet.

## 5 RAKENNE- JA ELEMENTTISUUNNITTELUN OHJAUS

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää Pohjola Rakennus Oy Suomen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksen prosessia tuotannon näkökulmasta. Koska tilaajan eli Pohjola Rakennus Oy Suomen tuotannon pääpaino keskittyy uudistuotantoon, kerrostalorakentamiseen ja edelleen tarkennettuna täyselementtitaloihin, aihe on päätetty rajata nimenomaan rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjaukseen.

Tavoitteena on kartoittaa jokaisesta kaupungista, missä yritys toimii, parhaimmat tuotannon toimintatavat ja muodostaa niiden perusteella selkeä ja yksinkertainen ohjeistus suunnittelun ohjauksen tueksi. Tuotannon huomioivilla suunnitteluvaiheen valinnoilla vaikutetaan toiminnan tehokkuuteen ja turvallisuuteen. Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan kehittää yrityksen sisäistä suunnittelun ohjausprosessia. Lopputuosta eli yritykselle tehtävää kirjallista ohjeistusta voidaan hyödyntää suunnitteluohjauksen lisäksi työmaan toiminnan kehittämiseen.

### 5.1 Pälliköiden haastattelu

Tutkimusmenetelmänä haastattelua käytetään yleensä tilanteissa, joissa halutaan antaa haastateltavalle tilaisuus tuoda esiin mahdollisimman vapaasti omia näkemyksiä valittuun aiheeseen liittyen. Haastattelutilanne mahdollistaa vastausten syventämisen sekä kysymysten selventämisen epäselvissä tilanteissa. (Hirsjärvi ym. 2009, 208.) Tutkimusmenetelmäksi valittiin haastattelu ja tutkimusaiheen kannalta parhaimmaksi haastattelulajiksi todettiin teemahaastattelu. Tiedonkeruumenetelmänä haastattelu tarjoaa mahdollisuuden hyvin laaja-alaiseen opinnäytetyön aiheeseen ja tavoitteisiin perehtymiseen sekä kattavan aineiston keräämiseen. Tutkimusaiheen kannalta oli ensiarvoisen tärkeää saada kerättyä haastateltavien omiin käytännön kokemuksiin perustuvia näkemyksiä. Teemahaastattelu voitiin kohdentaa haluttuihin käytännön rakentamiseen liittyviin asioihin ja syventää aiheen kannalta relevantteihin ja haastateltavan tärkeäksi katsomiin yksityiskohtiin, joita haastattelukysymyksiä laadittaessa ei vielä oltu osattu ottaa huomioon.

Tutkimusprosessin alussa haastateltavien valinta tehtiin pääosin tilaajan toimesta. Tutkimuksen tarkoituksena oli eri kaupunkien tuotannon toimintatapoihin perehtyminen, joten haastateltavat valittiin jokaisesta kaupungista, jossa Pohjola Rakennus Oy Suomella on toimintaa. Jotta tutkimusaiheeseen saatiin mahdollisimman laaja näkökulma,

haastatteluihin päätettiin kutsua eri positioissa työskenteleviä ja erilaisen taustan omaavia henkilöitä. Haastateltaviksi valikoituivat tuotannon puolelta tuotantopäällikkö, työpäälliköitä, työmaapäälliköitä ja runkomestari sekä projektinjohdon ja suunnittelun puolelta projektipäälliköitä ja suunnittelupäällikkö. Tilaaja osoitti suoraan muutamia suosituksia haastateltaviksi henkilöiksi pääkaupunkiseudulta ja Turusta. Tampereen, Kuopion, Jyväskylän ja Oulun alueilta suositukset pyydettiin paremmin henkilöstöä tuntevalta tuotantotojohdolta.

Aiheen kannalta parhaimmaksi haastattelujen toteutustavaksi koettiin yksilöhaastattelut mahdollisimman kattavien ja avointen vastausten saamiseksi (Hirsjärvi ym. 2009, 210). Maailman pandemiatilanteesta johtuen kaikkia haastatteluja ei ollut mahdollista järjestää kasvotusten, joten suurin osa haastatteluista pidettiin Microsoftin Teams-sovellusta käyttäen toukokuun 2021 aikana. Haastattelut tallennettiin myöhemmän litteroinnin mahdollistamiseksi. Haastateltavien ensimmäinen kontaktointi hoidettiin sähköpostin välityksellä ja suurin osa haastatteluista saatiin sovittua ensimmäisellä yhteydenotolla. Kolmelle haastatteluun kutsutulle soitettiin vielä erikseen: heistä kaksi kieltäytyi ja yksi suostui haastateltavaksi opinnäytetyötä varten. Kieltäytyneiden tilalle pyydettiin korvaavia henkilöitä ja lopulta haastatteluja pidettiin yhteensä 11, joista kolme järjestettiin kasvotusten ja kahdeksan pidettiin verkkoyhteydellä. Haastattelut järjestettiin seuraavan listan mukaisesti

- Haastattelu 1, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 20.5.2021
- Haastattelu 2, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 27.5.2021
- Haastattelu 3, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 17.5.2021
- Haastattelu 4, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 14.5.2021
- Haastattelu 5, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 10.6.2021
- Haastattelu 6, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 5.5.2021
- Haastattelu 7, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 19.5.2021
- Haastattelu 8, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 18.5.2021
- Haastattelu 9, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 28.5.2021
- Haastattelu 10, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 30.4.2021
- Haastattelu 11, Pohjola Rakennus Oy Suomi, 4.6.2021

Haastattelukysymykset kohdennettiin ennalta määriteltyihin teemoihin ja hyväksyttiin tilaajalla ennen haastatteluvaiheen aloittamista. Sekä tuotannon että projektinjohdon puolelle luotiin erilliset kysymyslistat, joiden avulla oli tarkoitus perehtyä tarkemmin niin tuotannon arjen pyörittämisen parhaisiin toimintatapoihin, kuin suunnittelun ohjauksessa

huomioitaviin rakenteisiin ja elementteihin liittyviin tuotannon asioihin. Kysymykset pyrittiin laatimaan mahdollisimman lyhyiksi ja ytimekkäiksi, mutta kuitenkin helposti ymmärrettäviksi ja yksiselitteisiksi. Kysymyslistojen loppuun sisällytettiin vielä avoin kysymys, minkä tarkoituksena oli tarjota haastateltavalle mahdollisuus kertoa oman näkemyksensä mukaan parhaita vinkkejä tai haastattelun ulkopuolelle jääneitä aiheeseen liittyviä asioita. Haastattelumuodon mahdollistaessa kysymysten yhdistämisen haastatteluissa yhdistettiin molempien kysymyslistojen kysymyksiä, jotta saatiin kaikkiin kysymyksiin vastaus ja kaikki mahdollinen tieto kerättyä. Haastateltavilla, jotka eivät olleet työskennelleet työmaalla muutamaan vuoteen tai mahdollisesti lainkaan, ei ollut käytännön toteutukseen liittyvistä asioista kovin paljon tietoa. Toisaalta osalla projektipäälliköistä oli vahva kokemus tuotannon puolelta ja näin he osasivat tuoda esiin oleellisia asioita myös tuotannon puolelle suunnattuihin kysymyksiin. Haastattelukysymykset ovat tämän opin- näytetyön liitteessä 1.

## 5.2 Haastattelujen analysointi

Empiirisen tutkimuksen aineiston johtopäätöksiin päästään vasta esitöiden jälkeen. Aineisto tulee ensin tarkastaa puutteellisten tietojen ja virheiden varalta, minkä jälkeen tietoja täydennetään ja järjestellään tallennusta sekä analyyseja varten. (Hirsjärvi ym. 2009, 221-222.) Haastatteluissa tehdyt muistiinpanot tarkastettiin virheiden sekä puutteiden varalta ja tietoja täydennettiin tallenteita hyödyntäen. Analysoinnin helpottamiseksi jokainen haastattelu kirjattiin ylös omaksi tiedostokseen. Litterointi eli puhtaaksi kirjoittaminen sanasanaisesti (Hirsjärvi ym. 2009, 221-222) aloitettiin jo ennen kuin kaikki haastattelut oli saatu pidettyä, jotta prosessiin jäi riittävästi aikaa. Tutkimusta varten pidettyjen haastattelujen kestot vaihtelivat tunnista 1,5 tuntiin. Haastateltavien reilun määrän ja haastattelujen kestojen vuoksi oli tiedossa, että puhtaaksi kirjoittaminen tulee vie- mään aikaa.

Tilaaajan prosessille asettamana tavoitteena oli konkreettisen ohjeistuksen (liite 1) luomi- nen Pohjola Rakennus Oy Suomen suunnittelun ohjauksen tueksi. Tilaaajalla ei ollut to- teutusmuodolle sen tarkempia toiveita kuin tärkeimpien seikkojen esittäminen riittävän helppolukuisessa muodossa, selkeästi ja napakasti.

Haastattelujen perusteella tehdyistä kirjallisista muistiinpanoista kerättiin jokaiseen tee- maan liittyvät tärkeimmät asiat yhteiseksi listaksi, jonka perusteella muodostettiin opin- näytetyössä käsiteltävät asiat. Tavoitteen mukaisesti haastatteluaineistosta poimittiin

kirjalliseen ohjeistukseen ainoastaan pääpointit, jotta ohjeistus saatiin pysymään mahdollisimman ytimekkäänä. Opinnäytetyössä käsiteltävien asioiden selkeyttämiseksi käytiin ottamassa valokuvia haastatteluissa esiin tulleista tuotannon asioista. Tilaajan kanssa päädyttiin haastattelujen jälkeen siihen, että suunnittelun ohjaukseen kannattaa muodostaa oma ohjeistus ja tuotannolle oma ”niksipankki”, josta tuotannon työntekijät voivat halutessaan poimia omaa tekemistään helpottavia asioita. Ohjeistuksen eriyttämiseen kahdeksi erilliseksi osioksi vaikutti myös haastatteluissa valmiiden kysymysten ulkopuolelta esiin nousseiden hyvien pointtien runsaus.

## 6 TUOTANTOLÄHTÖINEN NÄKÖKULMA

Haastatteluissa kysymykset jaettiin erillisiksi listoiksi projektijohdon ja tuotannon näkökulmaa ajatellen. Tarkoituksena oli mahdollisimman kattavan käsityksen saaminen teemoista eli aluesuunnittelusta, valaistuksesta, työmaavedestä ja -sähköstä, turvallisuusasioista sekä putoamis- ja sääsuojauksesta.

Valtioneuvoston työturvallisuuslakia täsmentävässä asetuksessa tarkennetaan työturvallisuuden huomioimista rakennushankkeessa. Hankkeen suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa rakennuttajan tulee huolehtia, että mahdollisuus töiden turvalliseen toteutukseen huomioidaan arkkitehtuuria, rakennustekniikkaa, teknisiä järjestelmiä sekä rakennustöiden toteutusjärjestelyjä suunniteltaessa. Rakennuttajan tulee jo suunnittelutoimeksiantossaan vaatia suunnittelijoita huomiomaan rakentamisen työturvallisuusasiat ja hänen on annettava tiedot, joita suunnittelija tarvitsee työturvallisuuslain velvoittaman vastuun toteuttamiseen. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 7 §.)

Rakennustöiden turvallisuussuunnitteluun liittyen päätöteuttajan edellytetään esittävän rakennuttajalle rakennustöiden työturvallisuutta koskevat suunnitelmat ennen rakentamisen aloittamista. Työt vaiheineen ja ajoituksineen tulee suunnitella sekä järjestää mahdollisimman turvallisiksi siten, ettei niistä aiheudu vaaraa muille työmaan työntekijöille tai sivullisille. Lisäksi rakennushankkeen suunnittelussa edellytetään kiinnitettävän erityistä huomiota niin rakennustöiden aikaiseen sähköistykseen ja valaistukseen, työmenetelmiin, nostotöihin ja siirtoihin, putoamissuojauksen toteuttamiseen kuin elementtien ja muiden suurten rakenteiden varastointiin, nostoihin ja asennukseenkin. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10 §.)

### 6.1 Yrityksen sisäinen ohjeistus suunnittelun ohjauksessa huomioitavista asioista

Pohjola Rakennus Oy Suomen suunnittelun ohjauksen tämän hetken tilannetta selvennetään tutkimuksessa saatujen vastausten perusteella. Yleisesti ottaen haastatteluun osallistuneilla henkilöillä ei ollut tiedossa, että Pohjola Rakennus Oy Suomella olisi käytössä tai ylipäätään olemassa listaa/ohjeistusta asioista, joita suunnittelun ohjauksessa tulee huomioida.

Suunnitteluohjauksessa käytetään yleisen vinkkilistan sijaan vakiintuneita suunnittelu-ryhmiä, joiden kanssa asioita käydään läpi suunnittelukokouksissa käytettävän valmiin pöytäkirjan mukaisessa järjestyksessä. Pöytäkirja toimii listana hankkeessa ja suunnittelussa huomioitavista asioista, eikä tuttujen suunnittelijoiden kanssa kaikkia asioita tarvitse käydä alusta alkaen läpi niin tarkasti jokaisen alkavan hankkeen kohdalla. Yrityksen sisäiseen käyttöön luodusta yhtenäisestä listasta voisi kuitenkin olla hyötyä suunnitteluohjauksesta ajatellen. (Haastateltava 1.)

Vakioidut rakenneratkaisut toimivat myynnin ja suunnittelun pohjana helpottaen samalla suunnittelun ohjausta (haastateltava 8). Yrityksen suunnittelun ohjauksen yhtenäistämiseksi ja vakioidun suunnitteluohjeistuksen luomiseksi on joskus ollut käynnissä tyyppitykseen liittyvä hanke, joka on ajan saatossa jäänyt. Tällä hetkellä rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjaus on vain pintaraapaisua. Lähtökohtaisesti kohteissa pyritään käyttämään tyyppielementtejä, vaikka niiden tuottaminen on toiselle tehtaalle arkipäivää ja toiselle hankalaa. Koska yrityksen hankintapuoli käy neuvottelut ja tekee elementtihankinnat, ei elementtien terästyksiä tai muita vastaavia yksityiskohtia tarkasteta enää suunnittelun ohjauksen yhteydessä. Eli hankintapuolen tehdessä elementtihankinnat, vain heillä on annettavaa ja mahdollisuus vaikuttaa elementtisuunnittelun ohjaukseen esimerkiksi epätyypillisiin ja kalliisiin rakenneratkaisuihin liittyvillä valinnoilla. (Haastateltava 4.)

Kaikki haastateltavat eivät kokeneet yhtenäistä ohjeistusta projektijohdon tai tuotannon kannalta tärkeäksi. Suunnittelun ohjauksen ollessa kohdekohtaista oikeasti hyödyllisten yleispätevien listojen muodostaminen on hankalaa (haastateltava 11). Toisaalta suunnitteluohjeiden päivittäminen yritystasolla olisi tärkeää, koska yhteisten sisäisten sääntöjen avulla saataisiin askelmerkit, joiden mukaan edetä hankkeen alkuvaiheessa (haastateltava 8).

