



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# BETONIELEMENTTIEN SUUNNITTELUSSA HAVAITUT ONGELMAT TEHTAILLA JA TYÖMAILLA

TEKIJÄ:

Joona Teeriniemi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Joonas Teeriniemi	
Työn nimi Betonielementtien suunnittelussa havaitut ongelmat tehtailla ja työmailla	
Päiväys 31.05.2021	Sivumäärä/Liitteet 30/4
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Suomen Elementtisuunnittelu Oy	
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää yleisimmät ongelmat ja puutteet elementtisuunnitelmissa, jotka ilmenevät elementtiasennuksissa työmailla, sekä elementtien valmistuksessa elementtitehtailla ja luoda saatujen vastausten pohjalta parannusehdotuksia suunnitelmiin ja suunnitteluprosessiin. Työssä käytiin läpi myös elementtisuunnitteluprosessi ja elementtisuunnittelijan tehtävät.  Opinnäytetyön tutkimus toteutettiin kyselyllä, joka lähetettiin sähköpostilla vastaajille. Kysely koostui kolmesta tutkittavasta osa-alueesta; kommunikaatio, aikataulu ja elementtisuunnitelmat. Kysymykset käsittelivät aiheita yleisesti, eikä vain Suomen Elementtisuunnittelu Oy:n näkökannasta. Vastaajat ovat Suomen Elementtisuunnittelu Oy:n asiakkaita, jotka työskentelevät elementtisuunnittelun parissa elementtitehtailla ja työmailla. Kyselystä saaduista vastauksista luotiin kooste ja niiden pohjalta kehitettiin parannusehdotuksia suunnitteluun.  Työssä löydettiin kehityskohteita yleisesti elementtisuunnitteluyrityksistä. Kehityskohteisiin perehdyttiin ja niihin tarjottiin erilaisia ratkaisuja. Kyselyn vastaukset ja niiden kooste jaetaan Suomen Elementtisuunnittelu Oy:n työntekijöille ja käsitellään yhdessä yrityksen mahdollisia kehityskohteita. Havaintojen avulla jokainen elementtisuunnittelija voi miettiä miten kehittäisi omaa suunnittelua huomioimaan enemmän myös projektin muita osapuolia.	
Avainsanat elementtisuunnittelu, elementtisuunnitteluprosessi, kehittäminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author(s) Joonas Teeriniemi	
Title of Thesis Problems in planning of precast concrete units noticed on construction sites and factories	
Date 31 May 2021	Pages/Appendices 30/4
Client Organisation /Partners Suomen Elementtisuunnittelu Oy	
<p><b>Abstract</b></p> <p>The purpose of this final project was to identify the most common problems in planning of precast concrete units which are found on construction sites and precast concrete factories and make suggestions for improving them. The thesis also introduced the planning process and the duties of designer.</p> <p>The survey was done by a questionnaire that was sent to customers of Suomen Elementtisuunnittelu Oy working in this industry. The survey consisted of three topics: communication, schedule, and quality of precast design. The results of the survey were compiled and examined. Proposals for improvements were made based on the answers.</p> <p>This final project revealed needs for improvements in planning companies of precast units. Proposals for improvements were made to solve these problems. The results of this survey will be given to the employees of Suomen Elementtisuunnittelu Oy and will be analyzed with them. The results can help the designers to develop their own planning work to take other parties of the process into account.</p>	
<p><b>Keywords</b></p> <p>precast design, precast design process, development</p>	

## ESIPUHE

Haluan kiittää kyselyyn vastaajia kattavista ja opettavaisista vastauksista, sekä työnantajaani Antti Honkasta ja kollegoitani Suomen Elementtisuunnittelu Oy:ssä kyselyn kysymysten pohtimisen ja kasaamisen avusta.

Kuopiossa 31.5.2021

Joona Teeriniemi

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Tausta.....	7
1.2	Tavoitteet.....	7
1.3	Menetelmät .....	7
1.4	Yritys .....	8
2	ELEMENTTISUUNNITTELU.....	9
2.1	Elementtisuunnittelu yleisesti.....	9
2.2	Työnjako rakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan välillä .....	9
2.3	Asuinkerrostalokohteet.....	10
2.4	Asuinkerrostalon runko.....	12
3	ELEMENTTISUUNNITTELUPROSESSI.....	14
3.1	Projektin perustaminen .....	14
3.2	Elementtisuunnittelun aloitus.....	14
3.3	Valmius aloittaa kuvien tuotanto .....	15
3.4	Elementtisuunnittelu .....	15
3.5	Elementtien tarkastus.....	16
3.6	Rakenteellinen tarkastus .....	16
3.7	Kuvien jakaminen .....	16
3.8	Projektin sulkeminen .....	16
4	KYSELY.....	17
4.1	Kyselyn taustaa .....	17
4.2	Tutkimusmenetelmä.....	17
4.3	Kohderyhmä .....	17
4.4	Kyselylomake.....	18
5	VASTAUKSET .....	19
5.1	Vastausten analysointi.....	19
5.2	Yhteenvedo.....	28
6	POHDINTA.....	29
	LÄHTEET .....	30
	LIITE 1: KYSELYPOHJA .....	31

## KUALUETTELO

Kuva 1. Suomen Elementtisuunnittelu Oy:n logo (seles.fi) .....	8
Kuva 2. Kaavio perustajaurakoinnista (admicom.fi) .....	11
Kuva 3. Huone- ja kerroskorkeus (elementtisuunnittelu.fi) .....	12
Kuva 4. Elementtikaupamallien jaottelu (elementtisuunnittelu.fi) .....	14

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö tehdään tilaajalle ja työnantajalleni Suomen Elementtisuunnittelu Oy:lle kehittämään elementtisuunnittelua. Työ käsittelee mahdollisia ongelmia tai puutteita elementtisuunnitelmissa, joita ilmenee tehtailla ja työmailla. Idea opinnäytetyöhön tuli työpaikalta, kun eräältä työmaalta tuli pyyntö mitä he haluavat lisättäväksi elementtipiirustuksiin. Siitä heräsi kysymys, että minkälaisia ongelmia työmailla yleensä on asennusvaiheessa ja voisiko näitä ongelmia ja puutteita korjata jo suunnitteluvaiheessa. Monella työmaalla ja tehtaalla on myös erilaiset tavat ja hyväksi todetut toteutukset, jotka voitaisiin ottaa mielellään huomioon suunnittelussa.

## 1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyössä pyritään havaitsemaan ongelmat elementtien valmistus- ja asennusvaiheessa ja kehittämään niiden pohjalta yrityksen elementtisuunnittelua. Työn yksi osa on kysely, jonka tavoitteena on saada mahdollisimman suuri vastausprosentti ja luotettavat vastaukset, joita voidaan analysoida työssä.

Aihe on tärkeä, koska se auttaa hahmottamaan paremmin asiakkaiden tarpeita ja palautteen perusteella voidaan kehittää elementtisuunnittelua. Näin ollen asiakkaat saavat tarkempia ja heidän tarpeisiinsa soveltuvampia elementtejä. Työn on tarkoitus myös kehittää omaa osaamista ja käsitystä elementtisuunnittelun kokonaiskuvasta ja prosessista.

## 1.3 Menetelmät

Työ toteutetaan kyselynä, jossa on kohderymänä elementtitehtaat ja rakennusfirmat. Kohderyhmä kerätään Suomen Elementtisuunnittelu Oy:n asiakkaista. Kysely toteutetaan sähköisenä kyselynä Webropol-sovellusta käyttäen. Vastaukset analysoidaan ja kirjoitetaan niistä yhteenveto.

Työssä käydään läpi myös elementtien suunnitteluprosessia ja elementtisuunnittelua yleisesti. Suunnitteluprosessin ja elementtisuunnittelun teorian aineistona käytetään verkkojulkaisuja, elementtisuunnitteluun keskittyvää kirjallisuutta ja Suomen Elementtisuunnittelun aineistoa.

#### 1.4 Yritys

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Suomen Elementtisuunnittelu Oy (kuva 1). Yrityksen päätoimiala on betonielementtien suunnittelu asuinkerrostaloihin. Se on vuonna 2015 perustettu perheyri-tytys, joka työllistää tällä hetkellä 12 henkilöä. Yrityksen toimisto sijaitsee Kuopiossa, mutta toimialu-eeena on koko Suomi. Yritys keskittyy kapeaan toimialaan ja pyrkii olemaan siinä alan parhaimmis-toa. Yrityksen tavoitteena on myös pitkäaikaisten asiakassuhteiden luonti, joka mahdollistaa parhaat suunnitteluratkaisut asiakkaalle. (seles.fi)



Kuva 1. Suomen Elementtisuunnittelu Oy:n logo (seles.fi)



## 2 ELEMENTTISUUNNITTELU

### 2.1 Elementtisuunnittelu yleisesti

Elementtisuunnittelu on rakennuskohteen elementtirakenteiden suunnittelua. Elementti määritellään yhdeksi kiinteäksi kokonaisuudeksi, joka valmistetaan jo etukäteen tehtaalla. Elementtien liikutteluun vaaditaan nostoapuvälineitä, niiden painon ja koon vuoksi.

