



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Topi Översti

Elementtisuunnittelun ohjauksen kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

7.10.2019

Tekijä Otsikko	Topi Översti Elementtisuunnittelun ohjauksen kehittäminen
Sivumäärä Aika	37 sivua + 5 liitettä 7.10.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	Kehityspäällikkö Eero Haverinen Lehtori Kimmo Sani
<p>Opinnäytetyö laadittiin Peab Oy:lle, toimeksiantajana Pääkaupunkiseudun asuntorakentaminen. Pääkaupunkiseudun asuntorakentamisen segmenttiin kuuluu sekä omaperusteista että urakkaliiketoimintaa.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli nykyaikaistaa ja yhtenäistää toimintamalleja yrityksen PKS asuntorakentamisen projektien välillä, luomalla elementtisuunnittelun ohjaukseen käyttöön kokous- ja katselmuspohjia. Uusia toimihenkilöitä varten elementtisuunnittelun ohjaukseen luotiin myös prosessikaavio prosessin kulusta ja kullekin osapuolelle kuuluvista tehtävistä.</p> <p>Tutkimustyö toteutettiin kirjallisuustutkimuksen ohella tekemällä haastatteluita. Haastateltavat henkilöt työskentelevät Peab Oy:ssä sekä yksi haastateltavista Insinööritoimisto J.Sund Oy:ssä. Haastatteluiden tarkoituksena oli kerätä tietoa kokous- ja katselmuspohjien luomista varten sekä kartoittaa elementtisuunnitteluun liittyviä ongelmakohtia.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena luotiin lomakepohjat aloituspalaverin ja tehdaskatselmuksen välille sijoittuviin kokouksiin sekä lisäksi prosessi- ja työmaakaaviot. Elementtisuunnittelun aloituspalaveriin valmistautumiseen liittyen luotiin myös lähtötietolomake, suunnittelunohjausta varten.</p>	
Avainsanat	Elementtisuunnittelu, suunnittelunohjaus

Author Title	Topi Översti Improving Prefabricated Design Management
Number of Pages Date	37 pages + 5 appendices 7 October 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management for Construction
Instructors	Eero Haverinen, Development Manager Kimmo Sani, Senior Lecture
<p>The purpose of the Bachelor's thesis was to modernize and unify the project operating models of the Helsinki metropolitan area apartment building segment of Peab Oy in different projects by creating templates to be used in the control of prefabricated design. A flowchart with information about the process and the tasks of each party was created for new employees in the control of prefabricated design.</p> <p>The final year project was executed by studying related literature and interviewing professionals. The purpose of the interviews was to gather information about creating flowcharts, viewing templates, and in order to map the problem areas.</p> <p>As the result of the thesis, templates for the meetings held between the launch meeting and factory audit were created. Also In addition, flowcharts were created to guide new employees working with the control of prefabricated design.</p>	
Keywords	prefabricated design, design control

Alkusanat

Kiitokset työnantajalle sekä haastatteluihin osallistuneille henkilöille työhön luovutetuista materiaaleista sekä haastatteluihin käytetystä ajasta.

Mika Salo, Peab Oy

Tuomas Hakala, Peab Oy

Esa Rinne, Peab Oy

Jan Alfthan, Peab Oy

Johan Sund, Insinööritoimisto J.Sund Oy

Espoossa 7.10.2019

Topi Översti

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoite	1
1.3	Opinnäytetyön rajaus	2
1.4	Tutkimusmenetelmät	3
2	Yleistä elementtisuunnittelusta	4
2.1	Elementtisuunnitteluprosessin eri osapuolet	4
2.2	Elementtisuunnitteluprosessiin liittyvät asiakirjat	6
2.2.1	Elementtisuunnittelun tarjouspyyntöasiakirjat	6
2.2.2	Suunnitelma-asiakirjat	6
2.3	Elementtityypit	9
2.4	Elementtisuunnittelun aikataulu	11
2.4.1	Elementtisuunnitteluun liittyvät aikataulut	14
2.4.2	Aikatauluongelmat	15
2.5	Elementtisuunnitelmien tiedonsiirto ja jakelu	15
3	Elementtisuunnitteluprosessi	17
3.1	Toiminnot ja tehtävät	21
3.2	Lähtötiedot	21
3.2.1	ARK	22
3.2.2	RAK	22
3.2.3	Pääurakoitsija	22
3.2.4	LVIS-suunnittelijat	23
3.2.5	Reikäkierto ja varaukset	23
3.2.6	Suunnitelmakatselmus	24
3.2.7	Risteilypalaveri	24
3.3	Turvallisuus	25
4	Tutkimuksen tuotos	26
4.1	Tutkimuksessa käytettyjen menetelmien kuvaus	26
4.2	Haastatteluiden pohjalta havaitut elementtisuunnittelun ongelmat	26

4.2.1	Lähtötiedot	26
4.2.2	Elementtisuunnittelun aikataulun pitävyys	28
4.2.3	Tiedonkulku	28
4.3	Uudistetut prosessit	29
4.3.1	Prosessikaavio	29
4.3.2	Elementtisuunnittelun aloituspalaveri	30
4.3.3	Lähtötietolomake	31
4.3.4	Tehdaskatselmus	32
5	Johtopäätökset	34
5.1	Saavutettiin tulokset	34
5.2	Johtopäätökset ja yleistyksiset	34
5.3	Jatkotutkimusehdotukset	35
6	Yhteenveto	36
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Prosessikaavio	
	Liite 2. Työmaakaavio	
	Liite 3. Lähtötietolomake	
	Liite 4. Elementtisuunnittelun aloituspalaveri -pohja	
	Liite 5. Tehdaskatselmus -pohja	

Lyhenteet

ARK on arkkitehtisuunnittelusta ja -suunnitelmista käytetty tunnus

ATL eli Arkkitehtitoimistojen liitto

LVIS on lyhenne sanoista lämpö, vesi, ilmanvaihto ja sähkö. LVIS on taloteknisistä suunnittelusta ja suunnitelmista käytetty tunnus

RAK on rakennesuunnittelusta ja -suunnitelmista käytetty tunnus

SKOL eli Suunnittelu- ja konsultointialan yritysten toimialajärjestö.

Vemo eli valuankkuri on sisäkierteellä varustettu kiinnitysosa, jotka asennetaan betonivalun pintaan. Valuankkurin välityksellä betonirakenteeseen voidaan kiinnittää kierteillä varustettuja väliaikaisia tai pysyviä osia. Käyttökohteita esimerkiksi elementtien asennustuet tai valjaiden kiinnityspisteet.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Opinnäytetyön aihetta valittaessa alustavasti päädyttiin kehittämään elementtisuunnittelun ohjausta pääurakoitsijan toimesta. Opinnäytetyöhön kerättiin aineistoa yrityksen sisäisistä asiakirjoista, rakennusalan kirjallisuudesta sekä suorittamalla henkilöhaastatteluita. Perehtyessä yrityksen elementtisuunnitteluun liittyviin asiakirjoihin sekä haastatteluiden pohjalta analysoitiin sen hetkisten asiakirjojen toimivuutta. Haastatteluissa kerättävä tieto pyrittiin kohdistamaan kehitettäviin ongelmakohtiin.

Yrityksen sisällä koettiin elementtisuunnitteluun liittyviksi ongelmiksi kustannusten nousu elementtisuunnittelu prosessin aikana lisä- ja muutostöiden muodossa. Aikataululliset ongelmat kuten elementtisuunnittelun lähtötietojen ja elementtipiirustusten toimitukset. Työmaalla tehtävät muutokset, joista useimmiten kertyy jollekin osapuolelle kustannuksia sekä aikataulullisia haittoja eri työvaiheille.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda prosessikaavio elementtisuunnittelu prosessin kulusta uusien toimihenkilöiden avustamiseksi liittyen heidän työtehtäviinsä. Elementtisuunnittelun ohjaamiseksi luotiin myös laadunvarmistukseen liittyviä lomakepohjia, joiden tarkoituksena on yhtenäistää yrityksen välisten eri projektien toimintatapoja.

Opinnäytetyön yhtenä näkökulmana on yhteistoiminnan kehittäminen tuotannon henkilöstön ja elementtisuunnitteluun liittyvien henkilöiden välillä. Lisäksi opinnäytetyön tarkoituksena on varmistaa, että tuotannon ja työmaan asettamat vaatimukset päätyvät elementtisuunnitelmiin.

Opinnäytetyön kannalta kehitettäväksi kohdiksi nousivat

- Yrityksen eri projektien yhtenäistäminen, luomalla prosessikaavio elementtisuunnittelun ohjaukseen
- Elementtisuunnittelun laadunhallinnan asiakirjat sekä lomakkeet eri kokouksiin ja katselmuksiin
- Pääurakoitsijan näkemysten päätyminen elementtisuunnitelmiin, kuten turvallisuustekijät sekä lähtötiedot

Tutkimuksen alkuvaiheessa perehdyttiin esitutkimus muodossa elementtisuunnitteluun sekä suoritettiin haastatteluita Peab Oy:n tuotannon puolen henkilöstölle, jonka lisäksi suoritettiin henkilöhaastattelu, jossa haastateltiin erikseen päätettyä elementtisuunnittelijaa. Haastatteluihin valmisteltiin kysymykset opinnäytetyön rajauksiin liittyen sekä haastattelut nauhoitetaan puhtaaksi kirjoittamista varten.

Haastatteluiden tarkoituksena oli kartoittaa yrityksen elementtisuunnittelun ohjaamisen ja laadunvarmistusdokumenttien nykytilanne ja kehityskohtia aiemmin tehtyjen rajausten pohjalta. Teoriapohjana opinnäytetyön tutkimuksessa kerätään tietoa yleisten tuotantotietojen (RunkoRYL, RT-kortit yms.) pohjalta, rakennusalan kirjallisuudesta sekä aiheeseen liittyvistä muista julkaisuista (esim. elementtisuunnittelu.fi).

1.3 Opinnäytetyön rajaus

Opinnäytetyö koskee pääkaupunkiseudun asuntorakentamista. Opinnäytetyö rajataan siten, että prosessikaavion ja laadunvarmistus dokumenteista rajataan pois suunnitelmasisällöt, sopimusasiat sekä työselostus.

Laadunvarmistukseen luotavia dokumentteja ovat aloituspalaverin – mallikatselmuksen/elementtisuunnitelmien tarkastamisen välille sijoittuvat tarkastukset sekä katselmuksset, jotka liittyvät laadunvarmistusdokumentaatioon tai -toimenpiteisiin.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Ensimmäisessä vaiheessa perehdyttiin yrityksen sen hetkisiin asiakirjoihin, jotka liittyvät elementtisuunnittelun ohjaukseen. Asiakirjojen lisäksi suoritettiin esitutkimusta aiheeseen liittyvistä nettijulkaisuista kuten elementtisuunnittelu.fi.

Toisessa vaiheessa suoritettiin haastattelut. Ensin suunniteltiin haastatteluihin liittyen haastateltavat henkilöt sekä haastatteluiden pohjalta selvitettävät asiat, kysymysten muodossa. Haastatteluiden jälkeen suoritettiin haastatteluiden auki kirjoittaminen sekä kerättyjen tietojen analysointi jatkokäyttöä varten.

Osittain haastatteluiden ohella suoritettiin tutkimusvaihetta, jonka pohjalta lähdettiin luomaan prosessikaaviota sekä laadunvarmistukseen käytettäviä lomakkeita. Tutkimusvaiheessa perehdyttiin tarkemmin elementtisuunnittelun työvaiheisiin sekä osapuolille kuuluviin vastuihin. Prosessikaavion ja lomakkeiden laatiminen aloitettiin suunnittelemalla esitystapa ja esitettävän tiedon sisältö. Asiakirjoista laadittujen luonnosten hyväksyttämisen jälkeen aloitettiin tutkimusraportin laadinta.

2 Yleistä elementtisuunnittelusta

Elementtisuunnittelunohjaus alkaa jo hankesuunnitteluvaiheessa tehtävillä päätöksillä, jotka vaikuttavat rakennuksen runkoon, rakenteisiin sekä ulkonäköön. Hankesuunnitteluvaiheessa tehtävien ratkaisujen pohjalla tulisi huomioida jo kohteen elementtirakentaminen.