## 6.2 Henkilökohtainen lista suunnittelun ohjauksessa huomioitavista asioista

Omia henkilökohtaisia listoja tai näkemyksiä suunnittelun ohjauksessa huomioitavista tuotantoon vaikuttavista asioista on lähes jokaisella haastateltavalla, etenkin tuotantoorganisaation puolella. Samaan aikaan suunnittelun kohdekohtaisuuden takia kaikki eivät tällaisia listoja käytä. Osa haastateltavista ylläpitää huomioitavista asioista listoja, joita he täydentävät aktiivisesti edellisissä kohteissa tehtyjen havaintojen perusteella.

Suunnittelun ohjauksen järjestelmällisyys on tärkeää ja suunnittelua ohjattaessa jokaisen hankkeen erityispiirteet tulee huomioida yksilöllisesti, eikä vain ohjata yleispätevien listojen mukaan (haastateltava 11). Jos hankkeen suunnittelua ohjataan suunnittelupöytäkirjan mukaisesti, suurten linjojen suunnittelun jälkeisissä vaiheissa suunnitteluohjeita tulee tarkentaa kohdekohtaisilla asioilla. Yrityksen sisäinen kaikkien nähtävillä oleva valmis tukilista huomioitavista asioista voisi helpottaa tuotannon näkökulmien näkymistä jo suunnitteluvaiheessa. Listan avulla suunnittelua voitaisiin viedä eteenpäin hankkeen muiden osapuolten voimin esim. sairastapauksen sattuessa. (Haastateltavat 1 & 9.)

Haastateltavien omat listat suunnittelun ohjauksessa huomioitavista asioista sisältävät esimerkiksi listan jokaisen hankkeen kohdalla tarkistettavista detaljeista, joita ovat pinnat, liitokset ja asennusystävälliset asennusdetaljit. Koska suunnittelun ohjauksen tavoitteena on hyväksi havaittujen ratkaisujen toistaminen kohteesta toiseen, tuttujen asennusryhmien kanssa läpikäytyjä asennukseen liittyviä ratkaisumalleja on pyritty hyödyntämään ja jalostamaan eteenpäin myös seuraavissa hankkeissa. (Haastateltava 3).

Suunnittelun ohjauksen ollessa projektipäälliköiden jokapäivästä työtä ja edetessä automatisoituna prosessina, listat ohjauksessa huomioitavista asioista löytyvät työntekijöiden omista päistä. Yhdeksi suunnittelun ohjauksen tärkeimmistä asioista nousee pienten asioiden huomioiminen, koska suunnitteluvaiheessa pieniltä vaikuttavat asiat voivat olla merkittäviä tuotannossa ja työmaalla. Rakennesuunnittelussa on tärkeää huomioida ontelolaattajako eli ontelolaataston toteutus mahdollisimman täysillä elementeillä, onteloiden suunnat ja reunavalujen leveydet. Huoneistopohjat suunnitellaan arkkitehti-/luonnossuunnitteluvaiheessa rakennusoikeutta optimoitaessa, minkä vuoksi pohjaratkaisujen vaikutus ontelolaatastoon, hormien sijaintiin, reunavaluihin ja sitä kautta myös tuotantoon tulee huomioida jo pohjia suunniteltaessa. Tuotannon näkökulmasta onteloken-tän suhteen parhaaseen lopputulokseen päästään sisällyttämällä hormitarkastelut hankkeen suunnittelun ohjauksen yhteyteen. Hormeja tarkasteltaessa tulee kiinnittää huomiota rakenteiden yhteensopivuuteen, muotoon ja sijaintiin suhteessa asuntopohjiin. Ylimääräisiä teräsosia tulee välttää. Esimerkiksi puolikkaiden onteloiden käyttäminen ontelopohjassa voi tarkoittaa tarvetta käyttää 600x600 kokoista hormia, minkä seurauksena tarvitaan myös teräslevystä valmistettuja ontelolaattakannakkeita. Onteloken-ttää rikkoivat rakenteet lisäävät siten suoraan kustannuksia ja lopulta optimoinnilla voi olla iso kerrannaisvaikutus hankkeen kokonaiskustannuksia ajatellen. (Haastateltava 4.)

Tuotannon kannalta on ensiarvoisen tärkeää pyrkiä rungon yksinkertaisuuteen, mikä tarkoittaa elementtien tyyppien ja kokojen tarkastamista, optimointia sekä jälki- ja



reunavalujen minimointia etukäteen suunnitteluvaiheessa. Vakiokokoisia elementtejä tulee käyttää aina kun on mahdollista ja ylisuuria sekä kääntökiviä välttää mahdollisuuksien mukaan. (Haastateltavat 4 & 8.) Pohjola Rakennus Oy Suomella yleisesti käytössä olevien kylpyhuone-elementtien käyttö pienissä yksioissa voi tuoda eteen tarpeen käyttää kokonaan tampattua kololaattaa, mikä puolestaan vaatii isoa paikallavalua. Tällaisten isojen valualueiden kuivuminen voi kestää kauan ja siten aiheuttaa haasteita hankkeen rakennustöiden aikataulun mukaiselle etenemiselle. (Haastateltava 4.)

Vahvoista näkemyksistä huolimatta käytössä ei ole konkreettisia omia tai muita yrityksen virallisia listoja, joita hyödynnettäisiin tuotannon näkökulman esiin tuomiseen. (Haastateltava 6 & 7.) Vaikka varsinaista listaa suunnittelun ohjauksessa huomioitavista tuotannon asioista ei ole tehty, tuotannon helpottamiseksi on koottu esimerkiksi listoja erinäisiin urakoihin sisällytettävistä kuvista. Suunnittelun ohjaajalla olisi hyvä olla käytössään lista, jonka avulla tuotannon näkökulma ja toteuttamisen kannalta tärkeät asiat tulisivat huomioituksi ajoissa. (Haastateltava 6.)

Erittäin tärkeäksi huomioitavaksi asiaksi koetaan tuotannon henkilöstön eli työmaapäällikön ja/tai runkomestarin preferenssien huomioiminen liittyen tuotantoon ja etenkin asennettavuuteen ja työturvallisuuteen, kuten kaiteisiin ja valjaiden kiinnitykseen. (Haastateltava 9.) Työturvallisuutta pidetään kokonaisuudessaan erittäin tärkeänä suunnittelussa huomioitavana asiana (haastateltavat 8, 9 & 10).

### 6.3 Aluesuunnitelma suunnittelun ohjauksessa

Taulukkoon 1 on koottu haastateltavien mielestä tärkeimmät asiat, jotka aluesuunnittelussa tällä hetkellä huomioidaan tai tulisi huomioida rakenne- ja elementtisuunnittelua ohjattaessa.

Taulukko 1. Aluesuunnitelmasta huomioitavia asioita.

<b>ALUESUUNNITELMASSA HUOMIOITAVIA ASIOITA</b>	<b>kpl</b>
Nosturin tyyppi ja kapasiteetti	8
Nosturin sijainti ja vaikutus rakenteisiin	9
Nosturin perustustapa	2
Kuormien purkupaikan ja kulkuteiden huomioiminen suunnittelussa	5

Lähes jokainen haastateltavista mainitsi tärkeimmäksi aluesuunnitelmasta huomioitavaksi asiaksi nosturin sijainnin ja elementtien massojen yhteyden. Suunnitteluvaiheessa nosturin teknisten ominaisuuksien huomioiminen on tärkeää koneen tyyppin määrittäessä nostoulottuvuudet eri kuormille. Nosturin valinnan jälkeen elementeille voidaan laskea maksimikuormat, määrittää elementtityypit sekä mahdolliset kääntökivet eri kohtiin suunnitteilla olevaa rakennusta (haastateltavat 7 & 9). Elementtikuormien ja muiden raskaiden kuljetusten järjestelyt voivat vaikuttaa rakennuksen sijaintiin tontilla, minkä takia koetaan tärkeäksi määrittää purkupaikkojen sijainnit ajoissa (haastateltava 6). Kuormien purkuun liittyen suunnitelmaan tulee merkitä paikan lisäksi myös muut turvallisuusasiat, kuten aidat, purkutasot ja valjaiden kiinnitystavat (haastateltava 9). Tärkeäksi huomioitavaksi asiaksi nostettiin myös nosturin paikan vaikutus suunnitteilla olevan rakennuksen sijaintiin, perustuksiin ja rakentamisen ajaksi valmiisiin rakenteisiin jääviin aukkoihin sekä koneen purkamisen vaikutus tuotannon etenemiseen. Edellä mainitut asiat on helppo havaita hyvin tehdystä aluesuunnitelmasta. (Haastateltava 7.) Projektipäällikön tulisikin aina kysyä tuotannon puolelta vähintään nostopaikan sijainti ja nostamiseen suunniteltu kone. (Haastateltava 4.)

Rakennusalueen suunnitteluun liittyen lähes jokainen haastateltavista nosti esiin tuotannon henkilöstön merkityksen aluesuunnittelua tehtäessä. Koska aluesuunnitelman ajatellaan olevan kattavin ja parhain tuotannon tekemänä (haastateltavat 6 & 10), työpäällikkö tai työmaapäällikkö tekee aluesuunnitelmasta hahmotelman projektipäällikön asemesta ja luo samalla alustavan yleisaikataulun hankkeelle (haastateltava 5, 6, 10 & 11). Jos projektipäällikkö luo aluesuunnitelman, alustava versio käydään läpi työpäällikön ja projektijohdon kesken tuotannon näkökulman varmistamiseksi (haastateltavat 3, 4 & 7).

Aluesuunnitelma vaikuttaa myös hankkeen työjärjestykseen ja lohkokaavioihin etenkin aluehankkeiden kohdalla (haastateltavat 4 & 5). Aluesuunnitelman avulla vaiheistetaan työtä ja suunnitellaan detaljitason asioita sekä työn monimuotoisuutta, minkä vuoksi suunnittelupuolen ja työmaahenkilöstön yhteistyön merkitys korostuu (haastateltava 4). Aluesuunnitelma luo reunaehdot hankkeen suunnittelulle, auttaa hahmottamaan hanketta kokonaisvaltaisesti sekä huomioimaan muita kustannusten kertymiseen vaikuttavia asioita (haastateltava 2). Aluesuunnitelman avulla voidaan suunnitella hankkeen kanalta kustannustehokkain ratkaisu, joka huomioi myös tuotannon (haastateltava 8).

Jokaisessa kaupungissa aluesuunnitelmaa ei huomioida sellaisenaan lukuunottamatta elementtikokojen sekä nosturin kapasiteetin ja sijainnin suunnittelua (haastateltava 9) tai vaihtoehtoisesti hyödyntämistä ei ole aiemmin ajateltu, vaikka suunnitelmasta voisi olla

suuri apu toteutettavuutta suunniteltaessa (haastateltava 11). Tilanteissa, joissa aluesuunnitelmaa ei ole tehty vielä suunnitteluvaiheessa, elementtien maksimipainona on pidetty 8 – 8,5 tonnia per elementti ja painorajan ylittävien elementtien massa on vaadittu merkittäväksi kuviin (haastateltava 4). Aluesuunnitelman käytön aktiivisuuteen vaikuttavat tontin ja rakennushankkeen koko sekä haastavuus. Mitä pienempi ja ahtaampi tontti tai vaativampi rakennus on suunnitteilla, sitä aikaisemmin suunnitelma tehdään ja enemmän sitä hyödynnetään verrattuna yksinkertaisempiin kohteisiin ja suurempiin tontteihin. (Haastateltavat 1 & 3.)

#### 6.4 Tuotannon kannalta paras ajankohta aluesuunnitelman tekemiseen

Taulukkoon 2 on koottu vastauksia aluesuunnittelun aikatauluttamiseen liittyen. Lähtökohtaisesti lähes jokaisen haastateltavan mielestä aluesuunnitelma täytyy tehdä ensimmäisinä töinä suunnitteluprosessin alkaessa, mieluiten arkkitehtisuunnittelua tehtäessä tontin käytön suunnittelun jälkeen. Vähemmistön mielestä aluesuunnittelun ja työmaatoimintojen suunnittelun ajankohta riippuu hankkeen vaativuustasosta.

Taulukko 2. Aluesuunnitelman teon ajankohta.

<b>ALUESUUNNITTELUN AJANKOHTA</b>	<b>kpl</b>
Tehdään ensimmäisinä töinä suunnitteluvaiheessa.	8
- pienemmissä/ei niin haastavissa kohteissa myöhemmin	2
Huomioidaan lohkokaaviota, työjärjestystä ja aikataulua tehtäessä.	1
Tehdään laskentavaiheessa, 89-litteroiden laskenta	1
Urakkakohteissa tehdään ennen tarjouksen jättämistä	1
Aluesuunnitelmaa päivitetään työmaan edetessä	4

Hyvin tehdyllä aluesuunnittelulla voidaan vaikuttaa rakentamisen perustoimenpiteisiin ja työmaan toimintaan (haastateltava 2). Hankkeen aikataulurungon suunnittelu aluesuunnittelun kanssa samassa yhteydessä helpottaa kokonaisuuden hahmottamista ja hallintaa. Aluesuunnitelma auttaa ymmärtämään tuotannon tarpeita jo ennen työmaan käynnistymistä. (Haastateltavat 5 & 8.)

Osan haastateltavista mielestä aluesuunnitelman ensimmäinen versio tehdään elementtisuunnittelua varten ja päivitetään hankkeen edetessä rakentamisen vaiheiden

mukaisesti (haastateltavat 5, 8 & 10). Toiset jättävät aluesuunnitelman ensimmäisen kärkeän version tekemisen 8- ja 9-litteroiden laskennan yhteyteen eli nostokaluston, kulureittien, työmaa-aitojen, mahdollisten katuvuokrien ja vuokra-aikojen, liikenne-esteiden ja tarvittavien liikennesuunnitelmien tekemisen sekä kustannusten ensimmäisen arvion laskentavaiheeseen (haastateltavat 3 & 11). Urakkakohteissa alustava aluesuunnitelma tehdään jo tarjousvaiheessa, jolloin suunnitelman merkitys nousee vieläkin suurempaan rooliin esimerkiksi mahdollisia katuvuokria suunniteltaessa ja tulevia kustannuksia laskettaessa (haastateltava 5).

### 6.5 Tuotannon tehokkuus rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa

Lähtökohtaisesti Pohjola Rakennus Oy Suomessa suunnittelun ohjauksen pyrkimyksenä on hankkeiden eteenpäin vieminen tuotanto edellä eli pyritään tuotantolähtöiseen ratkaisuun ja mahdollisimman helppoon toteutukseen (haastateltavat 1, 3, 4 & 7). Asetettu tavoite ei kuitenkaan käytännössä aina näy (haastateltava 7). Kaikkissa hankkeissa ja erityisesti urakkakohteissa, joissa ei ole lainkaan yrityksen omaa suunnittelun ohjausta, olisi hyvä panostaa enemmän tuotannon puolen näkökulmien huomioimiseen osana suunnittelua (haastateltava 5).