Elementtisuunnittelu on osa projektin kokonaissuunnittelua, johon sisältyy elementtisuunnittelun lisäksi mm. arkkitehtisuunnittelua, rakennesuunnittelua ja talotekniikkasuunnittelua. Elementtisuunnitteluun kuuluu elementtien mittojen, rakenteiden ja varusteiden, sekä liitosten suunnittelu ja tulosmuotoon, jota elementtivalmistuksessa tarvitaan. Jotta elementtisuunnittelu sujuu mutkattomasti, tarvitsee se tietoja arkkitehtisuunnitelmista, rakennesuunnitelmista ja taloteknisistä suunnitelmista. Tästä kerrotaan lisää elementtisuunnitteluprosessin esittelyssä. Rakennesuunnittelussa taas keskitytään rakennuksen ja sen osien rakenteellisen toiminnan suunnitteluun. (RT 10-10995 Valmisosarakentamisen tiedonhallinta. Betonielementtirakentaminen, 2.)

### 2.2 Työnjako rakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan välillä

Rakenne- ja elementtisuunnittelija toimii yhteistyössä koko projektin ajan. Rakennesuunnittelijan tehtävät ovat:

- kerrostalon rungon jäykistysjärjestelmän selvittäminen ja miten se mahdollisesti vaikuttaa valmisosien mitoitukseen.
- tarvittavien yleissuunnitelmien ja kuormituskaavioiden laatiminen (kuormituslähtötiedot) sekä betonikeskuksen malliohjetta vastaavat valmisosien tyypillisimpien liitos- ja kiinnitysdetaljien laatiminen elementtisuunnittelun pohjaksi (urakkalaskenta-asiakirjat).
- rakenteiden suunnittelun käyttöiän määrittely.
- elementtisuunnitelmien rakenteellinen suunnittelu sillä tasolla, että rakenteen toiminta ja laatutaso (urakkalaskenta-asiakirjoista) varmistuu sekä huolehtiminen, että suunnitelmat ovat ristiriidattomia asennustyön turvallisuuden kannalta. Asennussuunnitelmaa varten annetaan riittävät tiedot asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta ja lopullisesta kiinnittämisestä. Kiinnityksessä täytyy säilyä rakenteellinen vakavuus kaikissa vaiheissa asennustyössä.

Rakennesuunnittelija toimittaa elementtisuunnittelijalle lähtötiedot elementtisuunnitelmiin erikseen sovittuna aikataulun puitteissa, sekä toimittaa tasokuvan työpohjat LVIS-suunnittelijoille reikä- ja varustelutietojen merkintöjä varten. Elementtisuunnitelmat esitetään tarvittavassa laajuudessa rakennusviranomaisille ennen, kun elementtien valmistus aloitetaan. (Betoni- ja valmisosarakenteiden työselostus, 6.)

Elementtisuunnittelijan tehtäviin kuuluu projektissa:

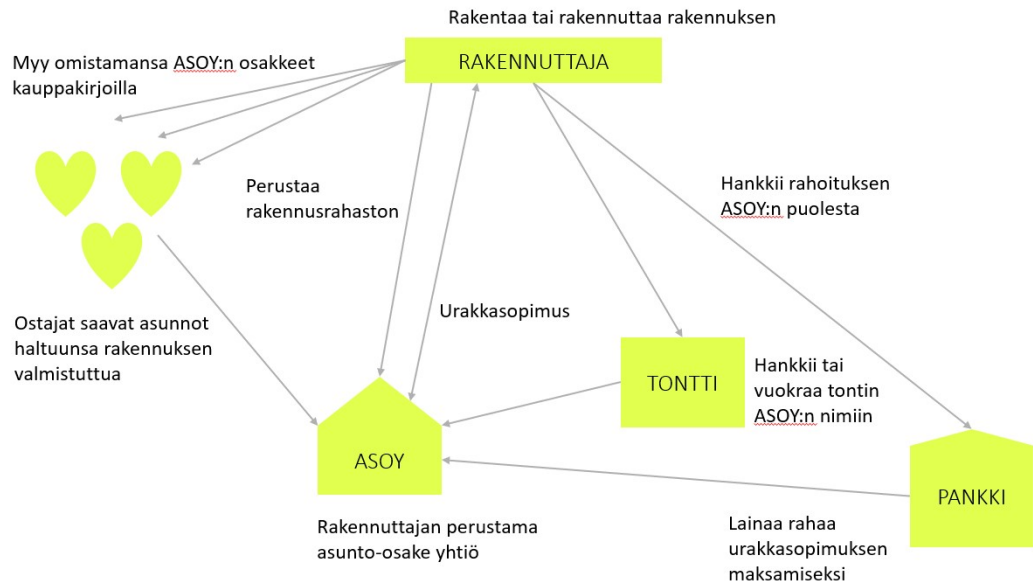
- elementtien lujuuslaskenta ja niiden toimittaminen rakennesuunnittelijalle ennen kyseisten elementtien valmistuksen aloituskatselmusta. Rakennesuunnittelija esittää laskelmat rakennusvalvontaviranomaiselle tarvittavassa laajuudessa.
- elementtien lopullisten rakenne-, työ-, ja mittapiirustusten laatiminen.
- elementtien sijainti-, kiinnitys- ja liitosdetaljien laatiminen.
- kuljetusten, sekä asennusaikaisen tuennan suunnittelu.
- elementtikaavioiden sekä mahdollisesti erikseen sovittujen luetteloiden teko.
- elementteihin liittyvien detaljien ja tartuntojen merkitseminen elementtikaavioihin ja paikallavalettavien rakenteiden piirustuksiin tai erillisiin detalji- ja kaaviopiirustuksiin.
- esijännitettyjen laattojen (kuori- ja ontelolaatat) elementtijakokaavioiden, mittapiirustusten ja luetteloiden laatiminen.
- esijännitettyjen palkkielementtien mitta- ja kuormituspiirustusten laatiminen.

Elementtien valmistajalle kuuluu esijännitettyjen elementtien raudoitusten suunnittelu sekä työpiirustusten laadinta. Näiden lähtötietona käytetään urakkalaskennassa olevia suunnitelmia, elementtisuunnittelijan laatimia elementtikaavioita, jotka sisältävät mitat ja kuormat, mittapiirustuksia elementeistä ja asennusurakoitsijan asennustyön toteutuksesta antamia tietoja. (Betonivalmisosarakenteiden työselostus, 6.)

### 2.3 Asuinkerrostalokohteet

Suomen Elementtisuunnittelulla suunnittelukohteet ovat pääosin asuinkerrostalokohteita, joten tässä työssä keskitytään pelkästään niihin. Asuinkerrostalokohteet voidaan jakaa urakka-, sekä gryndikoh-teisiin. Urakkakohteissa rakennuttaja tilaa urakan rakennusyritykseltä. Rakennuttaja on henkilö tai organisaatio, jonka tehtävänä rakennushanke on (rakennusvalvojat.fi). Rakennuttajana toimii asuinkerrostalokohteissa esimerkiksi vuokrataloyhtiö. Rakennuttajalle tehtävän antaa tilaaja, joka on koko hankkeen toimeksiantaja. Tilaajana hankkeessa toimii yleensä kiinteistön omistaja. (duco.fi).

Gryndikohde on kohde, jossa rakennusliike itse toimii rakennuttajana. Tätä kutsutaan myös nimellä perustajaurakointi. Rakennusliikettä, joka toimii perustajaurakoitsijana, kutsutaan nimellä grynderi. Perustajaurakointi alkaa sillä, että grynderi perustaa asunto-osakeyhtiön, jolle uusi kerrostalo rakennetaan. Ostajille myydään talosta asunto-osakkeet, joko rakentamisen päätyttyä tai jo rakentamisen aikana. Gryndauksessa on otettava huomioon, että rakennusrahoitus on perustettava omalla rahalla, eli iso osa kiinteistön rakentamisesta on kustannettava omarahoitteisesti, jotka saadaan sitten takaisin, kun osakkeet myydään eteenpäin. (Lehikoinen, 2021.)