Rakennuttajan sekä pääurakoitsijan on tärkeää ohjata arkkitehti- ja rakennesuunnittelua heti hankesuunnitteluvaiheen alusta alkaen, jolloin voidaan vaikuttaa rakennuksen kokonaiskustannusten kertymiseen sekä varmistaa tuotannon kannalta hyviksi havaittujen menetelmien päätyminen elementtisuunnitelmiin. [5] [22, s.10.]

Elementtisuunnittelun käyttämät lähtötiedot tulevat pääosin rakenne- ja arkkitehtisuunnittelulta. Jotta elementtisuunnittelun toteutuminen olisi mahdollisimman sujuvaa, edellyttää se hyvää suunnittelunohjausta sekä selkeää ja yksityiskohtaista suunnittelua. Koska elementtisuunnitteluun liittyy useita osapuolia, tulee suunnitteluprosessin ohjaus sekä aikataulusuunnittelu hoitaa huolella. Suunnitteluprosessin aikataulun venyessä taloudelliset seuraukset kasvavat usein mittaviksi, koska prosessiin liittyy useita osapuolia sekä elementtisuunnittelun toteutuminen tahdistaa työmaan työvaiheita. [22, s.10.]

2.1 Elementtisuunnitteluprosessin eri osapuolet

Tilaaaja

Tilaaajan / rakennuttajan päätehtävänä on hankkeen läpiviemisen organisointi sekä myötävaikutusvelvollisuus viranomaisasioissa.

Pääurakoitsija

Pääurakoitsijan tehtävänä on hankkeen päätoteutus sekä toteutuksen koordinointi. Pääurakoitsija yritys voi myös toimia hankkeen tilaajana, omakustanteisessa rakentamisessa, jota myös Peab Oy:n pääkaupunkiseudun asuntorakentamisessa

suoritetaan. Usein betonielementtien asentaminen suoritetaan joko pääurakoitsijan toimesta tai ostetaan aliurakkana.

Suunnittelijat

Pääsuunnittelijan tehtävänä on ohjata ja koordinoida kohteen muita suunnittelijoita ja suunnittelua. Monesti kohteen pääsuunnittelijana toimii arkkitehti. Arkkitehtisuunnittelun tehtävänä on rakennuksen sijoittelun, julkisivun ja ulkomuodon sekä kohteen tilojen suunnitteleminen.

Rakennesuunnittelijan tehtävänä on rakennuksen ja rakenteiden toiminnan suunnittelu sekä tuotesasuunnitelmien hyväksyttäminen rakennusvalvonnassa.

LVIS-suunnittelijoiden vastuulla on rakennuksen taloteknisten järjestelmien suunnitteleminen sekä betonielementteihin liittyen taloteknisten järjestelmien aiheuttamien vaatimusten määrittäminen.

Elementtisuunnittelijan tehtävänä on sopimuksen mukaisten tuoteosien suunnittelu sisältäen elementtien mitoituksen, rakenteiden ja liittyvien varusteiden liitosten suunnitteleminen sekä suunnitelmien toimittaminen eteenpäin sovitussa tiedostomuodossa.

Elementtien sähköistyksen suunnittelusta vastaa useimmiten joku muu kuin kohteen sähkösuunnittelija. Sähköistyksen suunnittelu on monesti sidottuna elementtisuunnittelukauppaan tai ostetaan erillisenä urakkana.

Elementtitoimittaja

Elementtitoimittajia voi kohteessa olla useita, riippuen toimittavan tehtaan kapasiteetista ja toimitettavista elementeistä. Elementtitoimittajan tehtävänä on valmisosasuunnitelmien mukaisten betonielementtien valmistaminen ja kuljetustyömaalle.

Viranomaiset

Viranomaiset valvovat kohteen suunnittelun ja rakentamisen toteutumista lakien, asetusten, ohjeiden, normien, yleisten ja paikkakuntakohtaisten määräysten sekä kaavojen pohjalta.

[11.]

2.2 Elementtisuunnitteluprosessiin liittyvät asiakirjat

2.2.1 Elementtisuunnittelun tarjouspyyntöasiakirjat

Elementtisuunnittelun tarjouspyynnön liitteenä olevat asiakirjat laatii useimmiten kohteen päärakennesuunnittelija, joko rakennuttajan tai elementtisuunnittelun tilaavan organisaation ohjaamana. Elementtisuunnittelun kannalta tärkeimpiä lähtötietoja ovat kohteen arkkitehtisuunnitelmat, joiden suunnittelutilanne ja sisällön taso ovat laadullisesti riittävät. Rakennesuunnittelijalta tulevat tärkeimmät lähtötiedot ovat rakenne- ja runkoratkaisut, rakennuksen kuormitustiedot ja rakennedetaljit. [5.]

Elementtisuunnittelua varten toimitettavien tarjouspyyntöasiakirjojen tulee sisältää

- Julkisivukaaviot ja pintamateriaalien tiedot
- Runkokaaviot ja jäykistysperiaatteet
- Kohteelle oleelliset leikkauskuvat, joissa merkittynä korkomerkinnot
- Tyypielementtikuvat
- Kohteeseen tulevat erikoisteräsovat
- Reikien ja varausten alustavat määrät
- Tarjousvaiheen jälkeisten muutosten menettelyt. [5.]

2.2.2 Suunnitelma-asiakirjat

Elementtipiirustukset

Jokaisesta kohteeseen tulevasta elementistä tulee laatia oma erillinen elementtipiirustus, jossa esitetään valmistuksen kannalta kaikki elementille oleelliset

tiedot kuten rasis- ja laatuluokat sekä mitoitus ja detaljit. Elementtipiirustusten tulee vastata tyyppielementtipiirustuksia suunnitelmasisällöltään sekä laadultaan. [21, s.30.]

Elementtikohtaiset piirustukset eivät saa sisältää rakennusselostuksesta poikkeavaa tietoa. Elementtipiirustusten mitoitus täytyy esittää kuvissa siten, että elementtitehtaalla ei tarvitse suorittaa hankalia laskutoimituksia sekä elementtien päämitat on esitettävä kuvissa selkeästi. Elementtipiirustusten layout-kuvissa ei myöskään saa olla suuria eroavaisuuksia keskenään, jolloin piirustuksia tarkastettaessa sekä elementtejä valmistettaessa elementtitehtaalla säästetään sekä mahdolliset virheet huomataan helpommin. [21, s.35.]

Elementtiluettelot

Elementtiluettelo laaditaan kaikista valmistettavista elementeistä elementtityypeittäin. Elementtisuunnittelun edetessä sekä loputtua elementtiluettelot päivitetään vastaamaan viimeisimpiä piirustuksia. Luetteloiden päivitys kuuluu urakkasopimuksessa määritellylle suunnittelutoimistolle. [21, s.46] [9.]

Elementtiluettelossa on esitettynä

- Piirustusnumero, mahdolliset revisiot sekä niiden päivämäärät
- Yksilölliset elementtitunnukset
- Valmistettavan elementin kappalemäärä
- Elementtien päämitat
- Elementtien laskennalliset painot
- Mahdollisesti elementtipiirustusten sähköistyksen kierto
- Elementtipiirustuksen arkistointipäivä sekä tekijä.

Elementtityyppiluettelo

Tarvittaessa laaditaan lista elementtityypeittäin, jossa esitetään elementtien valmistuksen kannalta tärkeät tiedot. Tiedot vastaavat elementtipiirustusten tekstiosan tietoja, kuten elementtien kuorien rasis- ja betoniluokat, käyttöikä, muottipintojen laatu, pintakäsittelyt, raudoitteiden betonipeitteen paksuus sekä sallitut mittapoikkeamat. Luettelossa voidaan myös mainita käytettävät viisteet tai pyöritykset, elementeissä käytettävät nostolenkit sekä raudoitus. [21, s.46.]

Elementtityöselostus

Elementtityöselostus on yksi elementtisuunnittelun tarjouspyyntöasiakirjoista. Betonisen valmisosarakentamisen ollessa hyvin pitkälti vakioitunutta teknisiltä ratkaisuiltaan, on myös suositeltavaa käyttää työselostuksen laadinnassa valmiita työselostuspohjia. Valmiita mallipohjia on käytettävissä esimerkiksi elementtisuunnittelu.fi-sivustolla, josta löytyy laajalti tietoa elementtisuunnitteluun liittyen. Valmiit pohjat ovat täydennettävissä ja muokattavissa projektikohtaisiksi. [21, s.46.]

Ennen elementtityöselostuksen toimitusta elementtisuunnittelijalle tulee varmistaa, ettei työselostus sekä tehdyt suunnitelmat sisällä ristiriitoja keskenään. Elementtityöselostuksen läpikäynti kannattaa suorittaa elementtisuunnittelusta vastaavan henkilön sekä kokeneen rakennesuunnittelijan toimesta. [6] [21, s.46.]

Elementtisuunnitelmien tarkastaminen

Elementtipiirustusten valmistuttua elementtien lappukuvat tarkistetaan suunnittelutoimiston sisällä elementtisuunnittelusta vastuussa olevan henkilön toimesta. Elementtipiirustuksista tarkistetaan erityisesti elementin geometria, mittaviivojen oikeellisuus, aukot ja varaukset sekä niiden ympärillä olevat raudoitukset, raudoitteet ja raudoitemateriaalit, elementtiin kiinnitettävät varusteet ja rakennusosat. [21, s.46.]

Ovi- ja ikkuna-aukoista tulee myös sijainnin lisäksi tarkistaa aukkojen koko arkkitehdin lähtötietoina olleista ovi- ja ikkunakaavioista. Tietomallipohjaisen suunnittelun yleistyttyä tulee myös tarkistaa mallista komponenteille syötetyt tiedot ja niiden oikeellisuus.

Elementtipiirustuksen ollessa valmis elementtisuunnittelija ja elementin tarkastaja hyväksyvät piirustukset kuittauksellaan. Mikäli hyväksytyihin elementtisuunnitelmiin tulee muutoksia, tulee muutokset esittää kirjallisena sekä piirustuksissa muutosnuolella. Muutoksen jälkeen on piirustukset hyväksyttävä uudestaan. [21, s.47.]

2.3 Elementtityypit

Betonivalmisteiden tunnuks

Varsinkin nykyaikaisissa rakennusprojekteissa toteutussuunnittelu, rakennusosien valmistaminen sekä rakennusvaihe työmaalla usein limittyvät aikataulujen ollessa varsin tiivistettyjä. Useimmiten elementtisuunnittelun ollessa vielä kesken, elementtitoimittaja haluaa tietoa elementeistä tuotannosuunnitteluun varten, rakentaja haluaa tietoa elementtien asennusta sekä runkoaikataulun tekemistä varten. [2, s.4.]

Kun elementeistä tiedetään elementtityypit ja niiden sijainnit voidaan suunnitella karkealla tasolla asennus ja toimitus järjestyksiä. Laatomalla samanlaisista elementeistä vain yksi elementtipiirustus vähentää se elementtisuunnittelijan työtä, sekä myös helpottaa elementtien sarjatuotannon suunnittelua. [2, s.4.]

Elementtien nimeämisessä on suositeltavaa käyttää nykyaikana yleistynyttä termiä ”kaksoisnumerointi”, jolloin kullekin elementille annetaan yksilöllinen tunnus ja elementin suunnittelun ja sen detaljien valmistuttua piirustuksen numero. Elementtikuvien nimeämisen perusteena oleva järjestelmä tulee sopia viimeistään elementtisuunnittelun aloituspalaverin yhteydessä. [2, s.4-5.]

Elementtien nimeämisessä voidaan käyttää taulukon 1 mukaisia elementtityyppien tunnuksia. Piirustusnumero yleensä koostuu numerosarjasta, jossa esitetään suunnitellun elementin asennuslohko, kerros jossa elementti sijaitsee sekä juokseva numerointi elementtityypeittäin.