Hankkeen suunnittelu lähtee käyntiin asuntotuotannon näkökulmasta. Useimmiten kompromissiratkaisut ovat kuitenkin kaikkein parhaimpia kokonaisuuden, eri osapuolten, reunaehtojen ja rajapintojen kannalta. (Haastateltavat 4 & 9.) Asuntosuunnittelu, pinta-alat, asuntojen pohjaratkaisut ja myytävyyys, käyttöaste sekä rakennusoikeus pääasiassa määrävät hankkeen lähtökohdat ja kaikki osa-alueet vaikuttavat toisiinsa. (Haastateltava 4.) Suunnittelussa tulee pyrkiä yksinkertaisiin rakenteisiin, jotka tuotannossa osataan toteuttaa. Vaparaohitteisessa asuntotuotannossa urakoitsijan kannattaa pyrkiä tekemään osaamaansa perustuotantoa mahdollisimman laadukkaasti, eikä "toimia arkkitehdin unelmien täyttäjänä". (Haastateltava 6.)

Tuotannon tehokkuus vaikuttaa koko hankkeen hintaan, aikatauluun ja turvallisuuteen (haastateltava 11). Tehokkuuden lisäksi rakennettavan alueen kaavalla on suuri vaikutus suunnitteluun, suunnitteluratkaisuihin, kustannustekijöihin ja tuotannon toteutettavuuteen (haastateltava 4 & 11). Kaavan vaikutuksesta suurimmat kustannukset kertyvät parvekkeiden, vesikaton, julkisivujen sekä niiden tehosteosisin toteutusmalleista. Lisäksi kaava määrittää esimerkiksi rakennusalan mitoitusta ja pysäköintiratkaisuja. (Haastateltava 4.)

Helpomman toteutuksen ja tuotannon tehostamisen tavoitteeseen pääsemiseksi käytetään mahdollisimman usein täyselementtirunkoa eli seinä- ja hormielementtejä, ontelolaattoja sekä kylpyhuone-elementtejä. Elementtirungon avulla ja lisäksi pyritään minimoimaan riskejä ja välttämään ylimääräisiä haasteita. (Haastateltava 1.) Tuotantolähtöiseen ratkaisuun päästään järkevällä runkotyyppin valinnalla (haastateltava 7), mikä tarkoittaa helposti asennettavien ja järkevän kokoisten yksiköiden käyttämistä (haastateltava 11) sekä mahdollisimman vähän paikallavalua. Ontelolaatasto tulee optimoida jo suunnitteluvaiheessa niin, että reunavalut pysyvät riittävän kapeina. Esimerkiksi yli 300 mm:ä leveät reunavalut vaativat ylimääräisen palkkiraudoituksen, mikä omalta osaltaan tarkoittaa lisää kustannuksia ja työtä työmaalle. (Haastateltavat 4 & 9.)

Suunnittelu pyritään keskittämään tiettyihin suunnittelutoimistoihin, vaikka hankinnat kilpailutetaan jokaisen hankkeen kohdalla erikseen. Tutuissa toimistoissa tiedetään Pohjola Rakennus Oy Suomen tavat toimia ja osataan hyödyntää aiemmin hyväksi havaittuja tuotannon toimintatapoja, joten liikkeelle ei tarvitse lähteä täysin nollasta. (Haastateltava 11.) Jotta tuotannon näkökulma huomioidaan varmasti, jonkun kokeneen tuotannon puolen osajan tulee olla hankkeessa mukana jo suunnitteluvaiheessa (haastateltavat 5 & 11).

Konkreettisia tapoja tuotannon tehokkuuden huomioimiseksi jo suunnitteluvaiheessa nostettiin esiin useita:

Tuotantoa tehostetaan toteuttamalla väliseinäelementit mahdollisimman isoilla kappaleilla nosturin kapasiteetin sallimissa rajoissa. Esimerkiksi kahden neljä metriä pitkän väliseinäelementin vaihtaminen yhteen kahdeksan metriseen väliseinäelementtiin vähentää suoraan elementtiasennukseen käytettävää aikaa. Isompien elementtien asentaminen kestää hieman kauemmin kuin pienien, mutta pidemmän päälle aikaa säästetään ylimääräisiä työvaiheiden ja nostojen jäädessä pois. Työturvallisuuden kannalta on parempi tehostaa elementtiasennusta käyttämällä isompia elementtejä kuin ottamalla esimerkiksi kaksi asennusryhmää suorittamaan asennusta. (Haastateltava 9.)

Laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi detaljitason elementtisuunnittelu on merkittävässä roolissa. Tuotannon kannalta on tärkeää, että detaljit ja suunnitelmat vastaavat toisiaan. Eroavaisuudet elementti- ja detaljikuvien välillä aiheuttavat ylimääräisiä haasteita. (Haastateltava 5.) Elementtien detaljisuunnittelussa tulee huomioida tuotannon mahdollisuus asioiden mahdollisimman helppoon, laadukkaaseen ja nopeaan toteutavuuteen. Kun elementtisuunnittelija merkitsee elementtitukien määrät ja sijainnit

elementteihin ja suunnitelmiin, tuotannon on helpompi suunnitella kerroksiin rungon mukana nostettavien materiaalien säilytyspaikat ja kuljettaminen sisällä. (Haastateltava 9).

Jälkitöinä tehtävät pystysaumapumppaukset ovat hankalia suorittaa ja laadukkaaseen lopputulokseen pääseminen on haastavaa, jos valupaikka on suunniteltu kylpyhuone-elementin ja väliseinän väliin tai taakse (haastateltavat 1 & 9). Kylpyhuone-elementtejä ja niiden käyttöä suunniteltaessa tulee huolehtia, että pystysaumapumppaus voidaan suorittaa saumakohdan yläpuolelta tai sivulta. Pumppauspuolen jäädessä kylpyhuone-elementin taakse pystysaumapumppaus voidaan suorittaa vain piikkaamalla ura betoni-seinään. (Haastateltava 9.)

## 6.6 Tuotantoa helpottava teknologia

3D-mallinnusta voitaisiin hyödyntää Pohjola Rakennus Oy Suomen hankkeiden suunnitteluvaiheessa nykyistä enemmän. Mallinnuksen avulla voidaan havaita paremmin detailjiikkaan liittyviä asioita ja mahdollisia virheitä. (Haastateltava 1.)

Etenkin talviaikaan rakennettaessa tuotantoa voidaan helpottaa asentamalla paikalla valettaviin rakenteisiin olosuhdemittarit, joilla mitataan kosteutta ja lämpöä rakenteen kuivussa. (Haastateltavat 6 & 7). Jos seinäelementteihin halutaan olosuhdemittarit, niistä tulee sopia elementtitehtaan kanssa jo elementtien hankinnan yhteydessä ja rakennesuunnittelijan tulee merkitä mittarit kuviin (haastateltava 9). Etäluettavien mittareiden käyttö helpottaa rakenteen lujuuden kehittymisen seuranta (haastateltava 5).

Työmailla on hyvä käyttää kameravalvontaa, jonka kuvaa päästään seuraamaan myös puhelimella. Näin kameravalvonnalla voidaan valvoa turvallisuutta myös työmaan ollessa suljettuna. (Haastateltava 5.)

## 6.7 Työmaapäällikön rooli ja tuotannon asiat rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa

Haastattelukysymykseen työmaapäällikön roolista suunnittelun ohjauksen apuna vastattiin taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3. Työmaapäällikön rooli.

<b>TYÖMAAPÄÄLLIKÖN ROOLI</b>	<b>kpl</b>
Henkilö- ja kohdekohtaista	1
Tarpeeksi aikaisin mukaan hankkeeseen ja osallistuminen suunnittelukokouksiin	4
Suunnitelmien läpikäynti ja kommentointi + oman toteutustavan esiin tuominen	5
Edellisiin kohteisiin peilaaminen, onnistuneiden ja epäonnistuneiden tapausten esiin tuominen	1
Potentiaalisten riskien havainnointi, mitä käytännössä tullaan tekemään.	2
Toteutusaikataulun ensimmäisen version luominen	1

Ensisijaisesti työmaapäälliköiltä toivotaan kuvien ja työpiirustusten läpikäymistä, kommentointia sekä omiin toteutustapoihin, työturvallisuuteen ja työmaateknisiin asioihin liittyvien preferenssien esille tuomisesta. Suunnittelijat toivovat usein tuotantojohdon mielipiteitä tuotantoteknisiin asioihin liittyen, koska saatujen kommenttien perusteella pystytään suunnittelemaan paremmin tilaajan ja kyseisen työmaaorganisaation toiveita vastaavia ratkaisuja. (Haastateltavat 2, 3, 4, 6 & 9.) Jo suunnitteluvaiheessa hankkeeseen mukaan pääseminen antaa työmaapäällikölle mahdollisuuden osallistua suunnittelukokouksiin ja enemmän aikaa sekä mahdollisuuksia vaikuttaa asioihin (haastateltavat 3, 6 & 7). Vaikka rakennettavat kohteet olisivat keskenään erilaisia, työmaapäällikön on hyvä peilata suunnitelmia omiin aiempiin kokemuksiinsa ja pyrkiä siirtämään mahdollisimman paljon hyviä ratkaisumalleja seuraaviin hankkeisiin (haastateltava 2, 6, 7 & 11).

Hyvän työmaakokemuksen omaava projektipäällikkö voi tuoda hankkeeseen isot säästöt: mitä paremmat suunnitteluohjeet yrityksellä tai suunnittelun ohjaajalla on, sitä parempaan lopputulokseen yleensä päästään (haastateltava 2). Tuotannon näkökulmasta katsottuna suunnitelmien laatu on huomattavan tärkeässä asemassa. Suunnittelijoiden vaihtuessa on tärkeää käydä uudelleen läpi detalleihin liittyviä asioita ja työmaapäällikön on hyvä tuoda esiin turvallisuusasioita, kuten elementtien asentamiseen liittyviä käytäntöjä. Tuotantoa tehostetaan hyödyntämällä hyväksi havaittuja ja kitkemällä pois hankalasti toteutettavia asioita, kuten hankalia suojamuovien ja kaiteiden asennustapoja sekä korotusvaluja. (Haastateltavat 8 & 9.) Käytännön asioiden lisäksi työmaapäällikkö voi auttaa havaitsemaan suunnitelmista potentiaalisia riskejä (haastateltava 6).

Pohjola Rakennus Oy Suomessa on ollut ajatuksena järjestää työpäälliköille ja työmaapäälliköille tuotannon yhteisiä suunnitelmakatselmuksia, joissa työpiirustuksia käytäisiin

yhdessä läpi tuotannon porukalla. Kokouksia ei kuitenkaan ole vielä saatu jalkautettua käytäntöön. (Haastateltava 4.) Sekä työpäälliköiden että työmaapäälliköiden osallistuminen yhteisiin katselmuksiin mahdollistaisi laajemman tuotannon näkulman esille tuomisen, virheiden mahdollisuuksien minimoimisen ja tuotannon osaamisen yhdistämisen hankkeiden välillä. Työpäällikön vastuu korostuu etenkin aluehankkeiden kohdalla, jolloin työmaapäällikön kohteet menevät usein ristiin edellisen hankkeen ollessa vielä kesken, kun uuden hankkeen suunnittelu alkaa. Tällaisessa tapauksessa työpäällikön vastuulle jää alkavan hankkeen suunnitelmien läpikäynti. (Haastateltavat 3 & 4.) Projekti-päälliköt eivät myöskään välttämättä ehdi muilta töiltään käymään kaikkia suunnitelmia läpi, joten tuotanto-organisaation apu nousee vieläkin tärkeämpään rooliin mahdollisesti tarvittavien korjausratkaisujen ja toteutukseen liittyvien asioiden kannalta (haastateltava 2). Mitä aikaisemmin suunnitelmista löydetään mahdolliset virheet ja puutteet, sitä paremmat ovat tehtävissä olevat ratkaisuvaihtoehdot. Hankintavaiheessa tai sen jälkeen suunnitelmiin tehtävät korjaukset ja muutokset tehdään laskutyönä, mikä tarkoittaa suunnittelukustannusten kasvua. Virheiden korjaamisen aikaikkunaa on vaikea optimoida, koska hankintaprosessissa ei välttämättä ole varattu tarvittavaa aikaa suunnitelmien korjaamiselle. (Haastateltava 4.)

Liitosdetaljit ja piirustuspaketit tulee toimittaa työmaapäällikölle nähtäväksi asennustekniikkaan liittyvien toiveiden saamiseksi. Asennustekniikkasta huomioitavia asioita ovat esimerkiksi väliseinäelementteihin kiinnitettävät ylimääräiset tartuntalevyt, joiden avulla elementit voidaan hitsata kiinni ennen pystysaumapumppauksia. Elementtien väliset pystysaumamat tulee olla suunniteltuna yhden huoneiston puolelle, ettei pystysaumapumppauksia tarvitse suorittaa kerroksen jokaisessa huoneistossa erikseen. Kun pumppausletkun ylimääräinen vetäminen kaikkien huoneistojen kaikkien betoniseinien molemmin puolin vältetään, tuotanto tehostuu. Työmaapäälliköltä toivotaan reikien oikeellisuuden ja kuvien mukaisuuden tarkistamista yhteentörmäyksiä välttämiseksi. Suunnitelmista tulee tarkistaa erikoisiin paikkoihin, kuten isojen kivien ja kääntökivien asentamiseen, liittyvät asiat tuotannon näkökulmasta ja havainnoida mahdollisia riskejä. (Haastateltava 3.)

Työmaapäällikön tekemän aluesuunnitelman ja lohkojaon tai -kaavion avulla suunnitellaan rakennusjärjestys, minkä perusteella hankkeelle luodaan rakentamisvaiheen aikataulu ja edelleen suunnittelu-aikataulu. Työmaapäälliköltä toivotaan siis alustavaa yleis-aikataulua muun suunnittelun perustaksi ja määrittämään esim. elementtisuunnittelun aikataulua. (Haastateltava 4.) Hankkeen mahdollinen aloitusajankohta määräytyy pitkälti



tuotannon aikataululaskelman ja käytettävissä olevien resurssien mukaan. Hankkeen virallinen aloitusajankohta päätetään kuitenkin yrityksen korkeammassa johdossa projektijohdon määrittelemien laskelmien perusteella. (Haastateltava 9.)