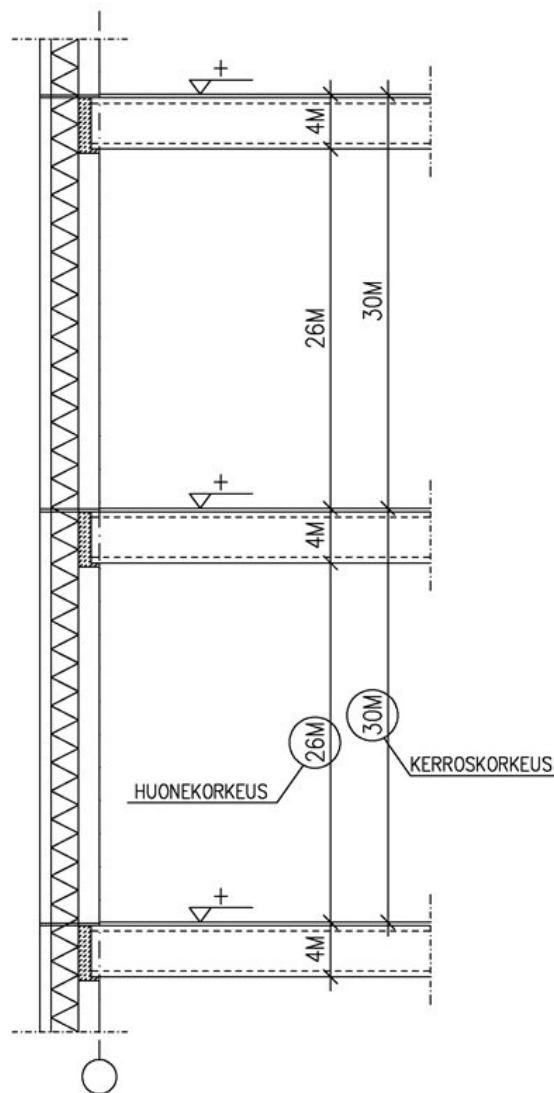
Kuva 2. Kaavio perustajaurakoinnista (admicom.fi)

Gryndikohteissa on paljon mutkia ja koukeroita perustajaurakoinnin ympärillä. Kokeneella grynderillä asiat sujuvatkin mutkattomammin, mutta uutena yrityksenä gryndaukseen lähtiessä kannattaa ottaa selvää asioista hyvissä ajoin. Siihen tarvittava pääoma voi myös tiputtaa suuren osan gryndausta harkitsevista liikkeistä pois.

## 2.4 Asuinkerrostalon runko

Asuinkerrostalon runko voidaan kokonaisuudessaan toteuttaa elementeillä. Suurin hyöty elementeillä pystyttämiseen verrattuna paikallaavalettavaan rakentamiseen on rungon pystyttämisaika. Myös se, että elementtien valmistus tapahtuu sisätiloissa, tuo etuja rakenteiden suojauksessa etenkin talvirakentamisessa. (Runkorakenteet, 3.)

Asuinkerrostalossa minimikerroskorkeus on RakMk:n mukaan 3000 mm ja minimihuonekorkeus on 2500 mm. Kerrostalot suunnitellaan pääosin minimikerroskorkeuksien mukaan, jolloin välipohjien rakennekorkeuteen ja tekniikkaan voidaan käyttää enintään 500 mm. (elementtisuunnittelu.fi.) Välipohjissa yleisimmin käytetty ontelolaattapaksuus on 370 mm.



Kuva 3. Huone- ja kerroskorkeus (elementtisuunnittelu.fi)

Asuinkerrostalon runko jaotellaan elementtityyppien mukaan:

- Perustuselementit
- Pilariementit
- Seinäelementit
- Palkkielementit
- Laattaelementit
- Parveke-elementit
- Porrasetlementit
- Hissikuilun elementit
- erikoiselementit

perustuselementtejä voi olla eristämättömiä sokkelipalkkeja, sandwich-elementtejä tai ontelolaattoja. Kuormitus, joka tulee sokkeleille, määräytyy yläpuolisen seinärakenteen sekä alapohjarakenteen mukaan. Korkeissa sokkeleissa täytyy ottaa huomioon myös maanpaine. (Runkorakenteet, 4,18.)

Asuntojen väliset seinät on betonia, jolloin täyttyy rakenne-, ääni- ja palotekniset vaatimukset. Yleensä kantavat väliseinät ovat raudoittamattomia betonielementtejä. Näiden paksuus on normaalisti 200 mm. Ulkoseinissä sisäkuorielementit ovat päädyissä kantavia, jolloin sisäkuoren paksuus on vähintään 150 mm.

Hissikuilut ovat betonia ja niiden paksuus on 200 mm. Kiertävässä portaikossa kuilun seinät ovat 150 mm paksuja, kun ne eivät rajoitu asuntoihin. Kuilut voidaan tehdä erillisistä elementeistä tai kerroksen korkuisista kuiluelementeistä.

Asuntojen sisälle pyritään sijoittamaan ei-kantavia kevyitä seiniä, jolloin huonetilat voidaan tarvittaessa muuttaa helposti.

Märkätilat voidaan valmistaa paikalla tai esivalmistetuista kylpyhuone-elementeistä.

Pystynousuissa käytetään yleensä esivalmistettuja hormielementtejä. Nämä elementit kuuluvat erikoiselementteihin. Ne sijoitetaan tavallisesti seinälinjojen sisään. Ontelolaattojen kantokyvyn kannalta hormit sijoitetaan ontelolaattojen suuntaisesti. Hormielementit ripustetaan betonivaarnan avulla välipohjasta. Kuormat merkataan rakenne- ja tasokuviin ja ne otetaan huomioon, kun suunnitellaan punostietoja ontelolaatoille.

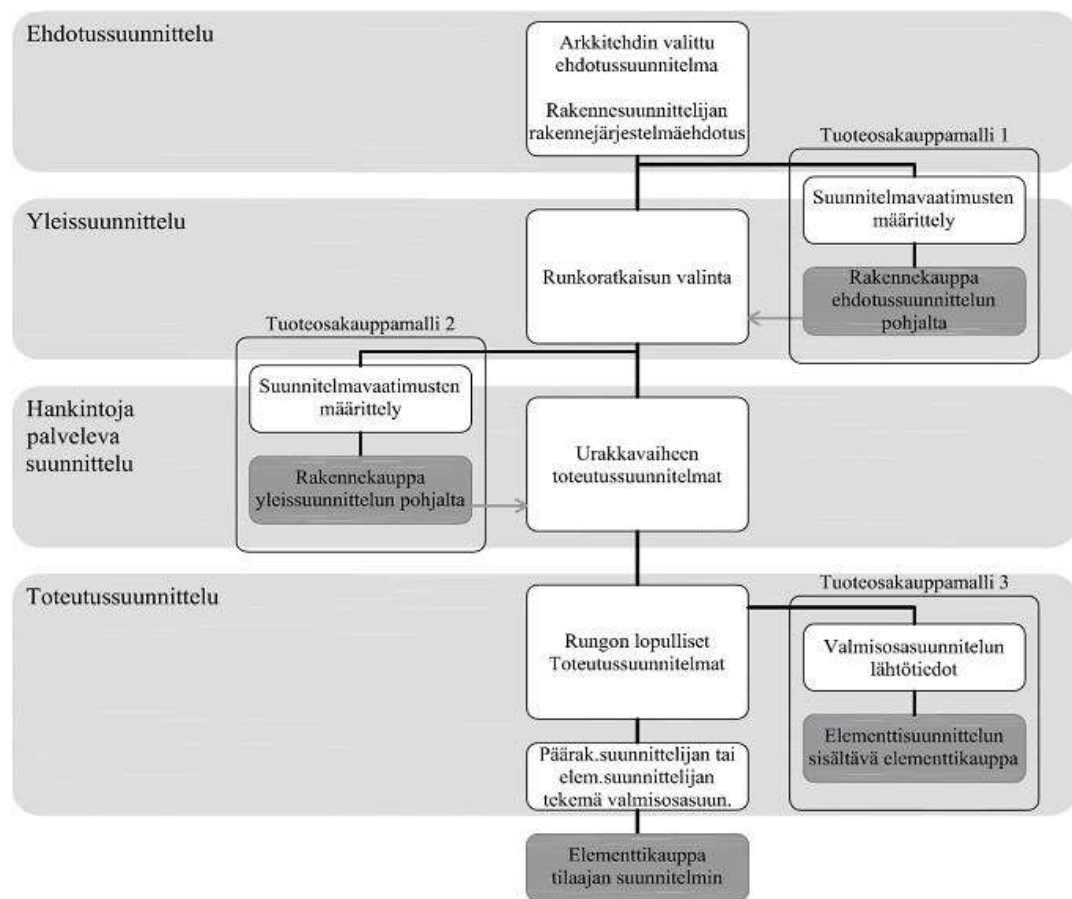
Alapohjat ovat usein paikallavalettuja maanvaraisia betonilaattoja tai tuuletettuja lämmöneristettyjä ontelolaattoja. Välipohjalaattoina käytetään useimmiten ontelolaattoja, kuorilaattoja, tai massiivilaattoja. Näistä yleisin on ontelolaatta. Välipohjalaatasto tukeutuu yleensä väliseinien ja ulkoseinien vaaraan. Tällöin laattaelementit on tuettava betoniseinään molemmista päistään. Tällainen tuenta on Suomessa yleisin. Näin välipohjajaelementtien suuntaiset julkisivut saadaan tavallisesti ei-kantaviksi. Parvekkeiden sijoitus on yleensä ei-kantavalla sivulla. (elementtisuunnittelu.fi.)