Taulukko 1. Taulukossa kuvattuna yleisimmät elementtitunnusten lyhenteet käytettyinä eri elementeille [7]

Elementtityyppi	Elementti	Tunnus
Perustuselementit	Anturaelementti	A
	Pilariholkkielementti	PH
	Sokkelielementti (ei kantava)	AN
	Sokkelielementti (kantava)	AS
	Sokkelipalkki	AK

	Sokkeliruutuelementti (maanpaine)	AR
	Sokkelielementti (maanpaine, yksi kuori)	AV
	Tukimuurielementti	TKE
Pilari-elementit	Pilari	P(1
Seinäelementit	Väliseinä	V
	Väliseinä (seinämäinen palkki)	VSP
	Ruutuelementti (kantava)	S
	Ruutuelementti (ei kantava)	R
	Sisäkuorielementti (kantava)	SK
	Sisäkuorielementti (ei kantava)	RK
	Sisäkuorielementti (kantava, eriste + rappaus)	SKR
	Sisäkuorielementti (ei kantava, eriste + rappaus)	RKR
	Nauhaelementti (kantava)	NK
	Nauhaelementti (ei kantava)	N
	Kuorielementti	KE
Palkkielementit	Palkkielementti (teräsbetoni)	K
	Jännebetonipalkki (I-profiili)	I
	Jännebetonipalkki (HI-profiili)	HI
	Jännebetonipalkki (muut profiilit)	JK (2
Laatta-elementit	Laattaelementti (massiivilaatta, välipohja)	L
	Alapohjalaatta (massiivilaatta, eristetty)	EL
	Jännitetty laattaelementti	JL
	Ontelolaatta	O (3
	Ontelolaatta (lämpöeristetty)	O (3
	Ontelolaatta (REI190-palolaatta)	15O
	Ontelolaatta (REI120-palolaatta)	2O
	Ontelolaatta (yläpunoslaatta)	YO
	Ontelolaatta (kylpyhuonelaatta)	OK (4
	Kuorilaatta	KL
	TT-laatta	TT
	HTT-laatta	HTT
Parveke-elementit	Parveke-elementti	C
	Parvekelaatta-elementti	CL
	Jännitetty parvekelaattaelementti	JCL

	Parvepieli-elementti	M
	Parvekekaide-elementti	Z
	Parvekkeen kattoelementti	CX
	Jännitetty parvekkeen kattoelementti	JCX
Porraselementit	Porraselementti	T
Hissikuilun elementit	Hissikuiluelementti	HK (5)
	Hissikuilun pohjaelementti	HKA
	Hissikuilun yläpään elementti	HKY
Erikoiselementit	Hormielementti	H
	Erikoiskappale	..X (6)

Käytettävät elementtitunnukset on sovittava viimeistään ennen elementtisuunnittelun aloittamista, jotta projektin osapuolten välillä vältetään sekaannuksia.

2.4 Elementtisuunnittelun aikataulu

Rakennuttaja laatii projektiaikataulun, jonka pohjalta pääurakoitsija laatii työmaan yleisaikataulun. Yleisaikataulussa esitetään ajallisesti sekä taloudellisesti merkittävät tehtävät, tehtävien määrä riippuu hankkeen koosta sekä sen teknisistä ratkaisuista. Yleisaikataulussa tehtävät jaotellaan lohkoihin ja jaetaan osatehtäviin.

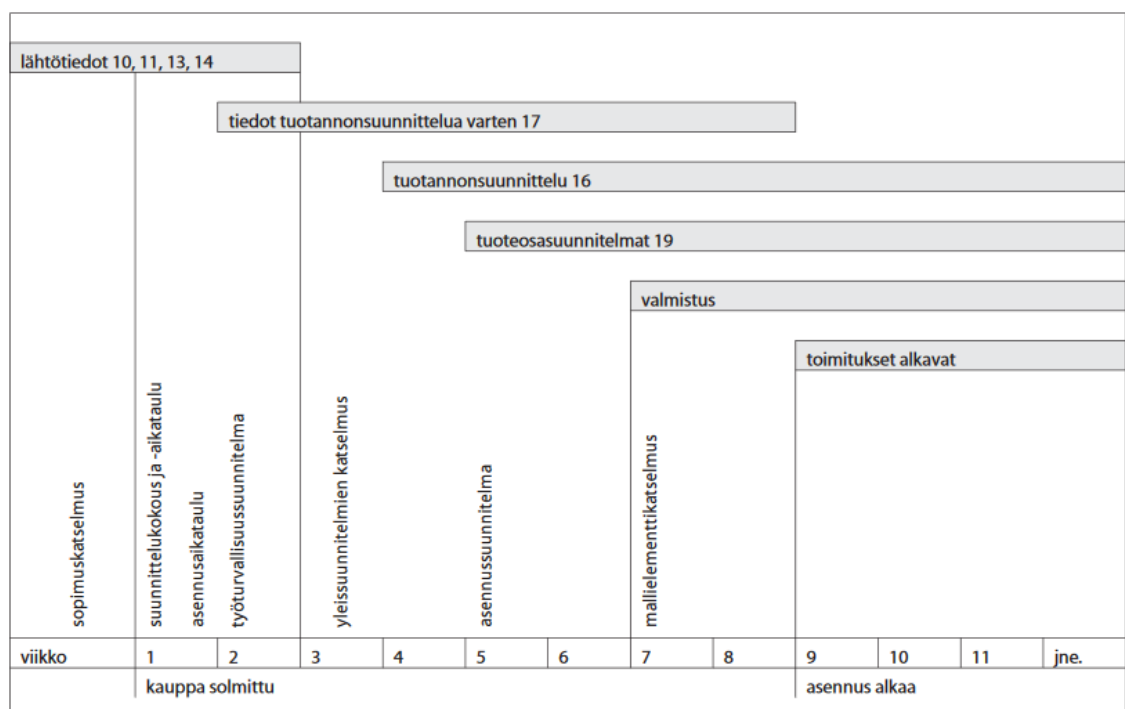
Elementtisuunnittelun tarvitsema aika täytyy sovittaa aiemmin laadittuun yleisaikatauluun. Hyväksytyjen elementtisuunnitelmien sekä -luetteloiden toimittamiselle laaditaan aikataulu, johon sovitaan piirustusten toimituspäivämäärät ja se hyväksytään elementtisuunnittelun aloituspalaverissa yhteisesti kaikkia sitovaksi. [5.]

Elementtisuunnittelun aikataulua tehdessä tulee ottaa huomioon elementtien sähköistysuunnittelun vaatima aika elementtipiirustusten valmistuttua elementtisuunnittelijalta. Sähköistyksen vaatima aika elementtisuunnittelun aikataulussa kannattaa ottaa puheeksi viimeistään aikataulua hyväksyttäessä elementtisuunnittelun aloituspalaverissa. [5.]

Jotta varmistetaan elementtisuunnittelun aikataulussa pysyminen, on lähtötietojen oltava kunnossa elementtisuunnitteluun liittyviltä eri osapuolilta. Lähtötietojen

varmistamiseksi ennen elementtisuunnittelua täytyy kohteen suunnittelijoiden sekä pääurakoitsijan pitää suunnitelma- sekä reikäkatselmus, joiden pohjimmaisena tarkoituksena on varmistaa elementtisuunnittelijalle luovutettavien lähtötietojen oikeellisuus.

Elementtisuunnittelun aikataulua laadittaessa kannattaa huomioida käytetäänkö elementtisuunnitelmien toimituspäivämäärille täsmällisiä päivämääriä vai riittääkö viikkotasolla määritelty aikataulu. Riippuen kohteesta vikkotasoinen aikataulu ei välttämättä ole riittävä sekä välitavoitteet voivat olla helpompi sopia tarkkoihin päivämääriin. [5.]



Kuva 1. Esimerkki elementtisuunnittelun ja valmistuksen ajoittamisesta [11]

Elementtisuunnittelun aikataulua laadittaessa työmaan alustava asennusjärjestys sekä asennussuunnitelma tulee olla kaikkien osapuolien tiedossa. Mikäli asennusjärjestykseen tulee muutoksia, täytyy sopia uudet välitavoitteet elementtisuunnittelun piirustusten laadinnalle sekä elementtien valmistusjärjestykselle. [5.]

Kuvassa 2 on esitettyä elementtisuunnittelun eri osapuolille oleelliset tehtävät toteutuksen mukaisessa numerojärjestyksessä alkaen rakennuttajan hankesuunnitteluvaiheesta.



Kuva 2. Rakennusprojektin eri tehtävät sekä vaiheet ja niiden järjestys kuvattuna [11]

Elementtirakenteiden suunnitteluun käytetty kokonaisaika on useimmiten suurempi verrattuna paikallavalurakenteiden suunnitteluun käytettyyn aikaan. Elementtisuunnittelun vaatimaa kokonaisaikaa pidentää erilaisten elementtiliitosten, detaljien ja varusteluiden suunnittelu. Elementtitekniikan ansiosta rakennusaika lyhenee verrattuna paikallavalurakenteisiin. [2, s.7.]

2.4.1 Elementtisuunnitteluun liittyvät aikataulut

Elementtisuunnitteluun liittyviä aikatauluja on riippumatta hankkeesta useita. Suurin osa aikatauluista liittyy joko eri valmisosien suunnitteluun tai työmaan aikataulusuunnitteluun. Elementtisuunnittelu tulee ajoittaa työmaan yleisaikatauluun nähden. Yleisaikataulun pohjalta luodaan tarkentavia työvaihe aikatauluja kuten runko aikataulu, sekä vielä tarkempi elementtien asennusaikataulu.

Elementtisuunnittelun aikataululle määritellään rajat työmaan yleisaikataulun mukaan, useimmiten työpäällikön ohjaamana. Haastatteluiden pohjalta elementtisuunnittelun aikataulun ohelle tulee myös antaa elementtien sähköistyksen suunnittelulle rajat sekä välitavoitteet. Elementtisuunnittelun aikataulussa esitetään lähtötietojen toimitus elementtisuunnittelijalle, päivämäärä jolloin elementtisuunnitelmien on oltava valmiit sekä toteuman seuranta.

Elementtien valmistus- ja toimitusaikataulut laaditaan elementtisuunnittelun ja yleisaikataulun pohjalta työpäällikön ohjaamana vastaavan työnjohtajan kanssa. Tärkeää on saada hyväksyntä elementtitoimittajalta molemmille aikatauluille. Työmaaorganisaation tekemänä tulee myös muut valmisosatoimittajien aikataulut kuten porras- ja hormielementtien, Petra- ja liittopalkkien sekä hissisuunnitelmien suunnittelu- ja toimitusaikataulut.

Viranomaisyhtymäyksille tulee tehdä kohteesta riippuen oma aikataulunsa, jossa käydään läpi esimerkiksi elementtisuunnitelmien ja lujuuslaskelmien hyväksyttäminen rakennusvalvonnassa. Muita mahdollisia hyväksyttäviä aiheita voi olla Kaupungin antamat kaavamääräykset ja katselmukset.

2.4.2 Aikatauluongelmat

Aikatauluongelmien ehkäisemiseksi tiedonkulku suunnittelun ohjauksesta vastaavan henkilön, suunnittelijoiden ja tuotannon henkilöstön välillä tulee olla mutkatonta ja läpinäkyvää. Mahdollisissa ongelmatilanteissa, ongelmaan johtanut syy on selvitettävä ja ratkottava niin, ettei aikatauluhäiriöitä pääsisi syntymään. Rakennushankkeille on tyypillistä käyttäytymistä, että sopimusteknisissä asioissa reklamoidaan muita osapuolia tarvittaessa. [17.]

Tyypillisimpiä aikatauluviiveisiin johtaneita syitä:

- Lähtötietojen puuttuminen elementtisuunnittelijalta
- Havaittujen ongelmien odotetaan ratkeavan itsestään
- Puutteellisten suunnitelmien jakelu
- Muutosten jälkeiset risteilytarkastukset suunnittelualojen välillä
- Suunnitteluresurssien käyttö ja niiden arvioiminen urakkalaskenta vaiheessa.

Useimmat aikatauluviiveet ovat ennalta ehkäistävissä, hyvällä aikataulutuksella ja elementtisuunnittelun ohjauksella. Kun varmistetaan lähtötietojen oikeellisuus, järjestetään tarvittavat suunnittelupalaverit sekä risteilytarkastelut ennen elementtisuunnittelun aloittamista on todennäköisempää, että työaikaisilta muutoksilta säästytään. [17.]

Lähtötietojen ollessa kunnossa elementtisuunnittelijan ei myöskään tarvitse käyttää aikaa puutteellisten asioiden selvittämiseen tai ratkaisemiseen, vaan aika voidaan käyttää elementtipiirustusten tekoon. Aina kun jo valmiita elementtisuunnitelmia joudutaan muokkaamaan, kyseinen resurssi on pois elementtipiirustusten tekemiseltä.