Jos suunnittelusta lähtöisin olevia ongelmia ilmenee, työmaapäällikön tulee raportoida niistä suunnittelun ohjauksesta vastaavalle projektipäällikölle. Muistiin kirjattujen asioiden avulla voidaan välttää havaittujen ongelmien toistuminen seuraavissa hankkeissa. (Haastateltava 1.) Työmaapäällikön mahdollisimman tarkka työn aikainen dokumentaatio mahdollistaa uusien alkavien hankkeiden tietojen peilaamisen edellisiin (haastateltava 8). Onnistuneista ja epäonnistuneista kohteista sekä ratkaisumalleista tulisi yrityksen sisäisesti kerätä enemmän tietoa ”tsekkilistan” muotoon ja jakaa tiedoksi kaikille suunnittelusta ja sen ohjauksesta vastaaville henkilöille sekä työmaajohdolle. Monia tuotannon ja suunnittelun sudenkuoppia voitaisiin välttää jakamalla tuotantoon liittyvää tietoa matalammalla kynnyksellä eri kaupunkien välillä. (Haastateltava 5.) Yrityksen sisäiseen Profio-järjestelmään voitaisiin luoda toimittaja-arvioinnin kaltainen listaus suunnitteluratkaisuista ja suunnitteluprosessien onnistumisista. Listaan voitaisiin sisällyttää myös käytännön toteutukseen liittyviä parhaimpia ideoita ja vinkkejä. (Haastateltava 8.)

#### 6.8 Tuotannon turvallisuusasioiden huomioiminen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa ja suunnitelmissa

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on ollut tuotannon turvallisuuden parantaminen, minkä takia koettiin erittäin tärkeäksi selvittää työturvallisuuteen ja etenkin putoamissuojaustapoihin liittyvät suunnittelussa huomioitavat asiat sekä parhaimmat toteutustavat erilaisissa tilanteissa. Putoamissuojaukseen liittyvät haastatteluissa saadut vastaukset on koottu taulukkoon 4.

Taulukko 4. Putoamissuojaus suunnitteluvaiheessa.

<b>PUTOAMISSUOJAUS SUUNNITTELUVAIHEESSA</b>	<b>kpl</b>
Kaiteille kiinnityspisteet elementteihin	8
Kaikki mahdollinen tieto merkitään myös suunnitelmiin (kaidetyypit, aukkosuojat, materiaalit, sijainnit, kiinnitystapa ja -kohdat)	7
Kuorielementtikaide ei ole hyvä vaihtoehto, toteuttaminen jää työmaan vastuulle	2
Ikkunoihin asennetaan tehtaalla kaiteet, jos aukon alapuolen seinä on alle 1 m korkuinen.	4
Elementtihissikuiluun tasot kerroksittain tehtaalla asennettuna	2
Ei suunniteltu etukäteen, työmaa suunnittelee/sopii elementtisuunnittelijan kanssa asiasta erikseen	2

Vaikka tuotannon turvallisuus huomioidaan suunnitteluvaiheessa pääasiassa ulkoseinäelementtien suunnittelussa (haastateltavat 1 & 3), kaikkiin suunnitelmiin tulee merkitä kaikki mahdollinen tieto tuotannon turvallisuusasioihin liittyen (haastateltava 1,3 & 9). Merkittäviä tietoja ovat esimerkiksi putoamissuojiiin käytettävät materiaalit, sijainnit ja niiden edellyttämät kiinnityspisteet ja -tavat elementeissä (haastateltava 3). Elementtikuviin tulee merkitä kaikki tiedot aina elementtien rakenteellisista asioista tehtaalla paikoilleen kiinnitettyihin putoamis- ja sääsuojauksiin. Kirjattavia asioita ovat esimerkiksi kaiteiden materiaalit, kiinnityspisteiden sijainnit, asennuskorkeudet, kiinnitystavat sekä ikkuna- ja parvekeoviaukkojen putoamissuojat (haastateltavat 1, 3 & 10). Netistä löytyy hyviä valmiita listoja rakenne- ja elementtisuunnittelussa huomioitavista asioista (haastateltava 6). Esimerkiksi rakennesuunnittelun työturvallisuusohjeissa on tarkistuslista asuinrakennusten työturvallisuussuunnittelua varten sekä kaideohjeet (Skol ry 2014).

Vakiintuneet suunnitteluratkaisut nousevat tärkeään asemaan rakentamisen toteutettavuutta pohdittaessa (haastateltava 3). Suunnitteluvaiheessa tulee miettiä, mitkä työvaiheista voidaan ja on turvallisempi suorittaa etukäteen jo maan tasalla tehtaalla. Turvallisuusnäkökulmasta kaikki ennen työmaatoteutusta tehtävissä olevat työvaiheet tulee siirtää elementtitehtaalle. Suunnittelijoiden on varmistettava, että suunnitelmissa käytetyt rakenneratkaisut eivät vaadi työmaalla toteuttamista. Projektipäällikön tulee suunnittelua ohjatessaan varmistaa toteutettavuuden kohtuulliset kustannukset eli töiden teettämisen tehtaalla ei saa nostaa työvaiheen kustannuksia kohtuuttomasti työmaatoteutukseen verrattuna. (Haastateltava 9.)

Elementtirakentamiseen liittyen tuotannon turvallisuusasioista täytyy huomioida koko elementtien asennusprosessi sisältäen elementtien purku-, nosto- ja asennustyöt. Eri-tyistä huomiota tulee kiinnittää puolikkaisiin elementteihin, ontelokenttään jääviin koloihin, mahdollisiin erilaisiin nostotapoihin ja tarvittaviin ylimääräisiin lenkkeihin sekä muihin lisävarusteisiin. (Haastateltava 3.) Rakenne- ja elementtisuunnittelussa on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan välttämään turvallisuuden kannalta tekemättömiä paikkoja (haastateltava 11).

Jokaisen suunnittelija täytyy noudattaa hankekohtaista turvallisuussuunnitelmaa, joskin Pohjola Rakennus Oy Suomen sisäisissä hankkeissa asian kanssa on välillä ollut haasteita (haastateltava 4). Yrityksen toiminnassa hankkeiden työturvallisuus huomioidaan ihan hyvin (haastateltava 5), mutta eri vaiheiden turvallisuusasiat pitäisi olla yksityiskoh- taisemmin määriteltynä ja hoitaa jämäkämmin. Etenkin turvallisuussuunnittelu hanketta aloitettaessa kaipaa täsmennystä. (Haastateltava 6 & 7.) Työjärjestys ja sen vaikutukset hankkeen turvallisuuteen voitaisiin myös huomioida paremmin. Jo suunnitteluvaiheessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota rakentamisen vaikutuksiin työmaata ja sen ympäris- tää koskien etenkin aluehankkeissa asukkaiden muuttaessa sisään ja kulkiessa alueella ennen hankkeen eri osien rakentamisen valmistumista. (Haastateltava 5.)

## 6.9 Putoamissuojauksen suunnittelu

Putoamissuojauksen puutteellisuus lukeutuu elementtirakentamisen yleisimpiin tapatur- miin (Koski ym. 2010, 108), minkä vuoksi putoamissuojauksen suunnitteluun ja toteutuk- seen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Suojausratkaisujen suunnittelu kuuluu sekä pää- toteuttajalle että rakennesuunnittelijalle. Pää toteuttaja eli työmaapäällikkö vastaa käy- tännön toteutuksen suunnittelusta ja rakennesuunnittelijan tehtävänä on huolehtia val- misosasuunnittelua varten saamansa lähtötiedot suunnitelmiin. Suunnittelija huolehtii myös, että lähtötiedoissa mainittuja materiaaleja on todellisuudessa mahdollista käyttää. (Haastateltavat 2, 5, 6 & 7.)

Taulukkoon 5 on kerätty haastateltavien mielestä tärkeimpiä asioita putoamissuojauksen toteuttamiseen, suunnitteluun ja vastuuasioihin liittyen.

Taulukko 5. Putoamissuojauksen suunnittelu.

<b>PUTOAMISSUOJAUKSEN SUUNNITTELU</b>	<b>kpl</b>
Tehdään elementtisuunnittelun yhteydessä	4
Tehdään työmaalla	3
Tulisi tehdä ennen elementtituotantoa	1
<b>VASTUU PUTOAMISSUOJAUKSEN SUUNNITTELUSTA</b>	
Työmaapäällikön vastuulla	6
delegoi/tilaa suunnitelman muualta	3
Suunnittelijan vastuulla on valmisosasuunnittelussa saamiensa lähtötietojen siirtäminen suunnitelmiin (varaukset, kaideputket, kiinnityspisteet jne)	1

Jokaiseen kohteeseen tehdään yksilöllinen putoamissuojaussuunnitelma, joka yleensä toteutetaan pohjakuvan päälle (haastateltava 10). Suunnitelmaan merkitään yksityiskohteisesti miten, missä vaiheessa ja kuka suojauksen työmaalla toteuttaa sekä selkeillä merkinnöillä kaiteiden paikat rakennuksen ulkoreunoille, suojat aukkojen päälle, hissikulun putoamissuojaus sekä tekniikkakuilun että portaiden kaiteet. Työmaapäällikkö tekee putoamissuojaussuunnitelman itse tai delegoi sen eteenpäin työmaaorganisaation sisällä. (Haastateltavat 2, 5, 8, 10 & 11.) Joissain tapauksissa putoamissuojaussuunnitelma tilataan pohjakuvien perusteella suoraan tavarantoimittajalta siten, että tarvittavat kaidetarvikkeet toimitetaan työmaalle heidän suunnitelmiensa mukaisesti (haastateltavat 2 & 8). Hankkeen edetessä työmaa vastaa suunnitelman päivittämisestä ja valvonnasta (haastateltava 10). Yleensä elementtirungoissa käytettävien kaiteiden sekä aukkosuojien tarvikkeiden hankkiminen ovat pääurakoitsijan vastuulla ja paikoilleen asentaminen elementtiasennuksesta vastaavan työryhmän (haastateltava 11).

Suurimman osan mielestä paras suunnitteluajankohta putoamissuojaukselle on rakenne- ja elementtisuunnittelun yhteydessä. Vaikka lopullinen toteutustapa hyvin usein muuttuu hankkeen edetessä, suuntaa antavaan ensimmäiseen suunnitelmaversioon on hyvä suunnitella parhaimmat ratkaisut yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa (haastateltavat 5 & 11). Putoamissuojausta ei aina ehditä saamaan mukaan suunnitelmiin, vaikka suojarakenteiden olisi hyvä olla mukana kuvissa jo ennen elementtien tuotantoa (haastateltava 2). Joissain hankkeissa putoamissuojauksen suunnittelu jätetään tarkoituksella työmaan ensimmäisiksi töiksi varsinaisen rakennusvaiheen alkuun, eikä suoja silloin myöskään merkitä elementtikuviin (haastateltavat 8 & 10).

Putoamisen estävät suojarakenteet ja -laitteet, esim. suojakaiteet, tulee asentaa siten, että suojausvaikutus on mahdollisimman yhtenäinen. Työn tekemisen vaatiessa

putoamista estävien suojarakenteiden poistoa, työn suorittajan tulee käyttää korvaavia suojaustoimia ja palauttaa suojarakenteet paikoilleen heti, kun se on mahdollista. (VNA rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 27§.) Kaiteiden käytön tarve määritellään laissa. Kaiteita tulee käyttää portaiden ja porrastasojen vapailla sivuilla sekä työtasoilla että kulkusilloilla, joilta on yli kahden metrin pudotus. Putoamissuojauksena käytettävien kaiteiden tulee olla vähintään metrin korkuiset ja niissä tulee olla käsi- ja välijohteet sekä jalkalistat. Korkealla tapahtuvissa työvaiheissa on käytettävä putoamisen estäviä suojarakenteita tai, jos niiden käyttö ei ole mahdollista työn luonteen takia, putoamissuojauksesta on huolehdittava putoamisen estävällä valjastyypisellä ratkaisulla. (VNA rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 28 §.) Valjaiden kiinnitystapa tulee olla suunniteltuna etukäteen ja kiinnitysratkaisun tulee olla turvallinen.

Holvin putoamissuojaus toteutetaan useimmiten kuvan 3 mukaisilla villavälikaiteilla, joiden kaidetolpille tulee suunnitella ja toteuttaa tehtaalla valmiiksi kiinnitysholkit.



Kuva 3 - Villavälikaiteen asennustapa.

Kaidetolppien asentaminen onnistuu nopeasti ja turvallisesti valmiisiin holkkeihin, kun kaide voidaan tiputtaa suoraan paikoilleen ilman ylimääräistä työtä. (Haastateltavat 3, 6, 7, 8, 10 & 11.) Villaväli- ja verkkokaiteita käytettäessä elementtikuvissa tulee esittää kaidetyypin lisäksi holkkijako eli kiinnitystolppien maksimivälimatka sekä käytettävät materiaalit. Valmiita aitaelementtejä käytettäessä etäisyydet määräytyvät aitojen kiinnitystolppien mukaisiksi. (Haastateltavat 2 & 10.) Kuvan 4 mukaiset kuorielementtikaiteet eivät ole yhtä hyvä putoamissuojausvaihtoehto, koska niille ei tehdä elementteihin varauksia ja toteuttaminen jää yksin tuotantoon elementtiasentajien vastuulle (haastateltava 10).



Kuva 4 - Parvekkeen putoamissuojaus, kuorielementtikaide.

Elementtisuunnittelijan tulee merkitä suunnitelmiin myös ikkunoiden putoamissuojaus, mikäli ikkunan alle jäävän seinän korkeus on alle yhden metrin (haastateltavat 6 & 7). Kun ikkuna- ja parvekeoviaukoissa käytetään kuvan 5 mukaisia tehtaalla paikoilleen asennettavia kaiteita, tarkat kiinnityskorkeudet tulee olla merkittynä suunnitelmiin kiinnityksen oikeellisuuden varmistamiseksi (haastateltava 7).



Kuva 5 - Ikkuna-aukon putoamissuojaus.

Muita suojarakenteita ja paikkoja ovat kuvassa 6 esitetty portaissa yleisimmin käytössä oleva suojaustapa eli holvinreunakaiteet sekä kuvassa 7 esitetty hissikuiluun putoamissuojaksi asennettava vanerinen taso. Elementtihissikuiluihin tasot asennetaan valmiiksi jo tehtaalla (haastateltavat 1, 6 & 7).



Kuva 6 - Porraskäytävän putoamissuojaus, holvinreunakaide.



Kuva 7 - Hissikuilun putoamissuojaus.

Kaikkien putoamissuojauksena käytettävien materiaalien merkitseminen elementtikuviin sekä suunnitelmien mukainen paikoilleen asentaminen jo tehtaalla helpottaa tuotantoa ja lisää työturvallisuutta. Elementteihin asennetut suojat kiinnityksineen tulee tarkistaa vielä ennen elementtien kuljettamista tehtaalta työmaalle. (Haastateltava 10.)