### 3 ELEMENTTISUUNNITTELUPROSESSI

#### 3.1 Projektin perustaminen

Projektia aletaan perustaa sopimuksen syntymisen jälkeen. Uutta projektia tutkailaan ja määrätään tehtävät ja vastuuhenkilöt.

Elementtisuunnitteluprosessi alkaa koko projektin toteutussuunnitteluvaiheessa, jos elementtikauppa sisältää pelkästään elementtisuunnittelun. Koko elementtikaupan prosessi muodostuu kuvan 5 elementtikaupamallin mukaan. Tässä työssä käsitellään tuoteosakaupamalli numero kolmea. (elementtisuunnittelu.fi.)



Kuva 4. Elementtikaupamallien jaottelu (elementtisuunnittelu.fi)

#### 3.2 Elementtisuunnittelun aloitus

Elementtisuunnittelun aloitukseen sisältyy aloituspalaveri, jossa mukana on arkkitehti, rakennesuunnittelija, tilaaja, elementtitehdas ja talotekniset suunnittelijat. Aloituspalaverissa sovitaan yhdessä aikataulu suunnittelulle, tuotannolle ja asennuksille. Arkkitehti antaa ja käy läpi palaverissa elementtisuunnittelun lähtötietoja varten arkkitehtisuunnitelmat. Rakennesuunnittelija käy läpi rakennesuunnitelmat ja kohteessa käytettävät elementtityypit. Taloteknisiltä suunnittelijoilta eli lvi-suunnittelijalta

ja sähkösuunnittelijalta elementtisuunnittelu saa lähtötiedot lopullisista reikä ja tarviketiedoista, jotka tulevat elementteihin. Puuttuvia lähtötietoja voidaan täydentää suunnittelun aloituksen ajan, ennen kuvien tuotantoa.

Tietojen yhteensovittamisessa voidaan käyttää yhdistelmätiemallia, johon kaikkien osapuolien tiedot voidaan lisätä päällekkäin ja tuloksena on yhteinen malli rakennuksesta. Elementtisuunnittelija voi käyttää tietomallia apuna suunnittelussa.

Aloituskokouksessa käydään myös läpi työmaan ja tehtaiden tarpeet: esimerkiksi työmaa ilmoittaa oman nostokalustonsa kapasiteetin, ja elementtitehdas ilmoittaa maksimitat mitkä he voivat valmistaa. Hormi, hissi, ja porrapiirustukset käydään läpi yhdessä. Nämä tulee yleensä suoraan kyseisen erikoiselementin valmistajalta.

Lähtötietojen pohjalta voidaan alkaa suunnittelemaan kohteeseen detaljeja elementtien liitoksista ja tartunnoista yläpuolisiin elementteihin.

Rakennesuunnittelijan elementtityyppien ja arkkitehtisuunnittelijan arkkitehtikuvien pohjalta tehdään tyyppikerroskaaviot, joissa näkyy alustavat elementtien paikat ja liitokset kerroksissa. Elementtityyppien pohjalta tehdään myös aloitustiedostot jokaiselle eri elementille helpottamaan elementtikuvien piirtämistä.

### 3.3 Valmius aloittaa kuvien tuotanto

Kun kaikki lähtötiedot on saatu, tarkastetaan ne ristiriitojen ja puutteellisuuden varalta. Tässä vaiheessa aloitustiedostot on luotu elementtityypeille. Myös elementtikaaviot on luotu. Aloitustiedostoista ja elementtikaavioista tarkastetaan vielä, että vastaavatko ne lähtötietoja.

### 3.4 Elementtisuunnittelu

Elementtejä aletaan piirtämään valmiita aloitustiedostoja hyväksi käyttäen. Tässä työssä suunnitelmat tehdään Autocad-ohjelmalla. Aloitustiedostoihin on laitettu valmiiksi mm. kohteen yleisin korkeus ja paksuus, kohteen kaikki liitosdetaljit ja elementin päät, sekä tapit ja kolot oikeassa pituudessa. Näistä valitaan oikeat osat elementtiin. Suunnittelussa voidaan käyttää apuna suunnitteluohjeita yrityksestä riippuen, joissa selitetään kohta kerrallaan seuraavat työvaiheet.

Kun elementtipiirustus on valmis, lähetetään se sähkösuunnittelijalle sähkövarauksien merkitsemistä varten. Aloitustiedostoon on lisätty valmiiksi sähkövarauksien alkavat mitat. Sähkösuunnittelija merkitsee sähkövaraukset piirustukseen ja lähettää tiedoston takaisin. Elementtisuunnittelija tarkastaa, että onko sähkövarauksen merkitsemisen jälkeen piirustukseen jäänyt ylimääräisiä sähkömittoja tai tekstejä ja näkykö merkinnät selkeästi.

### 3.5 Elementtien tarkastus

Valmiit kuvat tarkastetaan vanhemman suunnittelijan toimesta. Kuvien tarkastuksessa käytetään apuna tarkastuslistoja. Näin tarkastajan työ nopeutuu ja helpottuu. Tarkastus keskittyy mittojen oikeellisuuteen, luettavuuteen, sekä reikien oikeellisuuteen. Ulkoseinäelementtikuvia voidaan tarkastaa laittamalla valmiiden piirustuksien naamakuva arkkitehdin julkisivukuvien päälle. Näin pystytään tarkastamaan ikkunoiden ja reikien oikea paikka nopeasti. Tarkastus toisen toimesta on tärkeää, koska piirtäjä itse sokeutuu omille virheilleen ja ne voi jäädä huomaamatta helposti.

### 3.6 Rakenteellinen tarkastus

Tarkastuksen jälkeen tehdään vielä rakenteellinen tarkastus, jossa tarkastetaan elementin kestävyys ja toiminnan varmuus. Tässä voidaan käyttää apuna erilaisia laskentaohjelmia. Rakenteellisessa tarkastuksessa tarkastellaan reikien lisäraudoitustarvetta, kapeita pieliä, kuormituksia ja haastavia elementtejä. Myös elementin käsittelyn kestävyys tarkastetaan. Käsittelykestävyyden tarkastus on tärkeää, koska nosto on yksi vaarallisimmista vaiheista työmaalla.

### 3.7 Kuvien jakaminen

Kun kuvat on tarkastettu, siirretään autocad- sekä pdf-tiedostot projektipankkiin, josta ne lähtevät jakoon tuotannolle ja työmaalle.

Jos kuvassa ilmenee korjattavia virheitä jakamisen jälkeen, on se aina revisioitava eli merkata muutos näkyviin. Revisio täytyy merkata kuvan nimiöön. Muutettu kohta merkataan kuvaan revisionuolella. Muokkauksesta tulee näkyviin revisiotunnus, päivämäärä, muutettu asia, ja revision tekijä. Revisiotunnus ilmoitetaan kirjaimin.

### 3.8 Projektin sulkeminen

Projektin valmistuttua suoritetaan jälkilaskenta. Lopuksi laskenta-asiakirjat ja kaikki elementtikuvat pdf-tiedostoineen siirretään tietokoneen arkistoon ja projekti suljetaan.



## 4 KYSELY

### 4.1 Kyselyn taustaa

Kysely tehdään, koska rakennusyrityksillä ja elementtitehtaila ilmenee usein puutteita ja ongelmia, jotka aiheuttavat aikataulusta myöhästymistä ja taloudellisia ongelmia. Yrityksillä on myös omat toimintatavat, jotka poikkeavat muiden yhteistyötä tekevien yritysten toimintatavoista. Kyselyn pyrkimys on selvittää kyseiset ongelmat ja puutteet, jotta aikataulut eivät venyisi turhaan, jos ongelman voisi korjata jo elementtien suunnitteluvaiheessa. Kyselyn vastaukset analysoidaan ja niiden pohjalta pohditaan korjausehdotuksia.