2.5 Elementtisuunnitelmien tiedonsiirto ja jakelu

Projektin osapuolten välisen tiedonsiirron tavoitteena on toimittaa kunkin osapuolen tarvitsemat tiedot oikea-aikaisesti, oikeassa tiedostomuodossa.

Elementtisuunnitteluun liittyviin tiedonsiirron ja jakelun menettelytavoista on sovittava hankekohtaisesti viimeistään elementtisuunnittelun aloituspalaverissa. Nykyaikana on

hyvin yleistä käyttää projektin osapuolille yhteistä projektipankkia, johon kunkin osapuolen laatimat suunnitelmat tallennetaan. Tiedonsiirrosta on sovittava tiedostojen tallennusmuoto, jotta tiedon vastaanottaja pystyy hyödyntämään tietoja mahdollisimman tehokkaasti. [11.]

Tiedonsiirrosta tulee sopia vähintään:

- Tiedon omistusoikeus
- Tiedon käyttöoikeus
- Vastuu tiedon oikeellisuudesta
- Tiedon talletuspaikka
- Tiedonsiirron muoto esimerkiksi piirustuksista sovittava mittakaava, lukumäärä, selostukset, luettelot, muutokset, tietomallit
- Tiedonsiirron järjestely, siirtoväline, tietojen jakelu, vastuuhenkilöt. Tiedot voidaan välittää tiedon tarvisijalle esimerkiksi paperitulosteina, sähköisinä tiedostoina (pdf, dwg), tietomallina.

[11]

Tietomallien yleistyttyä rakennusalalla viime aikoina tulee erikseen sopia tietomallien luovutussopimuksin ainakin seuraavat asiat:

- Sopimus osapuolet
- Käyttötarkoitus, johon tietomalli luovutetaan
- Tietomallin sisältämät tiedostoformaatit sekä toimitusten sisällöt
- Luovutusosoikeus jakaa tietomalli kolmansille osapuolille
- Korvauserusteet luovutukseen liittyen
- Luovutetaanko tietomalli määräaikaisesti vai pysyvästi
- Luovutetaanko tietomalli kertaluontoisesti vai säännöllisin väliajoin
- Tietomallin oikeellisuuden tarkastaminen luovutuksiin liittyen
- Tietomallin käyttämisen vastuurajojen määrittäminen
- Luovutetaanko tietomallista käyttöoikeus sekä immateriaalioikeudet tai vain toinen.

Tietomallien luovutussopimuksia varten SKOL RY ja ATL ovat laatineet luovutussopimus pohjan, joka löytyy SKOL RY:n sivustolta [4].

Tietomallintamisen myötä on mahdollista poistaa rakentamisprosessin perinteisiä tiedonkulkuun ja -hallintaan liittyviä ongelmia. Tietomalleissa voidaan suorittaa eri suunnittelualojen välisten suunnitelmien törmäystarkastelut. Myös reikä- ja varauspiirustusten kierto on helpottunut tietomallintamisen myötä. [2, s.5.]

Ongelmakohtia, joita tutkimuksen aikana saatiin haastatteluista ovat avattuna luvussa 4.2.

3 Elementtisuunnitteluprosessi

Jo usean kymmenen vuoden ajan elementtirakentamisessa on ollut keskeisimpinä kehityskohteina suunnittelusopimukset, suunnittelu ja suunnittelunohjaus, suunnittelun lähtötietojen varmistaminen, suunnittelu-aikataulut ja suunnittelulle sopiva kesto, suunnittelun oikea-aikaisuus sekä järjestys suunnittelualojen välillä. [1, s.34.]

Suunnittelijoiden vastuunjako

Suunnittelija vastaa suunnittelemiensa ratkaisuiden oikeellisuudesta toteutettavuuden, toiminnallisuuden ja kestävyys-suhteen. Suunnittelun tilannut henkilö tai organisaatio huolehtii suunnittelun vaatimien lähtötietojen hankinnasta sekä muiden suunnittelualojen suunnittelutyöstä jotka ovat rajattu suunnittelutoimeksiannon ulkopuolelle. [11.]

Suomen rakentamismääräyskokoelma määrittelee:

"erikoisalan kokonaisuudesta vastaavan suunnittelijan on oman suunnittelutehtävänsä lisäksi huolehdittava siitä, että erillistehtävinä laaditut rakenteiden, rakennusosien tai järjestelmien suunnitelmat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden." [24.]

Päärakennesuunnittelijan tehtäviin useimmiten kuuluu:

- Rakennuksen kokonaisvakavuus
- Kantavien rakenteiden varmuus
- Rakenteiden palonkestävyys
- Muut lujuutta ja varmuutta edellyttävät rakenteet
- Pohjarakenteiden ja kantavien rakenteiden yhteistoiminta
- Rakennuspaikan kuivatus
- Rakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta
- Käyttöikämitoitus [4].

Rakennusprojekteissa elementtisuunnittelijan ja vastaavan rakennesuunnittelijan työnjako määräytyy hankekohtaisesti suunnittelusopimuksen liitteenä olevan tehtävälueen mukaan. Elementtisuunnittelu.fi-sivustolla on esitettyä tavanomaisille projekteille suunnittelun tehtävänjaot.

Lähtötietoina rakennesuunnittelija toimittaa vähintään esityksen liitoksista, jotka välittävät rakennuksen jäykistäviä voimia. Tällaisia liitoksia ovat kaikki perustusten eri liitokset, alapohjan, kantavien seinä- ja väliseinäelementtien väliset eri liitokset, palkkien liitokset, väli- ja yläpohjien liitokset, runkorakenteisiin kiinnitettävät parvekerakenteet ja niiden liitokset sekä rakenteiden turvallisuuteen liittyvät liitostyyppit. [22, s.23.]

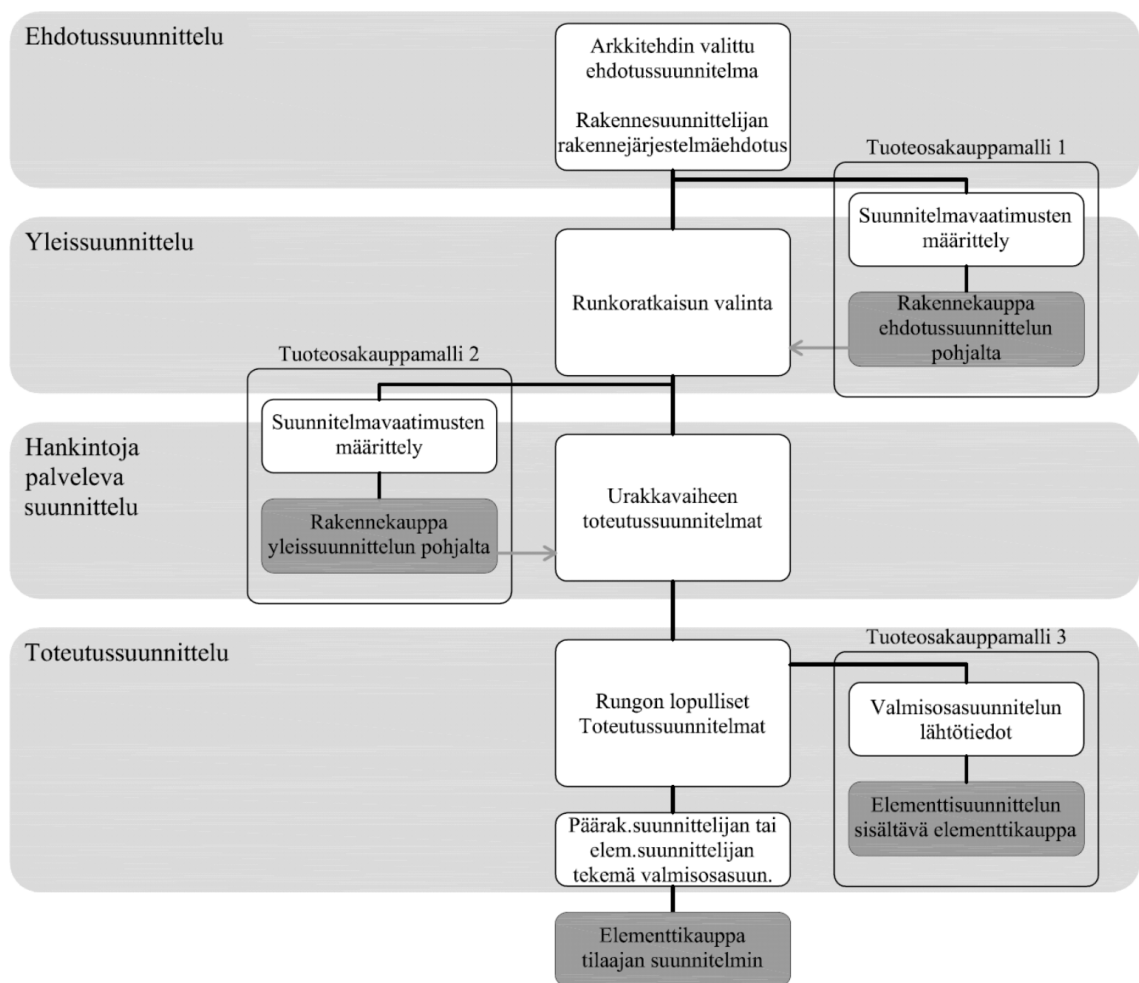
Alla olevassa taulukossa esitettynä tehtäväjako päärakennesuunnittelijan sekä elementtisuunnittelijan välillä. Taulukon periaatteena on, että kukin suunnittelija suunnittelee sekä myös mallintaa laskemansa rakenteet ja liitokset. [2, s.12-13.]

Taulukko 2. Päärakenne- ja elementtisuunnittelun välinen tavanomainen työnjako. [4]

Päärakennesuunnittelija	Elementtisuunnittelija
<ul style="list-style-type: none"> • Käytettävä mitoitusnormisto • Kokonaisstabiiliteetilaskelmat ja jäykistysvoimia välittävät liitokset. • Rungon työnaikainen kokonaisvakavuus • Kuormitustiedot ja vaatimukset • Reikäti tietojen antaminen ja reikien sijoittelun koordinointi • Paikallavalurakenteet • Tyypielementit • Rakennusfysikaalinen suunnittelu • Tyypiliitokset • Koordinoi ja yhteen sovittaa eri valmisosasuunnittelijoiden työtä • Riittävä elementtien rakenteellinen tarkastus • Viranomaishyväksyntä • Asennussuunnitelman tarkastus ja hyväksyntä • Suunnitteluratkaisujen työturvallisuudesta huolehtiminen • Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje rakenteiden osalta • Rakenteellisen turvallisuuden riskien arviointi 	<ul style="list-style-type: none"> • Lähtötietojen yhteensopivuuden varmistaminen • Elementtien lujuuslaskelmat (murto- ja käyttörajatila, onnettomuusrajatila, palotila) • Jäykistysvoimia välittämättömät liitokset. • Kaikki elementtien valmistus-suunnitelmat • Elementtien liitos- ja asennusdetaljit • Yksittäisten elementtien asennusaikainen vakavuus ja tuentasuunnitelmat • Turvalaitteiden vaatimat tartunnat • Elementtikaaviot • Elementti- ja valutarvikeluettelot • Elementtien vaatimat tartunta-suunnitelmat • Asennussuunnitelman tarkastus ja hyväksyntä tarvittaessa

Tuotesakaupamallit 1, 2 ja 3, ovat yksi tapa jakaa suunnitteluvastuuta kolmansille osapuolille. Niitä voidaan soveltaa kohteissa joiden suunnittelu ei ole täysin valmista sekä halutaan käyttää valmisosarakentajan osaamista ja lähtötietoja hyödyksi suunnittelun muodossa. Kuvassa 3 esitettyinä eri tuotesakaupamallien ajankohdat suhteessa suunnitteluvaiheisiin. [4.]

Lähteestä elementtisuunnittelu.fi [4] on luettavissa lisää liittyen valmiiden mallien käytöstä elementtikauppojen vaikutuksesta suunnitelmien valmiuteen liittyen. Sivustolla esitettyinä tarkemmin tuotesakaupamallit 1-3 sekä elementtikauppa tilaajan toimittamin suunnitelmin.