#### 6.10 Sääsuojausten huomioiminen suunnittelun ohjauksessa, suunnitelmissa sekä tuotannossa

Kosteudenhallinnan tavoitteet määritellään hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttajan toimesta. Asetetut tavoitteet sitovat ja ohjaavat sekä suunnittelua että rakentamista (Sahlstedt & Koskenvesa 2016). Kosteuden torjumisen ja suojaustapojen suunnittelu on aloitettava jo hanke- ja rakennussuunnitteluvaiheissa ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista. Työmaan olosuhteita hallitsemalla minimoidaan rakennukseen kohdistuvat kosteusriskit ja varmistetaan kohteen aikataulun mukaisen toteutuksen onnistuminen erilaisista sääolosuhteista huolimatta. Ratkaiseva osa sääolosuhteiden hallintaa on oikein tehdyt rakenteiden suojaustoimenpiteet. Hankesuunnitteluvaiheessa määritetään kuivapidon taso ja rakennussuunnitteluvaiheessa suunnitelmiin kirjataan tavoitteet sekä ohjeet kosteudenhallinnalle, arvioidaan mahdolliset rakenteisiin kohdistuvat kosteusvaurioiden riskit, määritellään alustavasti hankkeen kosteustekninen vaativuus ja tarkastetaan suunnitelmat kosteusteknisestä näkökulmasta. (Ratu S-1232, 2013.)

Olosuhteiden hallinta on rakennusprosessin tärkeä osa, joka korostuu talvella rakennettaessa (haastateltava 11). Pohjola Rakennus Oy Suomi on sitoutunut käyttämään Kuivaketju10-toimintamallia vähentääkseen kosteusvaurioiden riskejä kaikissa hankkeissaan (haastateltavat 4, 6 & 7). Käytännössä toimintamallia noudattamalla pyritään torjumaan kymmenen keskeisintä kosteusriskiä rakennusprosessin eri vaiheissa sekä todentamaan torjumisvaiheet todentamisohjeen mukaisesti. Kuivaketju10:n mukainen toiminta velvoittaa niin kaikkia suunnittelijoita, kuin työmaaorganisaatiotakin noudattamaan riskilistassa sekä todentamisohjeessa mainittuja ja kohteen erityispiirteiden mukaan päivitettyjä kohtia. Rakennushankkeiden toimintamallin mukaista toimintaa valvoo nimetty kosteudenhallintakoordinaattori. (RALA ry, Kuivaketju10.) Pohjola Rakennus Oy Suomen hankkeissa koordinaattorina toimii yrityksen ulkopuolinen taho, vaikka rooliin pätevä henkilö voitaisiin nimetä myös omasta henkilöstöstä. Kokonaisuudessaan kosteudenhallinnan prosessiin ja koordinointiin tulee kiinnittää enemmän huomiota yritystasolla. (Haastateltava 4.)



Kuivaketju10:n mukaisesta kymmenen yleisimmän kosteusriskin joukosta rakenne- ja elementtisuunnittelua ajatellen painottuvat kohdat kaksi ja kolme, jotka käsittelevät ulkoseinärakenteen sisään tunkeutuvaa sadevettä sekä vesikatteen ja aluskatteen läpi yläpohjaan tunkeutuvaa vettä. Lisäksi kohta 6 vesiputkien rikkoutumisesta aiheutuvasta vesivahingosta, kohta 8 kosteiden betonirakenteiden päällystämisen haitoista sekä kohta 9 kastuneiden materiaalien ja rakenteiden rakennusta vaurioittavasta vaikutuksesta liittyvät työmaan toteutukseen ja runkotöihin. (RALA ry, Kuivaketju10 riskilista.)

Yleisesti ottaen sääsuojauksen ajatellaan olevan enemmänkin detajliikka, asioiden pohdimista etukäteen ja huomioimista suunnitelmissa (haastateltava 4). Rakentamisen laatuun ja kosteudenhallintaan liittyen suunnittelun ohjauksessa tulee ensin päättää suojaus taanko elementtejä tai rakenteita rakennusvaiheiden välillä. Sääsuojaukseen päädyttäessä suojaustavan valinnassa tulee ottaa huomioon, miten suojaustapa kestää kuljetuksen ja säilytyksen työmaalla sekä suojan poistamisen helppous ilman suurempaa vaihua. Suunnittelijoilta pyydetään suunnitelmiin maininnat elementtien sääsuojauksesta ja tehtaan kanssa sovitaan suojauksen toteuttamisesta jo elementtejä hankittaessa (haastateltava 9). Elementtitehtaalta tulee erikseen vaatia suojiin kiinnittämistä riittävän hyvin, etteivät ne irtoa kuljetuksen aikana (haastateltavat 2, 6, 7, 8 & 10).

Työturvallisuuden ja tuotannon tehostamisen tavoitteiden mukaisesti elementtien sääsuojaus on parempi toteuttaa jo tehtaalla (haastateltavat 6 & 7). Elementtien sääsuojaus on kuitenkin osassa kohteista jätetty työmaalla tehtäväksi, koska tehtaalla suojaamisen kustannusten on laskettu olevan korkeammat (haastateltavat 2 & 5). Edullisempien hintojen saamiseksi myös sääsuojauksen sekä muiden mahdollisten lisätöiden hinnat tulee pyytää jo hankintavaiheessa. Kustannusten ollessa maltillisemmat työmaaorganisaatiolle ei tule kiusausta jättää lisätöitä työmaalla tehtäväksi vain kustannusten takia. (Haastateltava 9.)

Korkeiden kustannusten vuoksi koko rakennuksen kattavia sääsuojia käytetään yleensä vain urakkakohteissa, joissa ulkopuolinen tilaaja vaatii suojausta (haastateltavat 2, 4 & 8). Useimmiten näissäkin tilanteissa vain vesikatto rakennetaan sääsuojan alla. Vesikatto saadaan yleensä umpeen suurinpiirtein samassa ajassa kuin sääsuoja saadaan rakennettua, joten suojauksesta ei välttämättä ole suurta hyötyä aikatauluun ja kustannuksiin suhteutettuna. (Haastateltava 4.) Sääsuojan alla rakennettavan vesikatton suunnittelussa tulee huomioida tuotantoon vaikuttavat asiat, kuten mahdolliset ankkurit ja niiden kiinnitystapa (haastateltava 9). Sääsuojauksesta toteutetaan myös myöhemmässä vaiheessa, jolloin merkintöjä ei tehdä suunnitelmiin lainkaan. Jos suunnittelu tehdään vasta

myöhemmin, elementtisuunnittelijan kanssa tulee keskustella ja sopia erikseen elementtien suojaamisesta. (Haastateltava 5)

Sääsuojauksen suunnittelussa on tärkeää kiinnittää huomiota elementtien lämmöneristeiden suojaamiseen ja erityisesti suojaus- sekä kiinnitystapoihin. Elementtien yläreunojen lisäksi myös ikkuna-aukot voidaan suojata väliaikaisesti muovilla ennen ikkuna-asennusta. Muovi kiinnitetään eristeen suojaksi ikkuna-aukkoon rimakarmin molemmin puolin. Ikkuna-, ovi- ja muiden aukkojen sulkeminen on tärkeää hoitaa mahdollisimman ripeästi joko lopullisilla tai väliaikaisilla suojilla. (Ratu S-1232, 2013.) Ikkuna-asennus tulee aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa rakennuksen rungon vesitiiviiden saavuttamiseksi, minkä takia on myös harkittu elementtien tilaamista ikkunat valmiiksi paikoilleen asennettuina. Tehtaalla valmiiksi asentaminen helpottaisi osaltaan ahtaiden tonttien tilan puutetta ja suojaisi rakennuksen kosteudelle alttiita rakenteita ylimääräiseltä kosteusrasitukselta. (Haastateltava 3.) Asennuttamalla mahdollisimman paljon ilkkunoita etukäteen tehtaalla voidaan lisätä työmaan työturvallisuutta ja tehostaa tuotantoa välttämällä kaksi työvaihetta: putoamissuojien kiinnittäminen ja poistaminen ennen ikkuna-asennusta (haastateltava 11).

Suunnitelmiin tulee merkitä myös olosuhteiden hallintaan liittyviä yksityiskohtia. Ontelolaattojen suunnitelmia tehtäessä elementtisuunnittelijan tulee merkitä katkoskohdat ja laattojen molempiin päihin kohdat rei'ille, jotta onteloon päässyt vesi saadaan pois laatan sisältä ja rakenne kuivaksi. (Haastateltava 1.) Talotekniikkaan liittyvät pukitukset tulisi suunnitella porrashuoneiden yhteydessä oleviin talotekniikka kuiluihin. Elementtien saumavalut tulee tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tiiviiksi ja holvien aukot tiivistää rakennuksen vesitiiviivien saavuttamiseksi. Tiiviit välipohjat ja ikkunoilla varustetut ulkoseinät suojaavat rakennusta jo ennen vesikaton valmistumista. (Ratu S-1232, 2013.)

Taulukkoon 6 on koottu sääsuojauksen toteuttamiseen liittyvät haastatteluissa saadut vastaukset.

Taulukko 6. Sääsuojaus.

<b>SÄÄSUOJAUS</b>	<b>kpl</b>
Elementtien sääsuojaus sisällytetään sopimukseen elementtikauppassa	8
Villaelementtien yläreunojen suojaaminen muovilla jo tehtaalla	6
Suojaaminen tyvek-kankaalla, jota ei tarvitse poistaa ennen elementtiasennusta	2
Ikkuna-aukkojen suojaaminen muovilla jo tehtaalla	3
Halvemman hinnan vuoksi ikkuna-aukot suojataan työmaalla	3
Elementtien sääsuojaus tarkistetaan kuorman saapuessa työmaalle.	5
Jos elementtejä ei ole suojattu tehtaalla, suojataan työmaalla muovilla / kermillä	3
Elementtien tilaaminen ikkunat valmiiksi asennettuna	2
Elementtien suojaaminen elementtitelineessä talvikaudella ja kovilla sateilla	3
Elementtien tuulensuojakankaiden ja muovien kiinnitystapaan kiinnitettävä erityistä huomiota.	2
Kovien eristeiden päälle siveltävä kosteussuoja	2
Koko rakennuksen suojaaminen lähinnä urakkakohteissa tilaajan vaatimuksesta	3
Monesti sääsuojan rakentamisen ja katon vesitiiviiksi saamisen kestot yhtä pitkät	1
Vesikattotöiden ajaksi sääsuojan rakentaminen puuta, putoamissuojausta ja aluskatetta hyödyntäen	2
Katolle ylimääräinen ohut kaatovalu vesitiiviyyden saavuttamiseksi (tasakatto, papukatto)	2
Hormien vienti yli kattopinnan + ylimääräiset putkihaarat veden viemiseksi pois katolta	2
Sääsuojaamiseen tulisi kiinnittää enemmän huomiota käytännössä, nyt kuitataan Kuivaketju10:llä.	4

Rakentamisen aikataulun suunnittelun yhteydessä runkovaiheen työjärjestys tulee suunnitella niin, että työt saadaan suoritettua joutuin ja vesikatto umpeen mahdollisimman pian runkotöiden jälkeen. Nopea runkovaihe vaatii huolellista ennakkosuunnittelua ja rakentamisen aikaisen kosteuden poiston tulee alkaa heti, kun rungon vesitiiviys on saavutettu. (Ratu S-1232, 2013.)

Kuivaketju10:n riskilistan kohdan 2 mukaista riskiä ulkoseinärakenteen sisään tunkeutuvasta vedestä pyritään estämään sandwich-elementtien kohdalla suojaamalla elementin yläreuna kuvassa 8 esitetyllä tavalla (haastateltavat 1, 4, 5 & 11).



Kuva 8 - Elementin sääsuojaus muovilla.

Elementin yläreuna ja eristevilla suojataan yläreunan päälle laitettavalla suojamuovilla, jonka reunat käännetään elementin reunojen yli. Muovit tulee irrottaa elementtiasentajien toimesta juuri ennen seuraavien elementtien asennusta. (Haastateltavat 3, 8 & 11). Elementtien ikkuna- ja parvekeoviaukkojen alareunat tulee suojata yläreunojen tavoin (haastateltavat 8 & 11).

Toinen vaihtoehto pehmeän eristeen suojaamiseksi on tyvek-kate, joka pysyy muovia paremmin paikallaan, eikä materiaalia tarvitse poistaa elementtiasennuksen yhteydessä (haastateltavat 2, 5 & 10). Jos sääsuojaukseen ei ole tehty valmiiksi tehtaalla, voidaan elementit suojata vasta työmaalla muovittamalla tai laittamalla elementtien yläreunojen päälle esimerkiksi kermikatteen (haastateltavat 6 & 7). Sääsuojaukseen voitaisiin keventää, jos elementeissä käytettäisiin villan sijaan kovaa eristettä (haastateltavat 8 & 11). Kovaa eristeitä sisältävien elementtien sääsuojana voidaan käyttää esimerkiksi siveltävää kosteussuojaa, jota ei myöskään tarvitse poistaa elementtiasennuksen yhteydessä (haastateltava 4). Elementtien sääsuojauksen toteuttaminen tulee olla suunniteltu niin, että villassa kiinni olevat tuulensuojakankaat saadaan pysymään kiinni sekä kuljetettaessa että tontilla (haastateltava 2).

Materiaalit tulee suojata heti kuormien saapuessa työmaalle, jotta voidaan välttää kuiva-  
ketju10:n riskilistan kohta 9 eli kastuneet materiaalit ja rakenteet. Suojaamiseen käytetään kestopeitettä, joka kestää sääolosuhteita. (Haastateltava 10.) Elementit tulee varastoida siten, ettei niihin synny haitallisia tai ulkonäköä heikentäviä muodonmuutoksia,

eikä lämmöneristys pääse kastumaan haitallisesti (RT 14-11016, 2010). Tästä johtuen elementtipukissa pidempään seisovat, kaatosateelle altistuvat tai talvikaudella säilytettävät elementit tulee suojata (haastateltava 5). Tarvikkeista ikkunat ja kipsilevyt nostetaan muovilla suojattuina nippuina rungon mukana suoraan kerrokseen materiaalien suojaamiseksi (haastateltavat 2, 5 & 7).

Vaikka kohteeseen suunniteltu vesikattorakenne vaatisi rakennusvaiheen aikaista suojausta sääolosuhteilta, voidaan sääsuojaus toteuttaa myös kevyempää suojaa käyttäen. Vesikatto voidaan suojata käyttäen hyödyksi telinepeitettä tai aluskatetta ja putoamissuojausta. Kun putoamissuojaus rakennetaan puutavarasta hieman normaalia korkeammaksi, voidaan tukien päälle kiinnittää peite sääsuojaksi estämään pahimpien lumien ja vesien pääsyn rakenteilla olevalle vesikatolle. (Haastateltavat 2, 8, 10 & 11.) Kun kohteeseen on suunniteltu papu- eli kevytsorakatto, rakenne vaatii höyrynsulkua välittömästi (Mäkelä 2019, 30). Papukatto saadaan vedenpitäväksi nopeammin, kun valetaan ylimääräinen ohut kaatovalut ennen kermitöitä ja lisätään yhdestä kahteen ylimääräistä kaivoa katolle. Näin vesikaton olosuhteiden hallinta saadaan haltuun ja sisätyövaiheet voidaan aloittaa jo ennen vesikaton valmistumista. (Haastateltava 5.)