### 4.2 Tutkimusmenetelmä

Aineistonkeruussa käytetään määrällistä tutkimusta, eli kvantitatiivista tutkimusta. Yleisin aineistonkeruumenetelmä kvantitatiivisissa tutkimuksissa on kysely. Se koostuu kysymyksistä, jotka käsittelevät tutkittavaa aihetta. Tällöin aiheen aiempi teoria on tunnettava hyvin, jotta osaa muodostaa oikeat kysymykset kyselyyn. Kyselyn etuna on, että saadaan kerättyä aineistoa nopeassa ajassa laajalta ryhmältä. (Kananen 2015, 95–96)

Perusedellytyksiä tutkimuksen onnistumiseen ovat hyvät kysymykset, sekä oikea kohderyhmä. Lomakkeen tulee olla ulkonäöllisesti miellyttävä. Ensimmäiset kysymykset tulee olla helppoja ja vastausohjeet tulee olla selkeät koko kyselyn ajan. Kysely ei myöskään saa olla liian pitkä. (Heikkilä 2010, 46–47)

Tässä opinnäytetyössä tutkimuslomake muodostetaan internetin kautta, koska kyselyn linkki on helppo lähettää sähköpostilla oikealle kohderyhmälle. Internetkysely soveltuukin parhaiten käytettäväksi silloin, kun on mahdollista saada edustava kohderyhmä. Tällöin kaikille perusjoukon jäsenille on saatava tieto kyselystä ja internetosoitteesta. Internetkyselyssä tutkimuksen onnistuminen riippuu paljolti teknisestä toteutuksesta. (Heikkilä 2014, 17, 66)

Internetkysely mahdollistaa aineiston käsittelyn heti aineiston keruun päätyttyä. (Heikkilä 2014, 66) Opinnäytetyöhön valittiin kyselyn muodostamisohjelmistoksi Webropol kyselytyökalu, koska se on tehokas raportointityökalu, jonka avulla aineiston raportointi helpottuu huomattavasti. Webropolissa kyselyn ulkoasu on myös muokattavissa.

### 4.3 Kohderyhmä

Kohderyhmäksi valikoitui 10 rakennusyritystä ja 8 elementtitehdasta. Kohderyhmä valittiin Suomen Elementtisuunnittelun asiakkaista. Tällä tavoin pyrimme saamaan vastausprosentin korkeaksi, koska vastaajat tuntevat yrityksen jo ennestään. Pystymme myös lähettämään kyselyn sellaisille henkilöille yrityksissä, jotka ovat elementtiasennusten/elementtien valmistuksen kanssa suoraan tekemisissä, joten vastauksista saadaan luotettavia.

#### 4.4 Kyselylomake

Kysely koostuu 15 kysymyksestä, jossa ensimmäinen kysymys kartoittaa onko vastaaja elementtitehtaan vai rakennusyrityksen edustaja. Kysely on jaettu kolmeen käsiteltävään aihealueeseen: Kommunikaatio, aikataulu ja elementtisuunnitelmat. Aihealueet sisältävät monivalintakysymyksiä, sekä vapaasti vastattavia kysymyksiä. Lomakkeesta pyrittiin muodostamaan mahdollisimman selkeä ja nopea vastata, jotta vastauksia saadaan enemmän. Monivalintakysymykset helpottavat analysointia ja kysymyksiin vastaamista. Kyselyn jokaisen aihealueen loppuun sijoitettiin avoimet kysymykset. Kysymysten avulla pyrittiin tunnistamaan, onko ongelmat aikataulussa, kommunikaatiossa, toimintatavoissa, piirustusten selkeydessä ja laadussa. Vastausaikaa kyselyyn on 10 päivää. Kysely on liitteenä 1.

Vastaajista ei kerätä henkilö-, eikä yritystietoja. Se myös ilmoitetaan vastaajalle sähköpostissa, jolla vastauslinkki lähetetään. Vastaukset jaotellaan ainoastaan rakennusyrityksiin ja elementtitehtaisiin. Kyselyyn vastaaminen kestää 10–15 minuuttia.

## 5 VASTAUKSET

### 5.1 Vastausten analysointi

Vastaukset kerättiin Webropol-työkalusta ja sen avulla ne saatiin kätevästi luokiteltua ja analysoitua. Taulukoissa esitetään vastausvaihtoehdot ja vastausprosentit. Monivalintakysymyksissä vastausvaihtoehtoja oli viisi (1=Heikko, 5=Erinomainen). Taulukoista pystyy myös tarkastelemaan vastaajien määrää sekä vastauksen keskiarvoa ja mediaania.

Kaiken kaikkiaan kyselyyn vastasi 10 henkilöä, joista 6 oli rakennusyritysten edustajia ja 4 elementtitehtaiden edustajia. Vastauksia tuli heti kyselyn avaamispäivänä 6 kappaletta. Kohdehenkilöitä muistutettiin vastaamaan 5 päivää ennen kyselyn sulkeutumista, jolloin vastauksia tuli vielä 4 kappaletta lisää. Kysely lähetettiin kaikkiaan 18 yritykselle, joten vastausprosentti oli noin 55 %.

#### 1) Edustan

Taulukko 1. Vastaajien jakauma

	<b>N</b>	<b>Prosentti</b>
Rakennusyritystä	6	60%
Elementtitehdasta	4	40%

### Kommunikaatio

#### 2) Elementtisuunnittelijoiden tarjoama apu ongelmatilanteessa

Kaikki vastaajat olivat suhteellisen tyytyväisiä saamaansa apuun ongelmatilanteissa, keskiarvolla 3,8 ja mediaanin ollessa 4.

Taulukko 2. Elementtisuunnittelijoiden tarjoama apu

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>Yhteensä</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>Mediaani</b>
Heikko	0	0	3	6	1	Erinomainen	10	3,8	4
	0%	0%	30%	60%	10%				

## 3) Kommunikaatio elementtisuunnittelun kanssa

Vastaukset jakautuivat samalla tavalla kuin kysymyksessä 2. Tämä voi johtua siitä, että kysymykset on tulkittu samaa tai lähes samaa tarkoittavaksi.

Taulukko 3. Kommunikaatio elementtisuunnittelijoiden kanssa

	1	2	3	4	5		Yhteensä	Keskiarvo	Mediaani
Heikko	0	0	3	6	1	Erinomainen	10	3,8	4
	0%	0%	30%	60%	10%				

## 4) Suunnittelutoimistojen väliset erot kommunikaatiossa

Kaikki 10 vastaajaa vastasivat, että suunnittelutoimistojen välillä on oleellisia eroja kommunikaatiossa. Elementtitehtaiden vastauksia:

- Eroja vastausten nopeudessa, tavoitettavuudessa, elementtituotannon tietämyksessä
- Isoilla yrityksillä viestintä välinpitämätöntä, pienillä resurssipula
- Osaamisen taso ja asenne
- Parhaissa yrityksissä vastataan nopeasti, korjataan ja päivitetään havainnot uusiin suunnitelmiin, heikoimmassa ei vastata puhelimeen ja samat virheet toistuvat, vaikka ne on jo havaittu aiemmin

Rakennusyritysten vastauksia:

- Työmaan näkökannan huomioonottaminen suunnittelussa
- Osaaminen ja tehokkuus
- Suunnittelijoiden erot puhelimeen vastaamisessa (2kpl)
- Virheiden ja puutteiden korjauksessa ja ilmoittamisessa kestää pitkään rakennusvaiheen aikana
- Toiset suunnittelijat vastaavat nopeammin kuin toiset

Vastauksissa kävi ilmi, että molemmilla suurimmat erot suunnittelutoimistojen välillä kommunikaatiossa on vastausten nopeudessa ja osaamisen tasossa.

## 5) Kehitysehdotuksia kommunikaation parantamiseen

Tähän kysymykseen vastasi 4 rakennusyriystä ja kaikki 4 elementtitehdasta. Elementtitehtaiden vastaukset:

- Elementtisuunnitelmiin vähintään 2 yhteyshenkilön tiedot puhelinnumeroineen. Suunnittelijoiden elementtituotannon osaamisen parantaminen esim. tehdasvierailuilla. Suunnitteluprosessin hoitaminen läpinäkyvästi kaikkien osapuolien suuntaan
- Yhteinen viestintäkanava toimittaja-tilaaja-suunnittelija välille.
- Valmistautuminen suunnittelupalaverihin. Järjestelmällinen tapa toimistoille ennakoida ja korjata poikkeamia. Parhailla toimistoilla hyvät tarkastuslistat aloituspalaveriin ja valmiita vaihtoehtoja ongelmatilanteita varten.
- Tehdasvierailut ja tapaamiset, joissa lisätään ymmärrystä mitä ongelmia mikäkin asia aiheuttaa tuotannossa ja suunnittelussa. Näin näkökulma laajenee, asenne kehittyy ja osaaminen kasvaa. Muutoinkin tulisi kysyä, jos jokin askarruttaa. Tulkita ja arvailla ei saa.