Kuva 3. Hankinta-ajankohdan perusteella jaotellut elementtikaupamallit [10]

3.1 Toiminnot ja tehtävät

Rakennushankkeen eteneminen määritellään toimintoina. Kullekin sopimusosapuolelle kuuluu toimintoja, jotka koostuvat tehtävistä. Tehtävien tarkoituksena on tuottaa tietoja muiden osapuolten toimintoja varten. Elementtirakentamiseen liittyvät toiminnot ovat rakennuttaminen, rakentaminen, pää-, arkkitehti-, rakenne-, tuoteosa-, talotekninen suunnittelu. Lisäksi betonielementtien asentaminen, käyttö ja ylläpito ovat elementtirakentamiseen liittyviä toimintoja. [11.]

Toimintoja on avattuna eri osapuolille kuuluvien tehtävien mukaan luvussa 2.1. Osapuolet.

3.2 Lähtötiedot

Lähtötiedot ovat materiaalia ja asiakirjoja, joita toinen suunnittelija tarvitsee tehdäksensä omat työtehtävänsä. Elementtisuunnittelijan lähtötiedot tulevat pääosin pääsuunnittelijalta, arkkitehdiltä, rakenne- ja päärakennesuunnittelijalta sekä pääurakoitsijalta. Edellä mainitut suunnittelijat toimittavat laatimansa suunnitelmat ja suunnitteluasiakirjat, suunnittelun ohjausta vetävän henkilön ohjaamana elementtisuunnittelijalle.

Muiden suunnitteluprosessiin liittyvien osapuolten toimintoja sekä niiden riippuvuuksia keskenään tai omiin toimintoihin ei tunneta. Osapuolten välillä ei välttämättä myöskään mielletä, mikä tieto suunnitelmiin liittyen on kullekin taholle oleellista, vaan painotetaan vain itselle tärkeitä tietoja. Näin ollen, jonkun muun osapuolen kannalta merkittävät asiat saattavat jäädä vähemmälle huomiolle. [22, s.16.]

Jokainen suunnittelija toimittaa elementtisuunnittelijalle viimeistään elementtisuunnittelun aloituspalaverissa selvityksen laatimiensa suunnitelmien suunnittelutilanteesta sekä millä ohjelmalla suunnitelmat on toteutettu.

Opinnäytetyön liitteenä Lähtötietolomake (Liite 3), jossa on kuvattuna Excel-taulukossa tarkistuslista muodossa osapuolilta kerättävät lähtötiedot elementtisuunnittelua varten. Lähtötietolomaketta avattuna enemmän luvussa 4.3.3.

3.2.1 ARK

Elementtisuunnittelu vaiheen alkaessa arkkitehti toimittaa elementtisuunnittelijalle lähtötietoina mitoitettut tasopiirustukset, korkomerkinnoilla varustetut julkisivu- ja porrashuonepiirustukset. Lisäksi yksityiskohtaisemmat parvekepiirustukset, detaljipiirustukset, kynnyisleikkaukset kaikista ovityypeistä, ikkuna- ja ovikaaviot. Huoneselostukset, rakenteiden pintakäsittelyt sekä huoneselitykset.

Korkomerkinnot eri rakennetyyppien rajapintoihin, sekä poikkeaviin rakenteisiin. Mikäli elementtisuunnittelijan puolelta tulee myös elementtien sähköistyksen suunnittelu, täytyy elementtisuunnittelijalle toimittaa lisäksi kalustepiirustukset.

3.2.2 RAK

Elementtisuunnittelu vaiheen alkaessa rakennesuunnittelija toimittaa elementtisuunnittelijalle suunnittelussaan käyttämän normiston, työselostuksen, tehtävänjaon rakenne- ja elementtisuunnittelijan välillä, rakennusvalvonnan käytännöt suunnitelmiin liittyen, mitä aineistoja viedään rakennusvalvonnalle, missä muodossa sekä kenen toimesta.

Lisäksi rakennesuunnittelija toimittaa elementtirakenteiden työselityksen, kohteessa käytettävät rakennetyyppileikkaukset, rakennedetaljit sekä elementtien liitosdetaljit. Mitoitettut tasopiirustukset ja reikäpiirustukset, korkomerkinnoilla varustetut julkisivukaaviot sekä leikkauskuvat rakennuksesta. Rakennesuunnittelija suunnittelee tyyppielementit, elementtisuunnittelun kannalta on kannattavaa suunnitella tyyppielementeiksi kohteeseen tulevia elementtejä, eikä käyttää esimerkiksi vanhan kohteen elementtikuvia.

3.2.3 Pääurakoitsija

Pääurakoitsija toimittaa elementtisuunnittelijalle kommentit laskentapiirustuksiin, työmaan tarvitsemat lisäykset elementtisuunnitelmiin, työmaahan liittyen työmaan aluesuunnitelman, lohkojaon ja asennusjärjestyksen, nosturin kapasiteetti tiedot sekä elementtiasennussuunnitelman. Elementtisuunnittelua varten tulee myös toimittaa hissi- ja hissipiirustukset ja muiden valmisosien toimittajien suunnitelmat, mikäli ne ovat sillä hetkellä tiedossa.

3.2.4 LVIS-suunnittelijat

LVIS-suunnittelijat toimittavat elementtisuunnittelijalle tasopiirustukset, merkinnät reikäpiirustuksiin (rakennesuunnittelijan kautta), LVI-suunnittelijalta hormien lähtötiedot (arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kautta), laitetiedot ja niiden aiheuttamat kuormat, mahdolliset energia- tai liikennelaitoksen kiinnikkeet, jotka tulee julkisivuun.

LVIS-suunnittelijoiden suurin osa lähtötiedoista tulee elementteihin tehtävien reikä- ja varaustietojen pohjalta. Reikäsuunnitelmien toteutumista valvottaessa suunnittelunohjaukseen kannattaa käyttää suunnitteluvaiheessa aikaa, jolloin säästytään työmaalla tehtäviltä muutoksilta elementteihin.

3.2.5 Reikäkierto ja varaukset

Elementtirakentamisessa etuna on, että esimerkiksi talotekniikkaa varten tehtävät reiät ja varaukset saadaan valmistettua elementteihin jo elementtitehtaalla. Rakennesuunnittelun ja LVIS-suunnittelun yhteistoiminnalla sekä mallintamisen ollessa riittäväällä tarkkuudella tehtynä saadaan sovitettua yhteen rakenteet ja talotekniset järjestelmät. [2.]

Reikä- ja varaussuunnittelun etuna mallinnettaessa on se, että suunnitteluprosessin aikana voidaan suorittaa törmäystarkasteluja tarkastelemalla eri suunnittelualojen tietomalleja keskenään visuaalisesti. Reikäsuunnittelun onnistunut toteutuminen edellyttää vähintään päärakennesuunnittelijalta betonielementtien valmistustekniikan ja toiminnan tuntemista, jonka vastuulla on reikäsuunnittelun koordinointi. [2, s.5.]

Läpivientien ja varausten reikäkierto tapahtuu yleisesti päärakennesuunnittelijan toimittamiin työpohjiin tai rakennemalliin. LVIS-suunnittelijat merkitsevät heidän tarvitsemat läpiviennit sekä varaukset toimitettuihin suunnitelmiin. LVIS-suunnittelijat palauttavat rakennesuunnittelijalle joko kuviin merkityt tiedot tarvitsemistaan läpivienneistä tai reikävarausmallin. Kunkin varauksen kohdalle tulee merkata suunnittelijan nimikirjoitus sekä muokkauspäivämäärä. [21, s.47.]

Päärakennesuunnittelija tarkastelee läpivientien ja varausten sijainnin rakenteellisesti sekä sen onko kyseiset reiät mahdollisia toteuttaa. Ennen kuin reikä- ja varauspiirustukset voidaan lähettää elementtisuunnittelijalle, ne on tarkistettava ja hyväksyttävä päärakennesuunnittelijalla. [21, s.47.]

3.2.6 Suunnitelmakatselmus

Suunnitelmakatselmus tarkoittaa menettelyä, jonka periaatteena on saada sopijaosapuolten välillä todetuksi suunnitelmien sisällön oikeellisuus sekä suunnitelmien valmius töiden aloittamisen näkökulmasta. Suunnitelmakatselmuksella pyritään vähentämään suunnitelmien aiheuttamia epäselvyyksiä, ristiriitoja sekä puutteita ja niiden myötä aikatauluongelmia. [18.]

Suunnitelmakatselmuksia pidetään projektin eri vaiheissa, pääurakoitsijan kutsumina. Ennen elementtisuunnittelun alkamista on varmistuttava suunnitelmien ja eri osapuolien lähtötietojen oikeellisuudesta, tästä syystä suunnitelmakatselmus on pidettävä hyvissä ajoin ennen elementtisuunnittelun alkua. [18.]

3.2.7 Risteilypalaveri

Suunnitelmakatselmusten ohella on tärkeää järjestää risteilypalaverit eri suunnittelualojen välillä. Risteilypalavereiden tarkoituksena on paikantaa mahdollisia päällekkäisyyksiä ja ristiriitaisuuksia suunnitelmista. Palaverit pyrkivät ohjaamaan suunnittelua niin, että toteutussuunnitelmat olisivat tuotannon ja työmaan kannalta mahdollisimman toteuttamiskelpoiset, kustannustehokkaat ja turvalliset. [20, s.20.]

3.3 Turvallisuus

Valtioneuvoston asetus rakennustyönturvallisuudesta 205/2009:

”Elementtirakentamiseen liittyvien suunnitelmien on oltava kirjallisina työmaalla. Rakennesuunnittelijan on annettava toteutuksesta vastaaville elementtien asennussuunnitelman laadintaa varten riittävät tiedot elementtien asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta ja lopullisesta kiinnittämisestä siten, että rakenteellinen vakavuus säilyy kaikissa asennustyön vaiheissa. Lisäksi on annettava tiedot elementtien turvallisuudesta nostosta ja käsittelystä sekä työnaikaisista asennustasoista, suojakaiteista ja muista turvallisuuslaitteista ja niiden kiinnittämisestä. Rakentamiseen liittyvissä geoteknisissä suunnitelmissa on otettava huomioon nostolaitteista ja elementtien varastoinnista aiheutuvat väliaikaiset kuormat.” [23]

Haastatteluiden perusteella elementtisuunnittelua aloitettaessa huomioon otettavia asioita ovat kaidepuut ja niiden suunnitteleminen elementtityypeittäin. Valmistasojen käyttö tehdasvalmisteisina esimerkiksi hissikuilujen valmistasot, ostaako työmaa tasot asennettuna tehtaalta vai asennetaanko tasot työmaalla. Vemot valjaiden kiinnitystä varten ja niiden sijainti sekä määrä.

Suunniteltavien elementtien painot ja muodot elementtiasennuksen turvallisuuden kannalta. Elementtien tulee olla asennettavissa yhdellä nosturilla painon suhteen, sekä vältettävä ”kirveenmuotoisia” elementtejä, vaan esimerkiksi oviaukon molemmille puolille tulee asennettavuutta ajatellen suunnitella kannas. Elementtejä nostettaessa nousun tulee tapahtua pystysuorassa, varastoinnin ja asennuksen kannalta elementtien sisä- ja ulkokuoren alapinnan tulisi olla samassa tasossa.

Käännettävissä elementeissä olevat käsittelyankkurit esimerkiksi hormit ja parvekkeet, tulee varmistaa käsittelyankkureiden sijainti ja riittävä mitoitus elementeille. Mikäli elementtien asennuksessa tulee noudattaa tiettyä järjestystä, vaikka ontelolaattoja asennettaessa deltapalkkien päälle, tulee kyseinen asennusjärjestys ilmetä elementtisuunnitelmista.

4 Tutkimuksen tuotos

4.1 Tutkimuksessa käytettyjen menetelmien kuvaus

Tutkimusvaiheessa suoritettavat haastattelut suoritettiin yksilö- ja ryhmähaastatteluina Peab Oy:n toimitiloissa sekä ulkopuolisen insinööritoimiston tiloissa. Haastateltavina henkilöinä olivat Peab Oy:n pääkaupunkiseudun asuntorakentamisen yksiköstä Tuotantopäällikkö, Projektipäällikkö, Työpäällikkö, Vastaava työnjohtaja sekä ulkopuolisen Insinööritoimiston toimitusjohtaja.

Haastattelut painottuivat elementtisuunnitteluun liittyvien ongelmakohtien kartoittamiseen ja kehityskohtien esiin tuomiseen. Haastatteluissa pyrittiin keräämään kohteesta riippumattomia elementtisuunnittelun vaatimia lähtötietoja, sekä kokouskäytäntöjä.