Vesikattojen ohella tulee kiinnittää erityistä huomiota parvekerakenteiden suojaamiseen. Rakennesuunnittelussa tulee miettiä, miten parvekerakenteet suojataan holvivaiheessa, koska parvekerakenteet ovat kosteuden hallinnan kannalta heikkoja paikkoja. (Haastateltava 2)

Sääsuojauksen toteutumisen varmistaminen lähtee liikkeelle elementtikaupoista. Sopimusta tehtäessä tulee huolehtia, että tarvittavat tiedot sääsuojauksesta löytyvät suunnitelmista (haastateltavat 2 & 6). Mallielementtiaineistosta tarkistetaan pyyntö elementtien yläosien sekä aukkojen alaosien suojauksista (haastateltava 8) ja tehtaalla pidettävän mallikatselmuksen yhteydessä varmistetaan suojaustavan suunnitelmien mukaisuus (haastateltava 11). Elementtien sääsuojat tulee tarkistaa vielä kuorman vastaanoton yhteydessä työmaalla (haastateltavat 5 & 6). Tarpeen mukaan sääsuojaus hoidetaan työmaalla työhön etukäteen valtuutetun urakoitsijan toimesta (haastateltavat 7 & 8). Urakasoppimuksessa tulee määritellä urakoitsijoiden mahdolliset vastuut tilaajan materiaalien vastaanottoon ja suojaamiseen liittyen (haastateltava 10). Viimekädessä vastuu sääsuojauksen onnistumisesta on kuitenkin pääurakoitsijalla eli työmaapäälliköllä sekä runkomestarilla ja heidän tulee varmistaa sääsuojauksen toteutuminen (haastateltavat 2, 5 & 11). Puutteiden havaitseminen on helpompaa, kun työtä sekä toimituksia seurataan

aktiivisesti. Mahdollisten puutteiden tai virheiden ilmetessä toimittajan reklamointi on helppompaa, kun asioista on sovittu kirjallisesti etukäteen. (Haastateltavat 7 & 11.)

#### 6.11 Työmaasähkön, -veden ja sähköistysuunnitelman huomioiminen suunnittelun ohjauksessa

Työmaasähkö ja -vesi ovat tärkeitä rakentamisen arkeen vaikuttavia tekijöitä, joiden huomioiminen jo suunnitteluvaiheessa on erityisen tärkeää. Väliaikaiset sähkö- ja vesilinjat sekä mahdolliset käyttöpisteet tulee suunnitella ja merkitä suunnitelmiin elementtisuunnittelun yhteydessä ja käydä yhdessä läpi hormipalaverissa. (Haastateltavat 2, 4 & 9.) Toisaalta, joidenkin hankkeiden kohdalla työmaa-aikaisen sähkön ja veden toteutus on saatu toimimaan hyvin myös myöhemmässä vaiheessa suunniteltuna, vaikka reittejä olekaan merkitty suunnitelmiin tai ylimääräisiä varauksia tehty elementteihin (haastateltavat 8 & 11). Toteutustapa on myös pitkälti työpäällikkö, työmaapäällikkö ja kohdekohtainen asia, minkä vuoksi parhaat mahdolliset reitit tulee katsoa työmaalla kohteen yksityiskohtien perusteella (haastateltavat 4, 8 & 11).

Työmaasähkön ja -veden suunnitteluun olisi hyvä saada Pohjola Rakennus Oy Suomelle jokin yhteinen vakioitu toimintamalli lähtötiedoksi. Reitit ja toteutustavat tulee suunnitella niin, ettei työmaavesi aiheuta vahinkoa vuoto- tai ilkivaltatilanteessa. (Haastateltava 6.) Suunnittelijan on suotavaa ehdottaa valmiiksi, mihin kerrosten välisten linjojen reitit ja massiivilaatan mahdolliset läpiviennit sijoitetaan (haastateltava 2). Parhaimpia työmaasähkön ja -veden reittejä pohdittaessa tulee ottaa huomioon paikka, johon mahdollinen vuotovesi päättyy, sekä työmaatoimintojen kannalta järkevin sijainti veden ja sähkönjakelun käyttöpisteelle (haastateltava 7).

Sähköistysuunnitelmaa ei useimmiten huomioida suunnittelun ohjauksessa lainkaan (haastateltava 1), koska suunnitteluvaiheen aikataulu on jo muutenkin tiukka (haastateltava 4). Tuotantoa kuitenkin helpotetaan, jos suunnitteluvaiheessa sähköistysuunnitelmaa hyödynnetään pääsyötön reitin suunnitteluun. Näin syöttökaapeli saadaan järkevään paikkaan, eikä kaapeli tule tielle tuotannon edetessä. (Haastateltavat 1 & 6.)

### 6.11.1 Työmaavesi- ja sähkö

Taulukkoon 7 on koottu haastateltavien ajatukset työmaasähkön toteutukseen liittyen. Yleisimmät pystynousujen toteutustavat ovat elementti- tai kevyt rakenteiseen hormiin sijoitettava ylimääräinen varausputki tai varausreikä massiivilaatassa. Sijoituspaikka on monesti kohdekohtainen, minkä vuoksi useampi haastateltavista mainitsi vaihtoehdot joko–tai-periaatteella.

Taulukko 7. Työmaasähkön toteutukseen liittyvät asiat.

<b>TYÖMAASÄHKÖ</b>		<b>kpl</b>
Pystynousut:	Elpo-hormiin 1-2 ylimääräistä 110 varausputkea	2
	Varausreikä massiivilaataan	2
	Joko hormi tai massiivilaatta	4
	Valokuiluun, jos avara rakenne	2
	Hissikuiluun tai portaisiin	2
	Lopullisen kaapeloinnin hyödyntäminen	1
muuta:	Suunnitteluun vakioitu toimintatapa ja merkinnät suunnitelmiin	4
	Suunnitellaan elementti-/hormipalaverissa	2
	Pääkeskukselta rakennukseen sisään rakenteiden ali	1
	Pääsääntönä sähköjen vienti pois porraskäytävästä	2

Työmaasähkö tulee tuoda rakennukseen sisään vetämällä sähkökaapelit pääkeskukselta putken avulla perustusten alta tai läpi (haastateltava 11). Jos sähköurakoitsija ehtii toteuttaa lopullisen sähkökaapeloinnin rungon mukana, työmaa-aikana tulee käyttää lopullista reittiä. Pysyvän kaapeloinnin käytön etuna on turvallisempi työympäristö, minkä syntymistä edesautetaan integroimalla runkoon mahdollisimman paljon työnaikaisia ylimääräisiä johtoja, kaapeleita sekä sähkökeskuksia seinille ja kulkuteille roikkumaan jättämisen sijaan. (Haastateltavat 8 & 9.) Turvallisuustason parantumisen lisäksi lattia-, ta-soitus- sekä alakattotyöt voidaan aloittaa ilman ylimääräistä johtojen ja keskusten siirtämistä. (Mäki & Nissinen 2004, 18)

Jos lopullista reittiä ei voida käyttää, runkokaapeleille löytyy yleensä aina jokin muu reitti tai hormi, minkä kautta sähköt saadaan kuljetettua kerroksesta toiseen. (Haastateltava 8.) Sähköjen pystynousujen sijoittaminen kerrokseen riippuu käytettävissä olevasta tilasta

sekä sähkön käyttötarpeesta. Sähköntarpeen määrittäessä sähkökeskusten kapasiteetin ja sijainnin kokonaiskulutus lasketaan käytettävien työvaiheiden mukaisesti. (Haastateltava 11.) Useimmiten pystynousut sijoitetaan elpohormiin, jolloin putkeen tulee hormisuunnittelun yhteydessä varata yksi tai kaksi ylimääräistä 100 tai 110 kokoista varausputkea (haastateltavat 1, 2, 4, 5 & 9). Vaihtoehtoisesti nousut voidaan viedä tekniikkahormiin myös ilman ylimääräisten varausputkien suunnittelua, jos hormissa on tilaa (haastateltava 8).

Haastateltavien mielestä paras ratkaisu veden pystynousuille on taulukon 8 mukaisesti porraskäytävän kevytrakenteisessa hormissa tai elpo-hormissa kuljetettava ylimääräinen tyhjä linja, joka on myös esitetty kuvassa 9.

Taulukko 8. Työmaaveden toteutukseen liittyvät asiat.

<b>TYÖMAAVESI</b>		<b>kpl</b>
pystynousut:	Hormiin tyhjä linja	5
	Sähkön kanssa massiivilaatan reiän läpi	2
	Työmaa katsoo kohdekohtaisesti paikan	4
muuta:	Varauksia ei suunnitella, sovitaan elementtisuunnittelijan kanssa	2
	Suunnitellaan elementti-/hormipalaverissa	2
	Suunnitteluun vakioitu toimintatapa ja merkinnät suunnitelmiin	5
	Hana jokaiseen kerrokseen	4
	Sisällytetään putkiurakoitsijan urakkaan	4
	Reitin suunnittelu tärkeää mahdollisten vauriotilanteiden takia	1





Kuva 9 - Työmaaveden kuljettaminen hormissa.

Jos rakenteilla olevassa kohteessa ei ole elpoja tai rakenteissa valmiita putkireittejä, järkevin vaihtoehtoinen toteutustapa sekä sähkö- että vesinousujen kuljettamiseen on kuvan 10 mukainen reikä massiivilaatassa portaiden yhteydessä (haastateltavat 2, 3, 5, 6 & 7). Massiivilaataan tehtävien varausreikien huono puoli on tarve täyttää reiät sisätyö- vaiheita varten jo ennen sähkön ja veden käyttötarpeen lakkaamista kerroksissa. Reikien täytön yhteydessä vesi ja sähkönousut tulee siirtää toisaalle. (Haastateltava 2.)



Kuva 10 - Työmaasähkön ja -veden kuljettaminen massiivilaatan läpi.

Pystynousut voidaan sijoittaa myös portaiden yhteyteen kuvan 11 mukaisesti (haastateltavat 5, 6, 7, 8, 10 & 11). Pääsääntöisesti johtojen kuljettamista porrasmuunnoksissa tulee kuitenkin välttää, koska kulkureittien yhteyteen asennettuna ne lisäävät tapaturmien riskiä (haastateltava 8). Portaikon lepotason takana oleva valokuilu (kuva 13) on myös selkeä ratkaisu vesi- ja sähkonousujen viemiseen kerroksesta toiseen, jos kuilu on riittävän tilava (haastateltavat 4 & 5). Yhtenä toteutustapana on myös käytetty pystynousujen viemistä hissikuiluun (haastateltava 11).



Kuva 11 - Työmaasähkön kuljettaminen portaiden yhteydessä.

Jokaiseen kerrokseen asennetaan sähkökeskus ja vesipiste hanoineen kuvien 9, 10 ja 11 mukaisesti (haastateltavat 3 ja 11). Sähköjen vaakasuuntainen levittäminen kerrokseen on usein haasteellista ja kaapelit jäävät helposti tielle (haastateltavat 6 & 7). Järkevä vaakasiirtymä toteutustapa on kaapeleiden kuljettaminen käytävän kattoon pitkin (haastateltavat 2, 4 & 10). Todella isoissa rakennuksissa saatetaan tarvita ylimääräinen tila-varausta vaakasiirtymille, mutta yleensä tavallisissa kerrostaloissa selvitetään ilman (haastateltava 9).

Useasti väliaikaisen työmaaveden järjestäminen on myös sisällytetty putkiurakoitsijan urakkaan työmaan toimesta, eikä sitä ole huomioitu suunnitteluvaiheessa (haastateltavat 1, 9 & 11). Kun ammattilainen toteuttaa urakan, käytössä on varmemmin kunnolliset

liittimet sekä muut osat ja vesilinjan asennus on asianmukainen (haastateltava 8). Työmaan käytössä olevaan väliaikaiseen vesilinjaan tulee asentaa kello-ohjattu automaattipääsulku, jotta varmistetaan sukujen sulkeutuminen päivän päätteeksi (haastateltava 2). Useissa kohteissa rakennuksen alakerrassa olevan pääsulun sulkemisesta vastaa nimetty henkilö (haastateltavat 6, 7, 8 & 11). Päivittäisen työn jäädessä yksittäisen ihmisen vastuulle ei voida olla täysin varmoja työn toteutumisesta (haastateltava 8).

#### 6.11.2 Mahdollisiin vesivahinkoihin varautuminen

Vesivahinkoihin varautumiseen liittyen saatiin taulukon 9 mukaisia vastauksia.

Taulukko 9. Vesivahinkoihin varautuminen.

<b>VESIVAHINKOJEN ESTÄMINEN</b>	<b>kpl</b>
Pääsulku, jonka työntekijä käy päivittäin sulkemassa	5
Suluista tieto koko työmaan henkilöstölle ja maininta työmaasuunnitelmaan	1
Kello-ohjattu automaattipääsulku	1
Vesilinjan viemäriputken sisään ja linjan vienti alas asti	1
Vesilinjan purku heti veden tarpeen lakattua	1
Vuotovahti-palvelu (Leakomatic)	2
Vesi-imurit, lastat ym. manuaaliset kuivausvälineet	3
Yhteistyökumppani, joka tulee tarvittaessa kuivaamaan	2
Korkeiden pistetalojen kermittäminen n. 6. kerroksesta/puolesta välistä	1

Työmaa-aikaisen vesilinjan pystynousun sijoittaminen viemäriputkeen auttaa mahdollisessa vahinkotilanteessa ohjaamaan vuotoveden suoraan rakennuksen alimpaan kerrokseen tai alapohjaan. Vesilinjaan tulee asentaa vesivuotovahti, joka sisältää kello-ohjatun automaattisulun ja ilmoittaa tekstiviestitse mahdollisista poikkeustilanteista. (Haastateltavat 2 & 8.) Pohjola Rakennus Oy Suomen on tarkoitus jalkauttaa vuotovahti kaikkiin kohteisiinsa käyttäen yrityksen omaa laitteistoa. Kertahankintana laitteisto on kallis investointi, mutta pidemmän päälle kustannus ei ole niin suuri laitteiston käyttöiän ollessa noin 5 – 7 kohteen verran. (Haastateltava 8.)

Vesivahingon sattuessa laajuus saadaan minimoitua huolehtimalla, että henkilökunnalla on tiedossaan vesilinjojen sulkujen sijainnit, jotka tulee myös olla merkittynä pohjakuviin.