Rakennusyriyten vastaukset:

- Työmaan päästävä mukaan vaiheessa, jossa elementtisuunnittelu on vielä menossa
- Pyritään käyttämään hyväksi koettuja henkilöitä
- Kommunikaatioksi riittää monesti työmaan kannalta se, että tiedetään missä mennään, jos ei ole suurempia ongelmia. Tähän hyvä ratkaisu olisi suunnittelutoimistosta lähetettävät vaiheilmoitukset esimerkiksi viikoittain.
- Nimetään suunnittelija hoitamaan tietty työmaa ja pidetään hänet tietoisena työmaan aikataulusta

Elementtitehtailla kahdessa kehitysehdotuksessa haluttiin parantaa suunnittelijoitten osaamista yhteisillä tehdasvierailuilla, joissa elementtitehtaat voivat kertoa ongelmista paikan päällä ja vastavuoroisesti suunnittelu voi kertoa omista ongelmakohdista. Tällä tavoin varmasti suunnittelijoille saisi paremman käsityksen yleisistä ongelmista tehtailla ja virheisiin reagointi ja ennakointi paranisi.

Työmailla haluttiin olla perillä missä vaiheessa suunnittelu on. Molempien joukkojen vastauksissa yhdistyi se, että suunnittelua haluttiin läpinäkyvämmäksi.

## Aikataulu

## 6) Oletteko saaneet elementtisuunnitelmat/elementit ajallaan

Alla olevassa taulukossa näkyy, että lähes kaikki ovat saaneet suunnitelmat ja elementit ajallaan. Kuitenkin yksi elementtitehdas on vastannut, että elementtisuunnitelmien aikataulussa on parannettavaa. Vastauksien keskiarvo oli 3,7 ja mediaani 4.

Taulukko 4. Aikataulun pitävyys

	1	2	3	4	5		Yhteensä	Keskiarvo	Mediaani
Harvoin ajallaan	0	1	2	6	1	Pääosin ajallaan	10	3,7	4
	0%	10%	20%	60%	10%				

## 7) Suunnittelutoimistojen väliset erot aikataulujen pitävyydessä

Kaikki 10 kyselyyn vastannutta vastasivat, että suunnittelutoimistojen välillä on oleellisia eroja sovitujen aikataulujen pitävyydellä. Elementtitehtaiden vastaukset:

- Aikataulujen kommentointi heti suunnittelun alussa, viiveistä ilmoittaminen ja viiveen vaikutuksen selvitys.
- Tilaaja määrittää toimitusaikataulut, toimittaja täydentää toimitusviikot. Suunnittelijalta ei kysytä aikataulun onnistumista. Suunnitelmien palautus vaihtelee.
- Toimistojen välillä on isoja eroja aikataulun hallinnassa.
- Ajoittain resurssiongelmia jokaisella toimistolla.

Rakennusyritysten vastaukset:

- Suunnittelutyön ruuhkaisuus vaikuttaa.
- Yleisesti ottaen eroja, mutta ei merkittäviä.
- Sovituissa aikatauluissa pysyminen. (4 kpl)

Aikataulussa pysyminen on hyvin vaihtelevaa suunnittelutoimistojen välillä. Suunnittelutyö voi ruuhkautua, jos projekteja on liikaa ja aikataulut venyvät. Suunnittelutoimistojen tulisi kommentoida sovitua suunnitteluaikataulua ja kertoa selvästi oma aikataulu ja resurssit. Aikataulun aktiivinen seuranta ja viiveiden välitön ilmoitus auttaa yleisesti koko projektin aikataulutusta ja hallintaa.

## 8) Yleisin syy elementtien asennuksen/valmistuksen myöhästymiseen aikataulusta

## Elementtitehtaat:

- Myöhässä olevat suunnitelmat, joissa toimitusaika on pitkä. Tilaa harvoin ymmärtää valmistukselle varatun aikaikkunan merkityksen. Jos suunnitelmat myöhästyvät on toimittajalla oltava oikeus siirtää valmistus seuraavaan mahdolliseen ajankohtaan.
- Suunnittelun vähäistä suurempi myöhästymisen.
- Myöhästyneet tai puutteelliset suunnitelmat.

Suunnitelmien myöhästymisen oli kaikkien elementtitehtaiden yleisin syy myöhästymiseen aikataulusta. Myöhässä olevien suunnitelmien kerrottiin aiheuttavan pullonkauloja tuotantoon. Esimerkkinä tilanne, jossa valtaosa rungon elementeistä valmistuu ajallaan, mutta jokin elementtityyppi viivästyy merkittävästi, jolloin runko ei pysty nousemaan. Puutteelliset suunnitelmat myös aiheuttavat ongelmia tuotannossa.

## Rakennusyrietykset:

- Valmistus myöhässä
- Asennukset myöhästyvät, joko resurssipulan tai muun suunnittelun takia
- Ketjun aikataulullinen pettäminen
- Suunnittelun asennusjärjestyksen muuttuminen tai elementtitehtaalla liikaa työtä
- Suunnittelunohjaus pielessä
- Elementtisuunnitelmien myöhästymisen, sekä liika työ elementtitehtailla

Rakennusyrietyksillä oli yleisimpänä syynä elementtien valmistuksen myöhästymisen. Valmistuksen myöhästymisen syyksi kerrottiin myynti yli kapasiteetin. Myös suunnittelunohjaus voi viivästyttää koko elementtisuunnittelu-valmistus-asennus ketjua, jos elementtisuunnittelijat eivät saa tarvittavia lähtötietoja tarpeeksi ajoissa.

Molempien joukkojen vastauksissa eniten myöhästymistä aiheutti ketjun aiempi vaihe. Kommunikatio täytyy olla sujuvampaa, jotta osataan varautua pullonkauloihin elementtitehtaalla ja edetä suunnittelussa sovitussa ajassa. Kuitenkin suunnitelmien huolellisuuteen täytyy myös kiinnittää huomiota.

## 9) Kehitysehdotuksia sovittujen aikataulujen pitävyyden parantamiseen

## Elementtitehtaat:

- Suunnitelma-aikataulujen sopiminen yhdessä, suunnitteluryhmän sitouttaminen aikatauluun, ennakointi suunnitteluprosessissa.
- Ajan käyttöä lisää lähtötietojen keräämiseen ja arkkitehti-, rakenne-, ja elementtisuunnitteluun.
- Lähtötietojen vaatiminen ja niistä reklamointi. Oman edistymisen tavoitteellisuus ja seuranta. Keskustelu ongelmatilanteissa.
- Aikaa varattava jokaiselle suunnittelutyölle.

Vastauksissa kerrottiin myös, että tällä hetkellä aikataulun merkitys vähenee, koska aikatauluja säännöstellään liikaa ja sen takia vastuuta vältellään, eikä pyritä ratkaisemaan oikeaa ongelmaa. Tähän parannusehdotukseksi ehdotettiin palkkioperusteista aikataulussa pysymistä. Tämä voi vastaajan mukaan olla raikas uudistus, joka motivoisi toimijoita uudella tavalla.

Keskustelu ongelmatilanteessa voi pelastaa aikataulun, sillä tehtaan kanssa voidaan sopia kriittisimpien elementtien suunnittelusta ja valmistamisesta.

Aikaa täytyy varata jokaiselle suunnittelutyölle, sillä suunnitteluprosessin seuraava työvaihe ei voi jatkaa puutteellisella lähtötiedolla. Tämän takia jokaisen osapuolen tulisikin sisäistää oman työn merkitys koko suunnitteluprosessissa.

Rakennusyritykset:

- Realistiset aikataulut ja sitoutuminen niiden noudattamiseen.
- Koko ketjun ajallisen toiminnan seuraaminen ja ongelmiin puuttuminen välittömästi.
- Kohteiden suunnittelu pidemmälle jo hyvissä ajoin ennen rakentamisen alkua.
- Hanke- ja toteutussuunnitelmat tulisi olla valmiita mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.
- Suunnittelunohjauksen parantaminen.
- Aikataulun sopiminen heti alkuun sellaiseksi, jossa pysytään.

Kohteiden suunnittelu pidemmälle ennen rakentamista on vastaajalla kehitysehdotuksena, koska rakentaminen aloitetaan välillä liian aikaisin ja elementtejä täytyy alkaa tilaamaan vajailta suunnitelmilla. Tämä johtuu rakentamisen nykykulttuurista eli liian tiukoista aikatauluista ja kiireestä. Tähän voisi auttaa vastaajan mukaan 3D tai 5D suunnittelun yleistyminen ja käyttöönotto myös työmaille siten, että suunnitelmat, aikataulut ja kustannukset perustuvat kaikki mallinnukseen, jolloin suunnitelmien täytyisi olla täysin valmiit ennen kuin rakentamista voidaan edes aloittaa.

## Elementtisuunnitelmat

### 10) Tuotantopiirustusten selkeys ja tulkittavuus

Kysymykseen annettiin vastaus samanlaisella 1–5 monivalintataulukolla, kuten aiemmissa monivalintakysymyksissä. Vastaus ohjattiin ääripäillä 1= hyvin epäselvä ja 2= hyvin selkeä. Vastaajien keskiarvo sekä mediaani oli 4,0, joka on hyvä.

Taulukko 5. Tuotantopiirustusten selkeys.