Tuotannon puolen henkilöstön haastatteluilla haluttiin kartoittaa yrityksen elementtisuunnittelun ohjaamisen ja laadunvarmistusdokumenttien nykytilanne ja kehityskohtia aiemmin tehtyjen rajausten pohjalta sekä selvittää työturvallisuuteen ja kustannustehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ja ratkaisuita.

Teoriatutkimusta suoritettaessa tutkittiin elementtisuunnitteluun liittyviä tietoja pääosin internetistä sekä yrityksen käytössä olleista tiedostoista. Lähteinä käytettiin aiheeseen liittyviä opinnäytetöitä, sivustoa elementtisuunnittelu.fi, RT-kortistoa sekä muita rakennusalan julkaisua.

4.2 Haastatteluiden pohjalta havaitut elementtisuunnittelun ongelmat

4.2.1 Lähtötiedot

Puutteet eri osapuolten toimittamissa lähtötiedoissa. Puutteet johtavat suunnitelmien korjauksiin, jotka ovat usein urakan ulkopuolista työtä elementtisuunnittelijalle. Ongelmaksi myös muodostuu se, ettei kukaan osapuolista ole halukas maksamaan kyseisiä muutostöitä elementtisuunnittelijalle.

Muutokset jo valmiisiin elementtisuunnitelmiin aiheuttavat myös kustannuksia elementtisuunnittelijalle.

Jotta voitaisiin varmistaa elementtisuunnittelun sujuva eteneminen, tulisi lähtötietojen keräämistä eri suunnittelijoilta ohjata elementtisuunnittelun ohjauksesta vastaavan henkilön toimesta. Ideaalinen tilanne elementtisuunnittelun kannalta olisi, että lähtötiedot kaikilta osapuolilta olisi hyväksytty sekä lyötäisiin lukkoon viimeistään elementtisuunnittelun aloituspalaverissa. Tällöin varmistettaisiin urakan ulkopuolisten maksuerien jääminen pois sekä ettei elementtisuunnittelu katkea puutosten tai muutosten takia.

Yhdeksi ongelmaksi haastatteluissa nimettiin elementtitehtaan valinnan ajoittaminen. Mikäli elementtitehdasta ei saada valittua ennen elementtisuunnittelun alkamista, ei saada kierrätettyä tyyppielementtikuvia tai ensimmäisten elementtien lappukuvia elementtitehtaalla kommentoitavana. Kun elementtikuvia ei olla saatu kierrätettyä elementtitehtaalla kommentailla voi myöhemmin tulla ongelmaksi tehtaan tottumuksista johtuen, jotkin elementteihin määritellyt teräs- tai rakennusosat sekä niiden käyttö. Lisäksi ongelmia voi ilmetä mahdollisesti elementtien tuotantotapoihin liittyen.

Elementtikuvien valmistuttua eniten muutoksia kuviin tulee liittyen reikä- ja varausmuutoksiin. Suurin osa näistä muutoksista olisi ennalta ehkäistävissä perusteellisella lähtötietojen suunnittelulla sekä risteilypalaverissa. Itse reikälinjat eivät risteä keskenään, vaan esimerkiksi rei'istä kulkeva tekniikka risteää muun tekniikan tai rakenteiden kanssa, jolloin reikälinjoja on suunniteltava uudelleen.

Perusteellisella lähtötietojen ja reikäkuvien tarkastelulla ehkäistään työmaalla tapahtuvaa reikien muokkausta, joiden kustannukset useimmiten kasvavat hyvin suuriksi. Elementtirakentamiselle on tyypillistä, että kerrostalokohteissa usein arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan pohjakuvat eroavat vain ensimmäisessä ja viimeisissä kerroksissa, jolloin havaittaessa puutteita elementtisuunnitelmissa voidaan vielä vaikuttaa tulevien kerrosten elementtisuunnitelmiin, mikäli elementit eivät vielä ole siirtynyt tuotantoon.

4.2.2 Elementtisuunnittelun aikataulun pitävyys

Elementtisuunnittelun aikataulua suunniteltaessa tulee huomioida kohteen elementtisuunnitteluun käytettävä realistinen aika. Riippuen tehdyistä suunnittelusopimuksista, voi elementtien sähköistyksen suunnittelu kuulua elementtisuunnittelun tilanneelle taholle, kuulua osaksi elementtisuunnittelu-urakkaa tai usein sähköistyksen suunnittelu on ketjutettuna elementtisuunnittelua suorittavan toimiston puolesta kolmannelle osapuolelle erillisenä urakkana.

Haastatteluiden pohjalta selvisi tilanteita, joissa elementtisuunnitelmat olivat toimitettu sähköistyksen suorittavalle taholle päivämäärällä, jolloin elementtisuunnitelmat oli tarkoitus lähettää elementtitehtäälle. Tämän kaltainen tilanne olisi ehkäistävissä kutsumalla sähköistyksen suunnittelusta vastaava henkilö elementtisuunnittelun aloituspalaveriin, jossa elementtisuunnittelun aikataulu hyväksytään kaikkia osapuolia sitovaksi. Lisäksi elementtisuunnittelun aikatauluun voi tarvittaessa lisätä välitavoitteet sähköistykselle.

Elementtisuunnittelun ohjauksesta vastaavan henkilön tulee perehtyä koko kohteen elementtisuunnitteluprosessin ajan sen hetkisiin suunnitelmiin sekä piirustuksiin. Tarvittaessa suunnittelunohjaajan vastuulla on kutsua koolle suunnitelmakatselmuksia sekä palavereja, jotta suunnittelualojen välillä olevat ongelmat saadaan ratkottua.

Ennen elementtisuunnittelun aloittamista pidetyissä suunnitelmakatselmuksissa ja risteilypalavereissa sovitut asiat sekä vastuuhenkilöt ja korjaustoimenpiteiden aikataulut, ja niiden toteutumista tulee valvoa osana lähtötietojen toteutumista. Suunnitelmakatselmuksissa sovitut ja hyväksytyt asiat tulee kirjata ylös, jotta myöhemmin säästytään konflikteilta.

4.2.3 Tiedonkulku

Tiedonkulku osapuolten välillä voi olla välillä haastavaa, etenkin jos jonkin asian ratkaisemiseen tarvitaan päätöksiä useammalta taholta. Suunnittelunohjauksella on ratkaistavissa suurin osa ongelmista, tarvittaessa järjestettävä suunnitelmakatselmus suunnittelunohjauksesta vastuussa olevan henkilön ohjaamana tai reklamoituva vastuullista osapuolta.

Yhdeksi ongelmakohtaksi J.Sund kertoi haastattelussaan, että rakennesuunnittelun ja elementtisuunnittelun ollessa eri toimijoilla (tilaajan suunnitelmilla kilpailutettava elementtisuunnittelu), on huomattavissa toimintatapojen ja suunnittelu tottumusten erilaisuus suunnittelijoiden välillä. Esimerkiksi rakennemallin ja lähtötietojen oikeellisuus tulee tarkistaa ennen elementtisuunnittelun aloittamista elementtisuunnittelun ollessa erillisenä kokonaisuutena, mikäli niissä on puutteita, joudutaan ne korjaamaan ennen elementtisuunnittelun aloittamista.

Vaihtoehtoisesti jos rakenne- ja elementtisuunnittelu teetetään samalla taholla, voidaan jo rakennesuunnittelua tehtäessä tehdä elementtisuunnittelua silmällä pitäen hyödyllisiä ratkaisuita kuten hyväksi havaittujen rakennedetaljeiden ja -tyyppien käyttö. Tällöin elementtisuunnittelua aloitettaessa voidaan siirtyä suoraan elementtipiirustusten tekoon, kun rakennesuunnittelun lähtötietoja ja rakennemallia ei tarvitse tarkastaa ja oikeellisuutta kyseenalaistaa.

4.3 Uudistetut prosessit

Opinnäytetyön alkuvaiheessa yrityksen henkilöstön kanssa päätettiin kehityskohdiksi elementtisuunnittelun ohjaamisen kehittäminen. Yrityksen sen hetkiset elementtisuunnittelun kokous- ja katselmuspohjat olivat lähinnä valmispohjia, joista puuttui oleellisia läpikäytäviä asioita. Tai vastaavasti pohjat olivat niin vanhoja, etteivät ne vastanneet nykyajan käyttötarpeita.

4.3.1 Prosessikaavio

Elementtisuunnittelun ohjaamista varten yritykselle haluttiin luoda prosessikaavio elementtisuunnittelun alkuvaiheen ohjaamiseksi. Prosessikaavion tarkasteltavaksi aikaväliksi valittiin elementtisuunnittelun aloituspalaverin ja tehdaskatselmuksen välillä tapahtuvat vaiheet. Prosessikaavio on opinnäytetyön liitteenä numero 1.

Prosessikaaviossa on kuvattuna eri sopimusosapuolet omina riveinään

- Arkkitehti
- Rakennesuunnittelija
- LVIS-suunnittelijat

- Pääurakoitsija
- Tilaaja
- Elementtisuunnittelija
- Elementtitoimittaja.

Prosessikaavioon liittyvät tehtävät ovat kuvattuna ajallisesti vasemmalta oikealle. Mahdolliset riippuvuudet osoitettu nuolilla prosessikaavion tehtävien välillä. Vastuuhenkilöt ovat kuvattuna vasemmalla sekä tehtävälaatikot ovat sijoitettuna vastuullisen henkilön riville.

Prosessikaavion rinnalle luotiin työmaaorganisaatiolle oma elementtisuunnitteluun liittyvä työmaakaavio, jonka tavoitteena on ohjata nuorempia toimihenkilöitä prosessikaavion ohella heidän tehtävissään elementtisuunnitteluun liittyen. Työmaakaavio on opinnäytetyön liitteenä 2.

Työmaakaaviossa esitettynä projektin elementtisuunnitteluun liittyvät tuotannon henkilöt

- Työpäällikkö
- Vastaava työnjohtaja
- Tuotantoinsinööri
- Runkomestari.

4.3.2 Elementtisuunnittelun aloituspalaveri

Elementtisuunnittelun aloituspalaverin järjestäminen on useimmiten pääurakoitsijan vastuulla sekä samoin aloituspalaveria varten valmistettava aloituspalaverimuistio ja varsinaisen palaverin vetäminen. Monesti puheenjohtajana toimii työpäällikkö sekä sihteerinä tuotantoinsinööri. Aloituspalaverimuistion valmistelu työpäällikön ohjaamana.

Aloituspalaveriin osallistuu lähtökohtaisesti kaikki elementtisuunnitteluun liittyvät sopimusosapuolet. Haastatteluiden perusteella havaittiin myös erittäin tärkeäksi, että elementtien sähköistyksen suunnittelija osallistuu palaveriin, jotta esimerkiksi elementtisuunnittelun aikataulun välitavoitteet pystytään sopimaan kaikkia sitoviksi.

Aloituspalaveri-pohjaa lähdettiin rakentamaan siltä kannalta, että palaverissa käytäisiin elementtisuunnitteluun liittyvät asiat läpi tärkeysjärjestyksessä. Myös sen takia, että

palaveri on ajallisesti pitkä, toivottiin tuotannon puolen henkilöstön suunnalta tärkeiden asioiden painottamista alkupuolella, jotta keskittymiskyky ei herpaantuisi tärkeissä asioissa. Elementtisuunnittelun aloituspalaveri -lomake on opinnäytetyön liitteenä numero 4.

4.3.3 Lähtötietolomake

Aloituspalaveriin valmistautumisen ohelle luotiin Lähtötietolomake Excel-pohjalle (liite 3), jossa on esitettynä haastatteluiden pohjalta kerättyjä lähtötietoja, jotka tulisi esittää ennen elementtisuunnittelun aloittamista. Lähtötietolomakkeen avulla voidaan ohjata ja varmistaa osapuolten lähtötietojen oikeellisuutta ja toteutumista. Lähtötietolomakkeen tarkoituksena on tarvittaessa toimia lähtötietojen tarkastuslistana, mikäli kohteen elementtisuunnittelutoimistolla ei ole esittää omaa lähtötietovaatimuslistausta elementtisuunnitteluun liittyen.