Ilkivallan varalta lämmönjakohuoneen ovi tulee olla lukossa työmaan ollessa suljettuna. (Haastateltava 10.) Työmaalla tulee aina olla toimiva vesi-imuri, lastat ym. kuivausvälineet, joilla kerrokseen kertynyt vesi saadaan poistettua mahdollisimman tehokkaasti (haastateltavat 6, 7 & 11). Vesivahinkojen mahdollisuuksien minimoimiseksi väliaikaiset linjat tulee purkaa pois heti, kun valmiit vesi-pisteistä saadaan käyttöön (haastateltavat 4 & 10). Työmaan tulee tehdä jonkin yhteistyökumppanin kanssa sopimus, jonka nojalla kuivauspalvelu saadaan tarvittaessa paikan päälle kuivaamaan (haastateltavat 6 & 7).

Suurimmat ongelmat ja vahingot aiheutuvat yleensä sääolosuhteiden aiheuttamasta vedestä eli kovien sateiden, rännän tai lumen vaikutuksesta. Tällaisten suurten vesimäärien aiheuttamien vahinkojen laajuuteen vaikuttavat kohteen rakennusvaihe sekä välipohjarakenne yksityiskohtineen. Tämän takia jo suunnitteluvaiheessa tulee miettiä tavat veden poistamiseen talosta ja valituista rakenteista. Veden hallittua ulos johtamista edesautetaan saattamalla viemäriverkoston valmiiksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. (Haastateltava 11.)

## 6.12 Valaistus

Rakennustyömaan kulkureiteillä tulee olla riittävä valaistus ja valaisimet on asennettava niin, ettei niistä aiheudu haittaa työntekijöiden turvallisuudelle (VNA rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 26 §). Työturvallisuuteen oleellisesti vaikuttavaan tekijään, valaistukseen, liittyen haastatteluissa pyrittiin selvittämään työmaa-aikaisen yleisvalaistuksen parhaimmat kuljetusreitit aina rungon nousuvaiheesta sisävalmistusvaiheisiin. Kuvan 12 led-valonauha todettiin taulukon 10 mukaisesti lähes jokaisen haastateltavan mielestä kaikkein parhaaksi työmaa-aikaiseksi valaistusratkaisuksi rakennuksen sisälle.



Kuva 12 - Valaistus ledinauhalla porraskäytävässä.

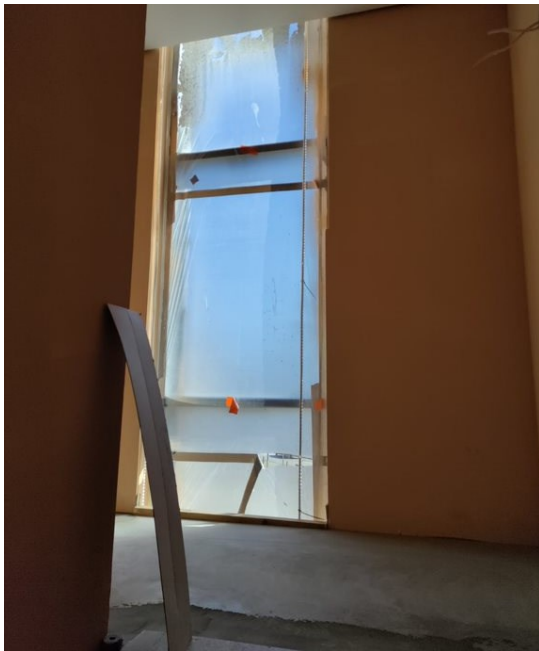
Taulukko 10. Valaistus.

<b>VALAISTUS</b>		<b>kpl</b>
Paras tapa:	Led-valonauhat	8
	Sijoituspaikka käytäville alakattokoron yläpuolelle	6
	Yksi yhtenäinen ketju, jonka katkaisija alas	1
	Työmies asentaa paikoilleen	1
	Sisällytetty sähköurakoitsijan urakkaan	1
	Asennus mahdollisimman pian tönäreiden poiston jälkeen	1
Suunnittelu:	Kohdekohtaista	1
	Suunnitellaan työmaalla	5
	Merkintäsuunnitelmiin, ettei syöttökaapeli ole tuotannon edessä	1

Led-valonauha tulee sijoittaa kiinni käytävän massiivilaataan jokaiseen kerrokseen. Alakattokoron yläpuolelle sijoitettuna valonauha ei tule tielle työvaiheiden edetessä ja voi olla paikallaan mahdollisimman pitkään. (Haastateltava 8.) Tuotannon kannalta järkevintä on kaikkien valojen asentaminen yhden katkaisijan taakse siten, että valot saadaan

pois päältä yhdestä katkaisijasta (haastateltava 9). Pallovalojen käyttöä työmaa-aikana ei suositella niiden rikkoutuessa erittäin helposti (haastateltava 5).

Joissain kohteissa yleisvalaistus on järjestetty käyttämällä lopullista kaapelointia ja sisällyttämällä työ sähköurakoitsijan urakkaan. Lopullisen kaapeloinnin käyttäminen valaistuksen järjestämiseen ei kuitenkaan ole täysin varma toteutusvaihtoehto, koska urakoitsija ei välttämättä ehdi vetää lopullisia kaapeleita paikoilleen ennen valaistustarvetta. (Haastateltava 8.) Tämän vuoksi kerrosten väliset pystynousut tulee toteuttaa kuljettamalla valonauhat rungon putkituksen mukana tai portaiden yhteydessä kuvassa 12 esitetyllä tavalla (haastateltavat 8 & 10). Valonauha voidaan myös viedä portaiden takana olevan valokuilun kautta kerroksesta toiseen kuvassa 13 esitetyllä tavalla (haastateltava 13).



Kuva 13 - Valaistus ledinauhalla porraskäytävässä.

Työmaa-aikaisen valaistuksen järjestäminen on hyvin pitkälti kohdekohtaista, minkä vuoksi aluesuunnittelun yhteydessä tulee suunnitella tarvittava ulkoalueen valaistus sijainteineen sekä materiaalitarmeineen (haastateltava 11). Useimmissa hankkeissa valaistusta ei kuitenkaan suunnitella etukäteen (haastateltavat 6, 7, 8 & 10), vaan työmaan tehtäväksi jää miettiä tarvittavien valaisimien laatu, määrä ja kiinnitystavat (haastateltavat 6, 7 & 9). Pääurakoitsija vastaa yleisvalaistuksesta käytävillä, parkkihallissa sekä ulkotiloissa aliorakoitsijan huolehtiessa työhön tarvitsemastaan valaistuksesta (haastateltavat 5 & 11).

Valaistuksen nousureiät voidaan suunnitella jo suunnitteluvaiheessa ennen elementti-tuotantoa (haastateltavat 2 & 9). Tarvittavat valaisimet sekä muut tarvikkeet hankitaan tilaajan toimesta ja asentaminen delegoidaan työmiehelle (haastateltava 2). Sisävalaistus tulee asentaa paikoilleen mahdollisimman pian elementtitukien poiston jälkeen ja urakoitsijan tuoda työhön tarvitsemansa kohdevalaisimet mukanaan (haastateltava 10). Tutut urakoitsijat tietävät, miten valaistus halutaan Pohjola Rakennus Oy Suomessa toteutettavan. Pyydettyäessä he suunnittelevat määrät, hankkivat ja asentavat tarvikkeet totutun kaavan mukaisesti (haastateltava 8). Joissain kohteissa valaistussuunnitelma asianmukaisine tarvikkeineen ja asennuksineen tilataan suoraan varustevuokraamosta (haastateltava 11).

Valaistus on järkevää asentaa liiketunnistimien kera ja ohjelmoida aikaohjelmalla energian säästämiseksi. Näin osa valoista voidaan säätää palamaan vain tarvittaessa, vaikka turvallisuuden takaamiseksi osan työmaa-alueen valoista tulee olla päällä ympäri vuorokauden. (Haastateltavat 2 & 8)

#### 6.13 Muut haastatteluissa esiin nousseet tärkeät asiat rakenne- ja elementtisuunnittelua ajatellen

Haastatteluissa nousi esiin runsaasti rakenne- ja elementtisuunnitteluun liittyviä tärkeitä tuotantoon liittyviä asioita, joista suunnitteluprosessiin liittyvät seuraavat:

Asuntosuunnitteluvaiheessa tulee miettiä, mistä näkökulmasta hanketta suunnitellaan. Tilaajan tulee valita, halutaanko kohde toteuttaa asukkaan näkökulmasta ideaaleilla asuntopohjilla ja suuremmilla kustannuksilla vai vähemmän optimaalisilla asuntopohjilla, mutta helpommin toteutettavalla tavalla ja edullisemmilla kustannuksilla. Kohdetta suunniteltaessa tulee miettiä voidaanko asuntopohjia muokata ontelolaattapohjaa ajatellen järkevämmäksi niin, että saadaan minimoitua paikallavalut, leveät reunavalut sekä reiät, joiden toteuttaminen vaatii tuotannossa lisää tukia ja muita ylimääräisiä valuja. (Haastateltava 9.) Yleensä hankkeen etenemisen kannalta parhaaseen lopputulokseen päästään huomioimalla viranomaisen, suunnittelun, myynnin, tuotannon ja hanketalouden näkökulmat suunnittelun ohjauksessa ja pyrkimällä kompromissiin (haastateltava 4).

Rakennushankkeessa aikataulujen pitävyys on ensiarvoisen tärkeää, minkä takia myös suunnittelulle tulee varata riittävän paljon aikaa. Kiireessä tehdyt suunnitelmat sisältävät usein virheitä ja puutteita. (Haastateltavat 2, 4 & 9.) Kun suunnittelijoilla on riittävästi

aikaa suunnitelmien tekemiseen, projektipäällikkö voi saada vedoksia nähtäväksi etukäteen, mahdollisesti kommentoida havaitsemiaan asioita ja pysyä paremmin ajantasalla prosessin etenemisestä (haastateltava 9). Kiireän suunnitteluajataulun hankkeissa saattaa tulla tilanne, jossa alimpien kerrosten suunnitelmien mukaan on jouduttu tilaamaan elementtejä ennen ylempien kerrosten suunnitelmien valmistumista. Tällaisessa tapauksessa on riskinä, että jokin ylempien kerrosten suunnitelmista puuttumaan jäänyt kuorma tai muu alempiin kerroksiin muutoksia aiheuttava tekijä aiheuttaa muutoksia jo tilattuihin elementteihin. Viime hetken muutokset puolestaan aiheuttavat lisäkustannuksia. (Haastateltavat 2 & 9.) Tuotannon kannalta on tärkeää, että suunnitelmat ovat lopulliset ja valmiina viimeistään kuukausi ennen tarvetta, jotta ne ehditään käymään tuotannossa läpi ennen käyttöä. Kun suunnitelmat ehditään tarkastaa, vältetään myös tuotantoa haittaava jatkuva suunnitelmien uudelleen revisiointi tuotantovaiheen aikana. (Haastateltava 10.)

Suunnitteluprosessia ohjattaessa unohdetaan monesti tuotannon toteuttamiseen liittyvät asiat, vaikka tuotannon huomioiminen tarkoittaa nimenomaan oman yrityksen työntekijöiden toiveiden huomioon ottamista (haastateltava 9). Käytännön toteutuksen onnistuneisiin ja epäonnistuneisiin ratkaisumalleihin liittyvien viimeisimpien tietojen saaminen varmistetaan ottamalla tuotannon henkilöstö mukaan hankkeeseen riittävän aikaisessa vaiheessa. Myös tuotannon henkilöstön työtä helpottaa mahdollisuus perehtyä hankkeeseen etukäteen ja tietoisuus aiheeseen liittyvistä hankinnoista. (Haastateltava 10.) Tuotantolähtöiset projektipäälliköt ovat ehdoton vahvuus, koska he osaavat huomioida tuotantoa paremmin myös ilman tuotanto-organisaation osallistamista suunnitteluun (haastateltavat 2 & 4).

LVI- ja rakennesuunnittelijoiden ottaminen mukaan hankkeeseen jo luonnossuunnitteluvaiheessa tuo suunnitteluun lisätietoa asuntosuunnittelun valintojen vaikutuksista rakenteisiin ja talotekniikkaan. Näin tilaajalla on mahdollisuus miettiä asuntosuunnittelun ratkaisumallien kustannuksia ja valita mielestään fiksuimmat tavat toteuttaa kohde. Kun hankkeeseen osallistetaan suunnittelijoita aiemmin, suunnittelukustannukset kasvavat. Suuremmista kustannuksista huolimatta mahdollistetaan pidemmälle jalostettujen ja tuotannon kannalta järkevämpien ratkaisujen luominen. Kaikilla suunnittelijoilla ei välttämättä ole ajantasaista käsitystä kustannusten määräytymisestä, joten projektipäällikön aktiivinen ote suunnittelun ohjaukseen luo mahdollisuuden vaikuttaa hankkeen lopullisten kustannusten määräytymiseen. (Haastateltava 9.)



Suunnittelussa ja suunnitelmissa on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota detajliikkaan (haastateltava 4). Tuotannon näkökulmasta suunnitelmista on tärkeää tarkistaa, että saumat on suunnittelu järkevästi toteutettaviksi, asennusta helpottavat kiinnityslevyt on merkattu suunnitelmiin ja oikeisiin kohtiin elementteihin, reiät ja reikäkoot ovat rakenne- ja arkkitehtikuvissa yhteneväisiä sekä sähkö- ja putkiläpiviennit ovat yhteensopivia ja mahtuvat rakenteisiin. Elementtipintojen suunnitelmiin merkitsemiseen tulee kiinnittää huomiota. Yleensä näkyville jäävät pinnat tilataan valmiiksi hiottuna eli sementtiliima poistettuna ja maalauspinna vailla. (Haastateltava 3.) Suunnitteluvaiheessa tehtävällä detajliikkatason asioihin perehtymisellä voidaan helpottaa asennusta, välttää ylimääräisiä työvaiheita, tehostaa tuotantoa ja päästä taas askeleen lähemmäs valmisosarakentamista (haastateltava 8).

Suunnittelun ohjaajan tulisi vaatia suunnittelijoilta kaikkien oleellisten asioiden merkkäämistä varsinaisiin piirustuksiin ja elementtikuviin. Merkintöjen jäädessä puuttumaan oleellisetkin asiat unohtuvat helposti tehtaalta tai ovat puutteellisia. Reklamointi on mahdollista ja huomattavasti helpompaa, kun tilaus on tehty kirjallisesti. (Haastateltava 9.)