	1	2	3	4	5		Yhteensä	Keskiarvo	Mediaani
Hyvin epäselviä	0	0	2	6	2	Hyvin selkeitä	10	4	4
	0%	0%	20%	60%	20%				



## 11) Suunnittelutoimistojen väliset erot elementtisuunnitelmien esitystavoissa ja laadussa

Kymmenestä vastaajasta kuusi oli sitä mieltä, että elementtisuunnitelmien esitystavoissa ja laadussa on oleellisia eroja. Näistä kuudesta vastaajasta neljä oli elementtitehtaiden edustajia. Rakennusyritysten edustajat eivät kokeneet niin suuria eroja, kuin elementtitehtaat.

Elementtitehtaista kolme henkilöä vastasi jatkokysymykseen mitä nämä erot ovat. Esiin nousi:

- Ei ole yhteistä esitystapaa, joten isoja eroavaisuuksia.
- Kaikessa toiminnassa valtavia eroja.
- Suunnitelmien esitystapaa ei ole vakioitu.

Hyvät elementtisuunnitteluohjeet ovat olemassa ja niitä toivottaisiin käytettävän, jotta olisi yksi selkeä esitystapa. Tietomallipohjainen suunnittelu tarjoaa tähän jonkin verran apua, mutta eroavaisuuksia on silti. Suuri ero ilmenee myös raudoitusten esitystavassa. Toisilla on mallipohjaisena eritelty ja elementtikohtaisesti suunnitellut raudoitukset, kun taas toisilla on muutama periaatekuva kohteesta, joita kopioidaan kaikkiin elementteihin.

Rakennusyrityksistä kaksi henkilöä vastasi mitä nämä erot ovat. Esiin nousi:

- Piirustuksen esityssuunta
- Asennuskorkojen ja elementin painon merkintä

Asennuskorot olisi hyvä merkitä kaavioihin selkeästi jokaisen elementin kohdalle. Se helpottaa työmaata tulkitsemaan kaaviota. Paino ilmoitetaan välillä kilonewtoneina ja välillä tonneina. Elementtitehtaita kiinnostaa kilonewtonit, jotta nostolenkit mitoitetaan oikein ja työmaata kiinnostavat tonnit nosturin kapasiteetin takia. Selvytyden vuoksi halutaan, että molemmat ilmoitetaan.

## 12) Elementtisuunnitelmiin liittyvät ongelmat työmaalla/tehtaalla

Elementtitehtaat:

- Mittapuutteet, raudoitteet ja osat törmäävät toisiinsa.
- Puutteelliset ja ristiriitaiset tiedot mm. betonin pintamerkinnoissa.
- Erikoisosien käyttö.

Kolme neljästä mainitsi virheet pintamerkinnoissa toistuvimmaksi ongelmaksi. Pintamerkintävirheet ovat usein ristiriitaisia muiden suunnitelmien kanssa tai puutteellisia. Yksi tehdas mainitsi, että he ovat aloittaneet kehityshankkeen, joka tuottaa nykyistä tarkemman kirjauksen elementtisuunnitelmaan.

Kaksi neljästä nimesi mittapuutteet toistuvimmaksi ongelmaksi. Mittapuutteita ja -virheitä tulee usein pituuden muuttuessa jälkeenkäpäin ja elementin piirtäjä ei välttämättä huomaa korjata yksittäistä mittavirhettä. Elementtikuvat tulisi tarkastuslistan kanssa tarkastaa toisen suunnittelijan toimesta, jotta virhe ei pääsisi siirtymään valmiisiin kuviin.

## Rakennusyritykset:

- Varaukset väärin ja väärässä kohdassa, jopa vääräkätisesti suunnitelmissa.
- Elementtien nurkkakohdat väärin.
- Tartuntaterästen sijainti.
- Tartuntaterästen ja juotoskolojen yhteensopivuusongelmat.
- Mittoja puuttuu.

Myös rakennusyrityksillä nousi esiin mittojen puutteellisuus tai virheellisyys. Tartuntaterästen sijainti ja kolojen yhteensopivuus terästen kanssa oli myös monella yrityksellä ongelma. Elementtikuvassa saattaa helposti sekoittua katselusuunta joko suunnittelussa, tai tehtaalla, jolloin kolot, varaukset ja tapit menevät väärälle puolelle tai väärään kohtaan.

Elementtien nurkkakohdissa ilmeni ongelmia yhdellä rakennusyrityksellä. Ongelmia ovat liian pitkä lippa elementissä, tai eriste jatkuu liian pitkälle nurkasta. Näitä ilmenee 1–2 per työmaa.

## 13) Virheiden määrä elementtisuunnitelmissa

Kymmenestä vastaajasta kahdeksan oli sitä mieltä, että virheitä on melko vähän. Joukosta erottui yksi vastaaja, joka totesi virheitä olevan paljon. Vastaajien keskiarvo oli 3,6 ja mediaani 4.

Taulukko 6. Virheet elementtisuunnitelmissa.

	1	2	3	4	5		Yhteensä	Keskiarvo	Mediaani
Paljon virheitä	1	0	1	8	0	Vähän virheitä	10	3,6	4
	10%	0%	10%	80%	0%				

## 14) Tyypillisimmät virheet elementtisuunnitelmissa

## Elementtitehtaat:

- Nostolenkkien koko.
- Osan tai tarvikkeen esitys väärään pintaan.
- Sähköistyksen suunnittelu.

Elementtitehtailla tyypillisimpiä virheitä oli jo aiemmin kohdassa 12 ilmoitetut mitta- ja pintavirheet, joten niitä ei ilmoitettu uudestaan tässä vastauksessa. Yhdeksi tyypilliseksi virheeksi on myös ilmoitettu raudoitusten mahtuminen elementtiin. Tällainen tilanne sattuu, jos elementissä on paljon raskaita varusteita. Suunnitelmissa voi raudoitukset olla kuvattu yhtä paksuna, vaikka koko muuttuisi.

## Rakennusyritykset:

- Varaukset ja kätisyys.

- Väärä korkoasema.
- Elementtien kopiointi kerroksesta toiseen, vaikka niissä olisi eroja.

Rakennusyritykselläkin tuli pääosin samat vastaukset kuin kysymyksessä 12. Uutena asiana kuitenkin ilmeni elementtien kopiointi ylempiin kerroksiin, vaikka ne olisivat erilaisia. Elementtipiirustuksissa saattaa muuttua myöhemmin yhden elementin kohta, jota ei huomata korjata tai siitä ei ole ilmoitettu. Kopioimisessa tulee olla tarkkana juuri tämän asian takia.

#### 15) Kehitysehdotukset elementtisuunnitelmiin

- Huolellisuus ja tarkastusvelvollisuus.
- Ajallinen hallinta.
- Piirustusten jako myös työmaalle ennen kuin tuotanto alkaa tehtaalla.
- Yhtenäinen esitystapa suunnitelmiin.
- Kaluston sopivuus kohteeseen.
- Mallintava elementtisuunnittelu.

Elementtisuunnittelu on vastaajien mielestä pääsääntöisesti ollut korkealla tasolla. Vastauksissa korostui huolellisuuden tärkeys, jotta välttyttäisiin huolimattomuusvirheiltä. Näiden virheiden esiintyvyyttä saadaan vähennettyä tarkastusvelvollisuudella.

Yhtenäistä esitystapaa toivotaan suunnitelmien esittämiseen. Esimerkiksi leikkaussuunnat ja mitoitustavat. Mahdollisimman paljon tulisi myös käyttää vakioituja teräsosia ja liitoksia, jotta ongelmat vähenisivät tehtailla.

Mallintavaa elementtisuunnittelua suositeltiin, koska siinä suunnitelmat materiaaleineen saadaan suoraan mallista elementtituotannon järjestelmiin. Tämä helpottaa yhteistyötä ja seuraamaan tuotantotilannetta. Mittavirheet myös pienentyvät mallintavassa elementtisuunnittelussa.

## 5.2 Yhteenveto

Kommunikaation osalta tärkeimmäksi huomioksi nousi vastausten nopeus ja ammattitaito. Suunnittelijoilta halutaan työmaan ja elementtitehtaiden näkökannan huomioonottamista suunnittelussa. Tehdasvierailulla saadaan parannettua elementtituotannon osaamista ja suunnittelun aikana pystytään ottamaan paremmin muut osapuolet huomioon.

Aikataulun hallinnassa ongelmia aiheuttaa suunnittelunohjaus ja resurssipula. Suunnittelunohjaus viivästyttää koko projektiketjua, jos se ei hoidu sujuvasti. Virheistä ja myöhästymisistä on ilmoitettava viipymättä, jotta niihin ehditään reagoida. Tuotannon kanssa voidaan sopia kriittisimpien elementtien suunnittelusta ja teosta, jolloin ne saadaan ajallaan työmaalle.