Tarkistuslistassa esitetään Excel-taulukossa tiedon tuottaja, tiedon tarve ja mahdollisesti tarkentavat huomiot tarkkuustasoon liittyen sekä tiedon esitysmuoto. Tarkistuslista on jaoteltuna Excel-taulukon erillisille välilehdille osapuolten mukaan, jotka toimittavat lähtötietoja. Välilehtinä taulukossa on lähtötietolistaukset arkkitehdiltä, rakennesuunnittelijalta, LVIS-suunnittelijoilta sekä pääurakoitsijalta.

Luvussa 3.2. Lähtötiedot on lueteltuna osapuolittain toimitettavat lähtötiedot, sen lisäksi lähtötietolomakkeeseen kerättiin haastatteluiden perusteella tarpeelliseksi huomattuja lähtötietoja. Tällaisia lähtötietoja ovat esimerkiksi pääurakoitsijan puolesta toimitettavat työaikaiset läpiviennit kuten kulkuaukot porrashuoneiden välillä, keskuspölynimurin sekä työaikaisten vesien ja sähköjen reitit.

Lisäksi pääurakoitsijan tulee kertoa haluamansa toteutustavat elementtien asennukseen liittyen, kuten elementtisaumojen toteutustapa käytetäänkö saumojen täyttöihin pystysaumapumppausta vai yläkauttavalettavia saumoja, elementtien tuentoihin liittyen elementtitukien vemojen sijainti esimerkiksi parvekelaatoissa sekä pilarielementtien tuentatapa.

Suurin osa toimitettavista lähtötiedoista tulee arkkitehdiltä sekä rakennesuunnittelijalta, jolloin niiden lähtötietojen tarkastamiseen tulee kiinnittää etenkin huomiota. Monesti suunnitelmista saattaa puuttua osia esimerkiksi julkisivukaavioista sisäänvedettyjen

parvekkeiden kohdissa, koska lupakuivissa ei ”piiloon” jääviä osia tarvitse esittää. Jotta saavutettaisiin haluttu lopputulos, tulee esittää myös piilojulkisivut lähtötietoina.

Elementtisuunnittelun aloituspalaveriin valmistautuminen

Mikäli elementtitoimittaja on valittu ennen elementtisuunnittelun aloituspalaveria, tulee myös heidän edustajien osallistua aloituspalaveriin. Elementtitoimittajan puolesta aloituspalaveriin valmistautumisen tärkeimmät kohdat ovat tyyppielementtipiirustuksiin tutustuminen ja elementtien tuotantotapojen esiin tuonti.

Tyyppielementteihin perehtymisellä ja tarkastamisella pyritään vähentämään elementtisuunnittelun aikana tapahtuvia muutoksia, sekä vähentämään elementtisuunnittelu pöydällä tapahtuvaa suunnittelusopimuksen ulkopuolista työtä. Varsinkin jos elementtitoimittaja on päätetty ennen elementtisuunnittelun aloittamista, tulee heidän antaa omat kommenttinsa tyyppielementtikuvuihin liittyen sekä ennen elementtisuunnittelun aloittamista ehdottaa haluamistaan muutoksista piirustuksiin.

4.3.4 Tehdaskatselmus

Tehdaskatselmukseen osallistuu

- Arkkitehti
- Rakennesuunnittelija
- Pääurakoitsija
- Elementtisuunnittelija
- Elementtitoimittaja
- Tilaaja.

Tehdaskatselmuksen valmistautuminen

Tarvittaessa kohteeseen tulevista elementtipinnoista voidaan valmistaa noin yhden neliömetrin kokoiset mallipalat. Tilaaja tai arkkitehdit voivat haluta mallipalat normaaleista poikkeavista elementtipinnoista kuten struktuuri-, pesubetoni-, pestyt väribetoni- sekä hiotut väri- ja betonipinnat. Mallipalojen tarve ja määrä tulee sopia elementtisuunnittelun aloituspalaverin yhteydessä. Mallipalojen valmistuksesta vastaa

elementtitoimittaja sekä pääurakoitsijan vastuulla on mallipalojen hyväksyttäminen tarvittaessa rakennusvalvonnassa.

Elementtisuunnittelijan vastuulla ennen tehdaskatselmusta, on suunnitella annettujen lähtötietojen perusteella valmistettavat mallielementit sekä toimittaa suunnitelmat elementtitehtaalle elementtisuunnittelu aikataulun mukaisesti.

Pääurakoitsijan vastuulla on katselmuksen järjestäminen, katselmuspaikan määrittäminen, mikäli katselmusta ei pidetä valmistavalla elementtitehtaalla. Katselmukseen valmistautuminen työmaan henkilöstön kesken sekä katselmusmuistion valmistelu.

Elementtitehdas valmistaa elementtisuunnittelussa määritellyt mallielementit tehdaskatselmusta varten. Tehdaskatselmuksen yhteydessä suoritetaan tehdaskierros, jossa perehdytään elementtejä valmistavaan tehtaaseen, sen muottikalustoon ja tuotantotapoihin sekä varastointitapoihin ja laadunvarmistusmenetelmiin.

Elementin tarkastuslomake, läpikäytävät asiat

Tehdaskatselmuksessa tarkastettavia elementtejä varten luotiin tehdaskatselmuspohjan (liitteenä numero 5) ohelle elementin tarkastuslomake. Tarkastuslomakkeessa on esitettyä seuraavat asiat;

Valmistetun elementin päämitat, aukot ja varaukset sekä niiden sijainti ja koko, elementteihin kiinnitettävät varusteet ja rakennusosat sekä sijainnit. Detaljit kuten liitokset, saumalenkit, kuljetustuet, peltinostot, viisteet ja pyöritykset, tuuletusurat sekä -reiät.

Pintoja tarkastettaessa suunnitelmien mukaisuus, pinnan laatu, mahdolliset värivirheet, halkeamat tai lohkeamat, muotin purkamisen jälkeiset jälkityöt.

Elementteihin käytetyt materiaalit esimerkiksi, betonin seosaineiden tiedot ja peitepaksuus, eristemateriaalit niiden tiiveys ja suojaukset, elementteihin kiinnitettävien varusteiden ja rakennusosien materiaalitiedot ja suunnitelmien mukaisuus, elementeissä käytetty puutavara kyllästetty vai kyllästämätön.

Turvallisuuteen vaikuttavat asiat elementtien paino ja muoto, nostolenkit ja käsittelyankkurit sekä niiden koko ja sijainti suhteessa suunniteltuihin, putoamissuojaukset elementtityypeittäin. Sekä tehtaalla suoritettava testinosto, jossa tarkastellaan elementin nousemista pystysuorassa.

5 Johtopäätökset

5.1 Saavutettiin tulokset

Hyvät lähtökohdat tutkimukselle antoi opinnäytetyöksi sopiva aihe, elementtisuunnittelun ohjauksen kehittäminen, joka sopi yrityksen viime aikaiseen kehitystyön tyyliin. Yrityksen sisällä on pyritty luomaan projektien välille yhteneväisiä toimintamalleja. Yrityksen edustajat mainitsivat tutkimuksen alussa seuraavan kaltaisia tavoitteita:

- Yhteistyön kehittäminen pääurakoitsijan ja elementtisuunnittelijan välillä
- Työturvallisuuden huomioiminen elementtisuunnittelua tehtäessä
- Pääurakoitsijan vaatimusten päätyminen elementtisuunnitelmiin.

Tutkimuksen tuotoksena luotujen lomakepohjien toimivuutta ei voida mitata ennen kuin asiakirjoja on päästy käyttämään jossakin yrityksen alkavassa projektissa. Tällä hetkellä kuitenkin on luotuna elementtisuunnittelua varten käytettävät muokattavat pohjat, joita voidaan muokata ja täydentää huomattaessa lisää kehityskohtia. Työn pohjimmalsena tarkoituksena on kuitenkin ohjata uusia toimihenkilöitä elementtisuunnitteluun liittyvissä tehtävissä, joten kattavat pohjat luultavimmin tulee tarpeeseen.

5.2 Johtopäätökset ja yleistyksiset

Lähtötietojen ollessa hyvin suuressa osassa elementtisuunnittelun sujumuuden ja onnistumisen kannalta, jos mahdollista olisi suositeltavaa käyttää kohteen rakenne- ja elementtisuunnitteluun samaa suunnittelutoimistoa. Näin ollen lähes puolet

elementtisuunnittelun lähtötiedoista tulee jo saman suunnittelutoimiston sisältä, sekä he kykenevät ohjaamaan rakennesuunnittelua elementtisuunnittelun kannalta edulliseen suuntaan.

Nykyaikana tietomallinnuksen ollessa suuressa osassa suunnittelukokonaisuuksia, tulee varmistaa etenkin rakennesuunnittelijan lähtötietojen oikeellisuus tietomallissa.

5.3 Jatkotutkimusehdotukset

Mallintamisen lähtötiedot

Haastatteluita sekä tutkimustyötä tehdessä huomattiin, että elementtisuunnittelun lähtötietojen laatu on sisällöltään erilaista suunnitteluprosessin pyöriessä tietomallissa. Tietomallipohjaisissa lähtötiedoissa tulisi tarkastella eri osakomponenteille annettujen tietojen sekä rakennemallin oikeellisuutta.

Tarkasteltavia lähtötietoja olisi näin ollen esimerkiksi elementtien liitokset toisiinsa ja risteäkö liitokset, komponenteille syötetyt tiedot kuten betonirakenteiden materiaalitiedot.

Tällä hetkellä yrityksen sisällä tietomallinnukseen liittyvän kehityksen ollessa vielä aluillaan, olisi yrityksen elementtisuunnittelun ohjauksen kehittämisen kannalta kannattavaa perehtyä myös tietomallipohjaisen elementtisuunnittelun prosessiin sekä lähtötietojen tarkastamiseen.

6 Yhteenveto

Suunnittelunohjaus tulee aloittaa pääurakoitsijan puolelta hyvissä ajoin ennen elementtisuunnittelun aloittamista. Jotta piirustuksiin saadaan tuotua tuotannon kannalta hyväksi havaitut ratkaisut, tulee rakennesuunnittelijan tekemää suunnittelutyötä ohjata jo alkuvaiheessa rakennustyyppien ja -detaljien muodossa.

Kustannusten hallinnan kannalta tulee antaa tiukat rajat suunnittelulle, esimerkiksi käytettävät rakenteet, materiaalien käyttö, pintojen laadut, sekä puuttua lähtötietojen ja tyyppielementtien oikeellisuuteen.

Elementtisuunnitteluun liittyy monta osapuolta, jotka eivät välttämättä ole sopimussuhteessa keskenään, jolloin koordinoitaessa elementtisuunnittelua tulee osata vaatia muilta osapuolilta heidän tehtäviinsä kuuluvien tietojen toimittamista oikea-aikaisesti. Elementtisuunnittelun lähtötietojen tulisi olla valmiit ja tarpeeksi laajasti esitetty ennen elementtisuunnittelun aloittamista, jolloin varmistettaisiin elementtisuunnittelun onnistuminen laadullisesti ja ajallisesti.

Mikäli suunnittelu ja suunnittelunohjaus ovat hoidettu huolellisesti ennen elementtisuunnittelun alkamista vähennetään virheiden määrää elementtisuunnitelmissa. Mitä vähemmän virheitä elementtisuunnitelmiin päätyy, sitä vähemmän muutoksia tarvitsee toteuttaa työmaalla. Yleensä työmaalla tehtävien muutosten kustannukset nousevat korkeiksi ja aiheuttavat aikatauluun häiriöitä. Työmaalla on useasti kiire, jolloin aikatauluihin tulevat häiriöt voivat vaikuttaa myös välittömästi tai välillisesti useisiin työvaiheisiin.