Elementtisuunnitelmissa tulee painottaa lappukuvien merkitystä. Kuviin tulee merkitä nostokulmat sekä lenkit ja niiden tärkeyttä tulee korostaa myös elementtitoimittajalle. (Haastateltava 8.) Ensiarvoisen tärkeitä elementtikuvissa ovat painopisteet, joiden perusteella nostovaijerit ja -ketjut mitoitetaan (haastateltava 1). Seinäelementtien nostoliemet tulee mitoittaa niin, ettei nostotyössä tarvita ylimääräistä nostopuomia. Käytännössä elementtien kiinnityspisteet ja nostolenkit tulee olla riittävän lähellä toisiaan, jotta nosturin omat kettingit ovat riittävät nostamiseen. (Haastateltava 9.)

Vesikaton kuorielementteihin tulee suunnitella ja liittää kiinnityslevyt, joilla elementit saadaan hitsattua helpommin kiinni kattoristikoihin. Kiinnityksen jälkeen elementti saadaan pysymään paikoillaan paremmin sekä korkealla ja mahdollisesti tuulisella paikalla tehtävä asennustyö helpottuu. (Haastateltava 1.) Vesikaton hormit tulee tuoda 5–10 cm kattopinnan yli ja viemärituuletukseen asentaa ylimääräinen haara, minkä avulla vesi saadaan ohjattua pois vesikatolta ja estetään veden pääsy hormoneihin ja iv-kanaviin (haastateltava 2).

Elementtisuunnittelussa teräksille tulee aina suunnitella katkaisukolot valmiiksi elementteihin kuvan 14 mukaisesti sekä kuvan 15 mukaisille elementtien kuljetustuille.



Kuva 14 - Elementtitappi.



Kuva 15 - Raudat oviaukon kuljetustukina.

Varauksien tulee olla riittävän suuret, jotta teräkset saadaan katkaistua kunnolla poikki. Jos teräkset katkeavat vain pinnasta, ruostuminen on mahdollista. Varauksikon ollessa liian pieni aukkoa joudutaan suurentamaan piikkaamalla, mikä osaltaan teettää ylimääräistä työtä. (Haastateltava 2.)

Valmisosarakentamisen tavoitteen mukaisesti tehtaalle tulee siirtää mahdollisimman iso osa tuotannon työvaiheista (haastateltavat 8 & 9.) Sisällöllisesti elementteihin tulee sisällyttää kaikki LVI-osat ja sähkөөn liittyvät varaukset (haastateltava 4). Betoniseiniä vasten rakennettävien keittiöiden hanakulmat tulee suunnitella elementteihin, ettei niitä tarvitse asentaa työmaalla (haastateltava 1).

## 7 LAADUKKAAT SUUNNITELMAT VALMISTELEVAT ONNISTUNEEN PROSESSIN

Opinnäytetyössä lähdettiin selvittämään teemahaastatteluilla ja kirjallisiin aineistoihin perehtymällä, miten Pohjola Rakennus Oy Suomen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjaukselta voidaan parantaa, jotta tuotanto on turvallisempaa ja tehokkaampaa. Tarkastelua lähdettiin viemään eteenpäin tilaajan määrittelemien teemojen ympäriltä, ja prosessin aikana oli tarkoitus selvittää yrityksen rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksen tämän hetken tila, kehitysehdotukset tulevaisuutta ajatellen sekä tuotannon parhaimmat toimintatavat ja vinkit käytännön toteutukseen liittyen. Haastatteluissa saatuja tuotannon ja projektijohdon näkökulmia yhdistelemällä sekä kirjallisuuslähteiden avulla tietoja syventämällä koottiin muistilista asioista, joita henkilöstön mielestä suunnittelun ohjausprosessissa tulee huomioida tuotannon eli omien työkavereiden arjen helpottamiseksi.

Teemahaastattelu koettiin sopivaksi haastattelumuodoksi tutkimusosuuden toteuttamiseen, koska muoto mahdollisti keskustelevan otteen ja tarpeen mukaan mahdollisuuden tarkentaa ja laajentaa haastateltavien ajatuksia vastausten takana. Haastattelumenetelmän valinta osoittautui aiheen kannalta hyväksi valinnaksi. Haastatteluihin varattu tunnin aikaikkuna riitti lähestulkoon jokaisessa haastattelussa ja tilaisuudet saatiin pidettyä avoimessa ja keskustelelevassa ilmapiirissä, vaikka poikkeustilanteen takia ne jouduttiinkin pitämään lähtökohtaisesti internetin välityksellä.

Haastattelukysymykset oli laadittu etukäteen annettujen teemojen ympärille. Saadut vastaukset olivat hyvin laajoja ja pääosin aiheeseen liittyviä, vaikka myös osittain aiheen ulkopuolelta. Kaikilta haastateltavilta saatiin vastaukset esitettyihin kysymyksiin ja lisäksi huomattavan paljon aiheeseen liittyvää haastateltavien tärkeäksi kokemaa asiaa kysymysten ulkopuolelta. Haastattelu voitaisiin toistaa samojen kysymysten avulla, mutta tilanteesta ja ajankohdasta riippuen vastaukset eivät välttämättä olisi yhtäläisiä. Ajan kuluessa haastateltavien kokemus tutkimuksen teemoihin liittyvissä asioissa kasvaa, joten oletettavasti myös vastaukset syventyvät ja näkökulmat muuttuvat ajan saatossa. Kirjallisuudesta teemojen ympärille kerätty sisältö tukee haastatteluista poimittuja tärkeimpiä asioita. Voidaan päätellä, että saadut vastaukset ovat pienestä hajonnasta ja erilaisista näkökulmista huolimatta päteviä ja vahvistettavissa teoriassa.

Haastattelujen perusteella Pohjola Rakennus Oy Suomella ei ole ollut ennestään yhteistä valtakunnallista ohjeistusta, minkä takia suunnittelun ohjauksen yhtenäistäminen koettiin tärkeäksi niin projektijohdon kuin tuotannon henkilöstön puolesta. Tuotannon näkökulmasta rakenne- ja elementtisuunnittelussa tärkeimmiksi kehityskohteiksi koettiin suunnitelmien laatu, tuotannon henkilöstön osallistaminen hankkeeseen riittävän aikaisin ja suunnitelmien toteutukseen liittyvät detaljitason asiat. Suunnitelmien laatuun liittyen painotettiin valmistumista ajoissa sekä virheettömyyttä, kun suunnitelmat toimitetaan työmaalle. Tuotannon henkilöstön eli työpäällikön ja työmaapäällikön osallistaminen hankkeeseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa helpottaa sekä projektijohdon että tuotannon valmistautumista toteutukseen ja antaa aikaa perehtyä suunnitelmiin. Detaljitason asioista korostettiin rakenteisiin liittyviä yksityiskohtaisia asioita, joilla on iso merkitys työmaalla.

Tilaaajan puolelta ei koettu tärkeäksi eritellä haastatteluissa saatuja kaupunki- tai positiokohtaisia vastauksia toisistaan, minkä vuoksi henkilötietoja ei ole merkitty lähteisiin tai niiden viitteisiin. Tavoitteena oli yrityksen sisäisen toiminnan yhtenäistäminen, minkä takia kaupunkien välistä vertailua tärkeämmäksi nähtiin vaihtoehtoisten ratkaisumallien löytäminen, parhaimpien esiin tulevien vinkkien sanoittaminen ja yhteen kokoaminen. Kirjallisten lähteiden ja haastatteluissa saatujen tietojen perusteella saatiin koottua kattava kokonaisuus pääkysymyksen, eli sen miten elementti- ja rakennesuunnittelua voidaan kehittää tuotannon näkökulmasta, ja alussa määriteltyjen teemojen, eli työmaasähkön ja -veden, valaistuksen, putoamis- ja sääsuojauksen sekä aluesuunnittelun, ympärille.

Pohjola Rakennus Oy Suomen suunnittelun ohjausprosessin kehittäminen tuotantolähtöisemmäksi tulee aloittaa osallistamalla tuotannon henkilöstöä hankkeisiin, jotta työntekijät voivat jakaa tietotaitoaan ja osaamistaan käytännön rakentamiseen liittyen. Suunnittelun ohjauksen tueksi kootun muistilistan perusteella päästään hyvin käsiksi yleisimpiin tuotannon puolen työtä helpottaviin suunnittelussa huomioitaviin asioihin. Tulevaisuudessa yritykselle olisi hyvä luoda sisäinen verkkoalusta, johon voidaan kerätä tietoa hankkeiden erilaisista onnistuneista ja epäonnistuneista ratkaisuista kaupunkien välisten toimintatapojen yhtenäistämiseksi. Tietojen ollessa kaikkien saatavilla virheitä ei tarvitse toistaa useaan otteeseen, vaan niistä voidaan oppia. Aihetta voitaisiin tutkia lisää muidenkin suunnittelualojen näkökulmasta ja kerätä aiheista muistilistat suunnittelukokonaisuuden ohjauksen helpottamiseksi.

## LÄHTEET

- Betoniteollisuus ry. Elementtisuunnittelu. Suunnittelun ohjaus. Päivitetty: 28.4.2021. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus> Viitattu 14.8.2021.
- Hirsjärvi, S; Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Koskenvesa, A; Sahlstedt, S. 2017. Ratu KI-6031. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3., tarkistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Koski, H; Koskenvesa, A; Mäki, T. & Kivimäki, C. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Koskenvesa, A. 2012. Tuotannon suunnittelun käytännöt. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120804.pdf> Viitattu 28.8.2021
- Leppänen, E. 2016. Suunnittelun ohjaus rakennushankkeessa. Lappeenranta: Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. Viitattu 6.7.2021. [https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/125442/diplomityo\\_%20lepp%c3%a4nen\\_esa-petri.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/125442/diplomityo_%20lepp%c3%a4nen_esa-petri.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895#L10P48>
- Maankäyttö ja rakennuslaki 1999/132. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P119>.
- Mäkelä, A. 2019. Perehdytysopas Katehuolto Oy:lle. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 28.8.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019052712182>
- Mäki, T. & Nissinen, S. 2004. Ratu S-1209. Niksipankki. Rakennustyömaan hyviä käytäntöjä. Työturvallisuus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Pohjola Rakennus Oy Suomi. 2021. Yritysesittely. Saatavilla: [https://www.pohjolarakennus.fi/wp-content/uploads/2021/04/Yritysesittely\\_2021.pdf](https://www.pohjolarakennus.fi/wp-content/uploads/2021/04/Yritysesittely_2021.pdf) Viitattu: 13.8.2021.
- Rakentamisen Laatu RALA ry. Kuivaketju10. <http://kuivaketju10.fi/> Viitattu 21.8.2021
- Rakentamisen Laatu RALA ry. Kuivaketju10. Riskilista. [http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista\\_150313.pdf](http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf) Viitattu: 21.8.2021
- Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu 2017. 11., uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu S-1232. 2013. Rakennustyömaan sääsuojaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-10827. 2004. Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS, ARK, GEO, RAK, LVI, SÄH. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11011. 2010. Rakennesuunnittelijan työturvallisuustehtävät. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11222. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet. Rakennustietosäätiö. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11223. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Toteutusmuodot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

- RT 10-11284. 2017. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 13-10860. 2005. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Helsinki:Rakennustieto Oy.
- RT 14-11016. 2010. RunkoRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy. s. 156
- RT 103087. 2019. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rudus Oy. Elpo-hormi on alkuperäinen talotekniikkainnovaatio. <https://www.rudus.fi/tuotteet/elpo-hormit> Viitattu 3.9.2021
- Sahlstedt, S & Koskenvesa, A. 2016. Mittaviiva Oy. Kuivana Rakentaminen – opas rakentamisen kosteudenhallintaan. [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/2016/kuivana\\_rakentaminen\\_opas\\_2016.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/2016/kuivana_rakentaminen_opas_2016.pdf) Viitattu 29.8.2021
- Skol ry. Teknologiateollisuus. Talonrakennussektori. Rakennesuunnittelun vaaratekijöiden arviointi- ja tarkastuslista. 2014. <https://skol.teknologiateollisuus.fi/fi/tki-toiminta/talonrakennussektori> Viitattu 21.8.2021.
- Suomen Betoniyhdistys ry. 2016. Betoninormit 2016. by65. 2. painos. Helsinki: BY-koulutus Oy.
- Työturvallisuuslaki 2002/738. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ty%C3%B6turvallisuuslaki>.
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 205/2009. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>
- Ympäristöministeriö. 2017. RT RakMK-21746. Betonirakenteet. Ohjeet 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksen kehittäminen tuotannon näkökulmasta

## KYSYMYKSET

Kysymykset tuotannon puolelle:

1. Mistä työmaasähköt kuljetetaan rakennuksen sisällä?
2. Miten olette järjestäneet työmaaveden?
3. Oletteko varautuneet työmaa-aikaisiin vesivahinkoihin?
4. Oletteko suunnitelleet putoamissuojauksen etukäteen? Onko se huomioitu jo esim. elementtisuunnittelussa?
5. Kenen vastuulla teidän työmaan putoamissuojauksen suunnittelu on?
6. Onko teillä jokin tietty tapa, miten hoidatte työmaan valaistuksen?
7. Onko valaistuksen järjestäminen suunniteltu etukäteen ennen tuotannon aloittamista?
8. Millä tavoin olette kokeneet parhaaksi hoitaa sääsuojauksen?
9. Miten pidätte huolta siitä, että sääsuojaus varmasti toteutuu?
10. Missä vaiheessa aluesuunnittelu tehdään ja nosturin koko suunnitellaan? Milloin se tulisi tehdä, jotta se ottaisi tuotannon mahdollisimman hyvin huomioon?
11. Käytetäänkö työmaalla jotain teknologiaa, joka helpottaa tuotannon tehokkuutta työmaasähkön, -veden, putoamissuojauksen, valaistuksen tai sääsuojauksen näkökulmasta?

Kysymyksen projektinjohdon/suunnittelujohdon puolelle:

1. Huomioidaanko aluesuunnitelma rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa? Miten?
2. Onko Pohjolassa olemassa jokin yrityksen sisäinen lista/ohje, jossa on eriteltynä suunnittelun ohjauksessa huomioitavia asioita?
3. Jos ei ole, onko sinulla jokin henkilökohtainen lista asioista, jotka rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa tulisi ottaa huomioon?
4. Miten tuotannon tehokkuus näkyy rakenne- ja elementtisuunnittelun ohjauksessa?
5. Miten työmaapäällikkö voisi omalta osaltaan edesauttaa elementti- ja rakennesuunnittelun ohjausta? Minkälaisia asioita tuotannon toteuttamisesta olisi hyvä tietää etukäteen?
6. Miten suunnittelun ohjauksessa huomioidaan tuotannon turvallisuusasiat? Miten se näkyy suunnitelmissa?
7. Miten kerrostalotyömaan sääsuojaus näkyy suunnittelun ohjauksessa? Miten se näkyy suunnitelmissa?
8. Minkälaisia asioita suunnittelu ohjauksessa täytyy ottaa huomioon työmaasähköä ja –vettä ajatellen?
9. Huomioidaanko työmaansähköistysuunnitelmaa rakenne- ja elementtisuunnitteluvaiheessa?