Koko elementtiketjun suunnitteluun tarvitaan yhdessä sovittu kommunikaatiopalvelu kaikkien osapuolien kanssa. Tällä hetkellä projekteissa kommunikaatio jakautuu moneen eri välineeseen ja vastaaminen hidastuu. Yhteisellä viestintäkanavalla saadaan viesti perille kerralla kaikille. Työmaat haluavat myös olla ajan tasalla suunnittelusta, vaikka mitään ongelmia ei ilmenisikään.

Elementtisuunnitelmien taso oli yleisesti ottaen hyvällä tasolla. Elementtisuunnitelmien yleisimmät virheet ovat huolimattomuusvirheet, esimerkiksi mittojen puuttuminen tai piirustus on väärin päin piirretty. Huolimattomuusvirheet saadaan korjattua tarkastusvelvollisuudella suunnitelmiin. Tarkastuksessa tulee katsoa erityisesti yleisimmät virheet.

Elementtipiirustuksiin tarvitaan myös yhtenäistä esitystapaa. Elementtisuunnittelu.fi sivulla on elementtisuunnitteluohjeet, mutta eroavaisuuksia on mm. raudoitusten esitystavassa, sekä mittojen esittämisessä. Elementtisuunnitteluun tarvittaisiin vakioitu malli, jota kaikki yritykset noudattaisivat.

## 6 POHDINTA

Tarkoituksena tässä opinnäytetyössä oli löytää ongelmia ja puutteita elementtisuunnittelussa, joita ilmenee työmaalla ja elementtitehtailla. Niiden tiedostamisen avulla Suomen Elementtisuunnittelu Oy voi tarvittaessa kehittää elementtisuunnittelua ja elementtisuunnitteluprosessia. Alun perin idea oli lähettää kysely pelkästään rakennusyrityksille, mutta melko nopeasti sovittiin, että tehtaot lisätään mukaan kyselyyn.

Teoriaosuuteen etsin teorian tietoa mm. blogeista, kirjoista, verkkoaineistosta ja Suomen Elementtisuunnittelun materiaaleista. Webropolin käyttö tuli myös tutuksi opinnäytetyön aikana, mutta vastausten automaattiseen analysointiin olisi voinut perehtyä enemmän, jotta vastauksista olisi tullut monipuolisempia ja analysointiin ei olisi kulunut niin pitkää aikaa.

Kyselyn tulokset olivat todella kattavia ja vastauksesta huomasin, että vastaajat ovat oikeasti perehtyneet vastaamiseen, joka oli mukava huomata. Kysely lähetettiin 18 yritykselle ja 10 vastasi kyselyyn. Näistä 10 vastaajasta vain 4 oli elementtitehtaita, joten se voi vaikuttaa vastausten luotettavuuteen. Itse olisin toivonut, että vastaajia olisi saatu täydet 18, mutta aikataulu tuli vastaan, eikä kyselyn aikaa voinut enää pidentää. En kuitenkaan usko, että vastausajan pidentäminen olisi tuonut merkittävästi lisää vastaajia. Uskon, että opinnäytetyön tulokset kehittävät elementtisuunnittelua.

Opinnäytetyössä yllättävän haasteelliseksi muodostui kyselyn ja sen kysymysten kokoaminen. Kysymykset täytyi laatia tarkasti ja niiden oli oltava selkeitä, jotta vastaajat varmasti ymmärtävät kysymykset oikein. Etsin kyselyn muodostamiseksi tietoa useista kyselyaiheisista kirjoista ja ne lopulta auttoivat kyselyn muodostamisessa ja opin paljon uutta mitä ei heti kyselyn teossa ajattele. Opin enemmän myös elementtisuunnitteluprosessista, joka auttaa minua työelämässä. Säilytin mielenkiintoni opinnäytetyön loppuun asti ja kyselyn vastausten lukeminen oli erityisen mieleistä. Opinnäytetyön kyselyn voisi tehdä isommassa mittakaavassa, jotta tulokset olisivat luotettavampia.

## LÄHTEET

Admicom.fi. Kuva. <https://www.admicom.fi/wp-content/uploads/2021/02/Kaavio-perustajaurakointi.png>. Viitattu 14.5.2021

Betoniteollisuus ry 2010. Runkorakenteet\_9 3 2010. Pdf-tiedosto. Julkaistu 10.3.2010 [https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22592/Runkorakenteet\\_9%203%202010.pdf](https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22592/Runkorakenteet_9%203%202010.pdf). Viitattu 14.5.2021

Betoniteollisuus ry 2013. Betonivalmisisarakenteiden työselostus 15-03-2013. Pdf-tiedosto. Julkaistu 15.3.2013. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23953/Betonivalmisisarakenteiden%20ty%c3%b6selostus%2015-03-2013.pdf>. Viitattu 11.5.2021.

Betoniteollisuus ry. Kuva. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/image/22227/20100316100455/image013.jpg?width=800&height=800&mode=max>. Viitattu 14.5.2021

Betoniteollisuus ry. Kuva. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/image/23576/20100803101203/elementtikauppamallit2.jpg>. Viitattu 24.5.2021

Betoniteollisuus ry. Runkorakenteet. Verkkojulkaisu. Elementtisuunnittelu.fi Elementtisuunnittelun ohjekirja verkossa. Päivitetty 01.10.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet>. Viitattu 14.5.2021

Betoniteollisuus ry. Tuoteosakauppa. Verkkojulkaisu. Elementtisuunnittelu.fi Elementtisuunnittelun ohjekirja verkossa. Päivitetty 30.11.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/suunnitteluprosessi/tuoteosakauppa>. Viitattu 24.5.2021

Duco.fi verkkoaineisto. <https://www.duco.fi/fi/Toimiala.html>. Viitattu 14.5.2021

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Lehikoinen, Maria 2021. Mitä uudisrakentamiseen tähtäävän yrittäjän tulisi tietää perustajaurakoinnista? Admicomin blogi. 22.2.2021. <https://www.admicom.fi/blogi/mita-uudisrakentamiseen-tahtaa-van-yrittajan-tulisi-tietaa-perustajaurakoinnista/>. Viitattu 14.5.2021


Rakennusvalvojat.fi verkkoaineisto. <https://rakennusvalvojat.fi/yleista/kasitteita/>. Viitattu 14.5.2021

RT 10-10995 Valmisisarakentamisen tiedonhallinta. Betonielementtirakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 10.5.2021.

Seles.fi verkkoaineisto. <http://seles.fi>. Viitattu 26.3.2021

## LIITE 1: KYSELYPOHJA

## Elementtisuunnittelukysely

 Pakolliset kentät merkitään asteriskilla (\*) ja ne tulee täyttää lomakkeen viimeistelemiseksi.

Kysely sisältää kolme eri aihealuetta, joissa käsitellään kommunikaatiota, aikataulua ja elementtisuunnitelmia.

Edustan: \*

- Rakennusyritystä
- Elementtitehdasta

### Kommunikaatio elementtisuunnittelijan kanssa

Kuinka laadukkaaksi koette saamanne avun elementtisuunnittelijoilta mahdollisissa ongelmatilanteissa? \*

	1	2	3	4	5	
Heikko	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erinomainen

Kuinka sujuvaksi koette kommunikaation teidän ja elementtisuunnittelun välillä? \*

	1	2	3	4	5	
Heikko	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erinomainen

Onko eri suunnittelutoimistojen välillä oleellisia eroja kommunikaatiossa? \*

- Kyllä
- Ei

Mitä eroja?


Kehitysehdotuksia kommunikation parantamiseen?


### Aikataulu

Oletteko saaneet elementit/elementtisuunnitelmat ajallaan/aikataulun puitteissa? \*

	1	2	3	4	5	
Harvoin ajallaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pääosin ajallaan

Onko eri suunnittelutoimistojen välillä oleellisia eroja sovittujen aikataulujen pitävyydellä? \*

- Kyllä
- Ei



Mitä eroja?


Mikä on yleisin syy elementtien asennuksen/valmistuksen myöhästymiseen aikataulusta? \*


Kehitysehdotuksia sovittujen aikataulujen pitävyyden parantamiseen?


### Elementtisuunnitelmat

Ovatko tuotantopiirustukset selkeitä ja helposti tulkittavia? \*

	1	2	3	4	5	
Hyvin epäselviä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Hyvin selkeitä

Onko eri suunnittelutoimistojen välillä oleellisia eroja elementtisuunnitelmien esitystavoissa ja laadussa? \*

Kyllä

Ei

Mitä eroja?


Minkälaisia toistuvia elementtisuunnitelmiin liittyviä ongelmia kohtaatte työmaalla/tehtaalla? \*


Onko elementtisuunnitelmissä virheitä? \*

	1	2	3	4	5	
Paljon virheitä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Vähän virheitä

Mitkä ovat tyypillisimpiä virheitä elementeissä? \*


Kehitysehdotukset elementtisuunnitelmien parantamiseen?