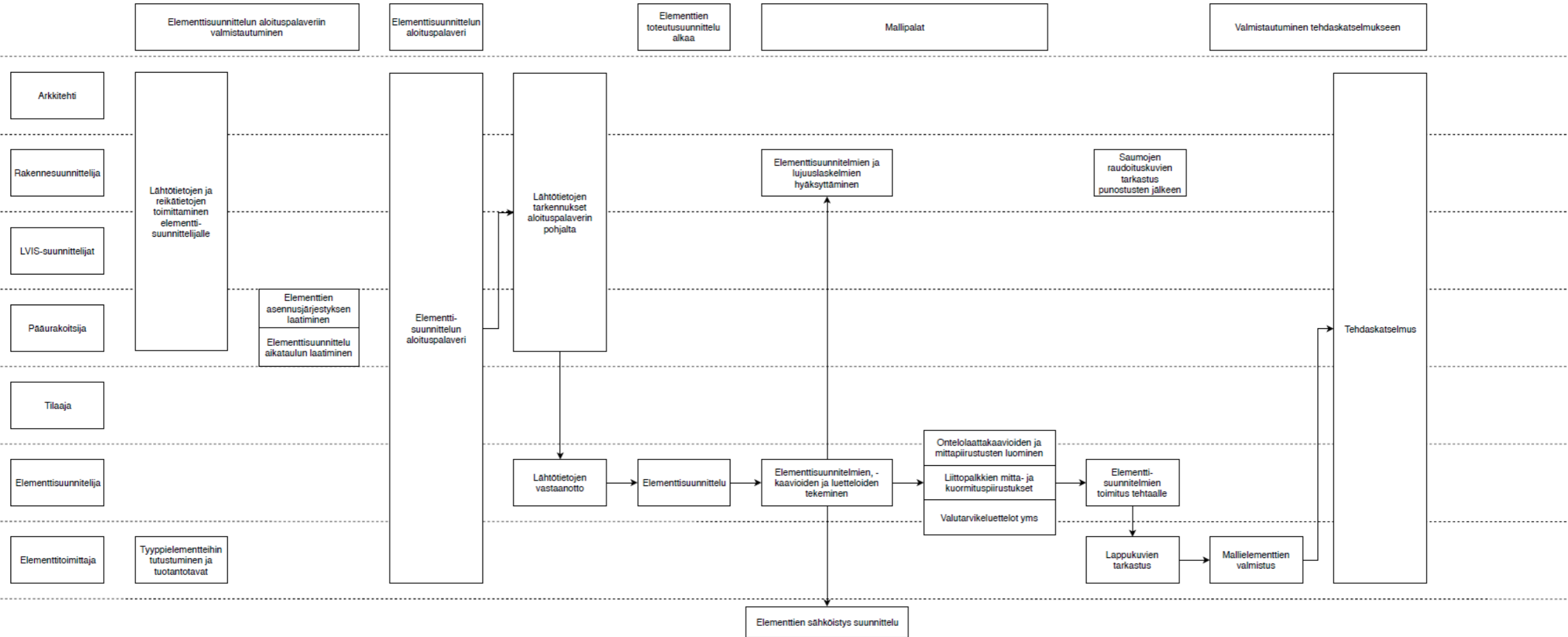
Kaikki hyvät tai kustannustehokkaat suunnitteluratkaisut eivät välttämättä päädy suunnitelmiin, niiden ollessa vain jonkun yksittäisen henkilön tai muun osapuolen tiedossa. Näin ollen kommunikointia yrityksen henkilöstön välillä sekä hankkeen osapuolten välillä tulisi pyrkiä parantamaan. Luomalla elementtisuunnittelun ohjauksen käyttöön lomakepohjia ja listoja, joita voidaan muokata ja täydentää jatkossa, on pyritty parantamaan juuri ratkaisuiden päätymistä suunnitelmiin sekä helpottamaan osapuolten välistä kommunikointia.

Lähteet

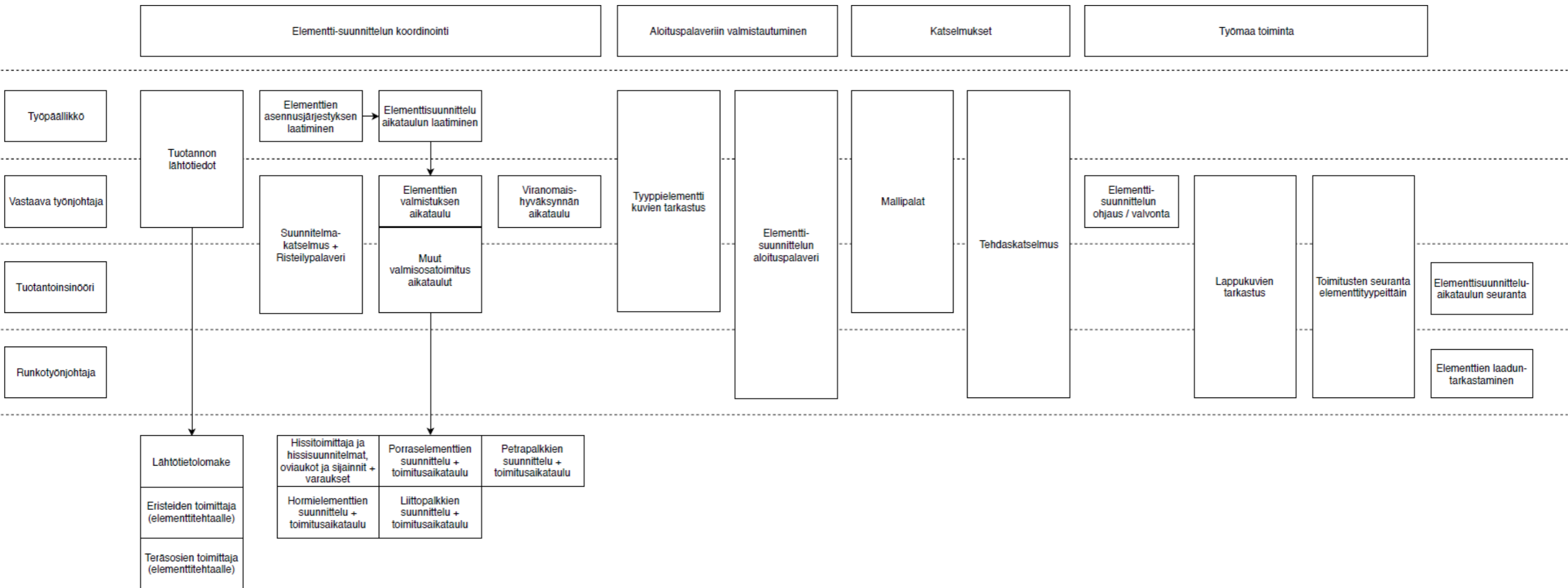
- 1 Runko re-engineering,
<https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2222.pdf#search=runko%20re%20engineering> (luettu 16.5.2019)
- 2 BES2010 A3 Suunnitteluprosessi (luettu 14.6.2019)
- 3 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen> (luettu 26.5.2019)
- 4 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>
(luettu 26.5.2019)
- 5 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus>
(luettu 26.5.2019)
- 6 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/elementtityoselostus>
(luettu 26.5.2019)
- 7 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/elementtitunnukset> (luettu 26.5.2019)
- 8 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus> (luettu 26.5.2019)
- 9 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/suunnitteluasiakirjat>
(luettu 26.5.2019)
- 10 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/tuoteosakauppa> (luettu 26.5.2019)
- 11 RT 10-10995 Valmisosarakentamisen tiedonhallinta (luettu 20.7.2019)
- 12 RT 10-11108 Pääsuunnittelun tehtäväluettelo PS12 (luettu 20.7.2019)
- 13 RT 10-11109 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK12 (luettu 20.7.2019)
- 14 RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18 (luettu 20.7.2019)
- 15 RT 10-11011 Rakennesuunnittelijan työturvallisuustehtävät (luettu 20.7.2019)
- 16 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120404.pdf> (luettu 20.7.2019)

- 17 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100203.pdf> (luettu 20.7.2019)
- 18 http://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2014-09-30_karriviojahankalimmatsopimustilanteet-ja-niiden-valttaminen.pdf (luettu 21.7.2019)
- 19 <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/rakenne-ja-elementtisuunnittelu/> (luettu 21.7.2019)
- 20 Menna Juuso, 2017, Toteutussuunnitelmien tarkastuslistat. Insinööriyö (luettu 16.7.2019)
- 21 Tenar Tomingas, 2013, Alihankintaprosessi elementtisuunnittelussa. Insinööriyö (luettu 16.7.2019)
- 22 Houni Kielo, 2018, Betonielementtisuunnitteluprosessin puutteet tuotesakaupassa. Ylempi AMK, Insinööriyö (luettu 16.7.2019)
- 23 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205> (luettu 21.7.2019)
- 24 RakMk A2, Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat määräykset ja ohjeet 2002, s.4 (luettu 21.7.2019)

Prosessikaavio



Työmaakaavio



Lähtötietolomake

Arkkitehti

Suunnittelutilanne
Suunnitteluohjelma

Mitoitetut tasopiirustukset 1:50

Kantavien pystyrakenteiden mitat ja sijainnit
Kantavien seinälinjojen keskiömitoitus
Sokkelilinja suhteessa 1.krs seinälinjaan
Julkisivujen päämitat
Kaikki +korkeudet (lepotasot, sekä kaikki vähäiset poikkeamat)
Ovi- ja ikkuna-aukkojen vaakamitoitus (huom. Elementin aukon koko)
Ikkunapenkkiä korkeudet, ikkunan koko
Seinän keskiölinjoihin sidottu elementtimitoitus
Mitoitettu vesikattopiirustus, mittalinjat sidotaan alemman kerroksen
ulkoseinälinjoihin
Porrashuoneen mitoitus, jossa myös porras ja kerrostasolaatta on mitoitettu

Alaslasketut katot
Kantavan alapohjan alustatilan luukut

Julkisivupiirustukset 1:100 tai 1:50

Kohtisuorat projektiot kaikista julkisivun osista (myös piilojulkisivut)
Maanpinnankorko rakennuksen vieressä
Sokkelipintojen korot
Sokkelielementtien, julkisivuelementtien ja räystäään yms. Korot
Pystymitoitus sidottuna +korkoihin
Korkeusasemat, ovi- ja ikkuna-aukkojen pystysuuntainen
mitoitus, esim parvekeovet määrittää aukon yläreunan jne
Pintamateriaalit yksityiskohtaisesti mitoitettuna
Erilaiset ulkopinnat, niiden mitoitus
Laattapintojen limityskaaviot elementtikohtaisesti (ei peilikuva limityksiä)
Ullakkotilan tai kevytsorakaton mahdolliset tuuletusreiät
Vesipeltien ylösnostojen varaukset
Näkyvien saumojen mitoitus
Elementtisauman leveys
Pystysaumojen viisteet / lyijykynäpyöritykset
Korkomerkitöjen sijainti leikkaus / detaljikuviissa elementtisuunnittelijan
haluamiin paikkoihin
Julkisivuun liittyvät erityiskohdat, esim. aukotukset, säleiköt, reiät, katokset,
pellitysnostot urineen, lipputangot mitoitettuna julkisivuihin
Tuuletusputket
Ovikellojen pohjat
Avainputket jne.

Porrashuonepiirustus 1:20

Porrashuoneen mitoitus, jossa myös porras on mitoitettu
Kerrostasolaatan yksityiskohtainen mitoitus
Kaiteiden mitoitus

Parvekepiirustus 1:20

Kallistukset
Parvekkeiden vedenpoistot / kaivot / järjestelmät -> sijainti
Kaiteiden mitoitus
Parvekkeen laattaelementtien mitoitus

Lähtötietolomake

Detaljipiirustukset 1:5, 1:10

Ovi- ja ikkunadetaljit, myös teräsovet ja -ikkunat

Räystäädetalji

Erialaisten julkisivupintojen liittyminen toisiinsa, julkisivujen rajapinnat sekä niiden sijainnit

Eri julkisivumateriaalien liittyminen sokkeliin

Kulmat, nurkat, viisteet, smyygit, päästöt, mahdolliset betonikuorien viistoukset

Raitisilmaventtiilien liittymät mittoineen

Porrasdetaljit

Saumadetaljit, kittaukset / täytöt

Yleisesti yläreunojen korkeusasemat

Parvekedetaljit

Lasitukset, kaiteet

Näkyvät elementtipinnat

Kynnysleikkaukset 1:5

Parvekelaatta / huoneistojen lattia

Huoneiston lattia / KPH ja WC

Huoneiston lattia / porrashuone

Porrashuoneen ulko-ovi ym. Ulko-ovet

VSS:n ovi

Teräsrakenteet

Katokset

Kaiteet

Koristeet

Ulokeparvekkeet

Ikkuna- ja ovikaaviot

Karmimitat

Aukkomitat

Sovitusvarat

Savunpoistoikkunat, -luukut

Pintakäsittelyt

Maalattavat pinnat

Parvekelaattojen ylä- ja alapintojen käsittelyt

Huoneselitys

Kalustepiirustukset

Sähkösuunnitelmia varten

Lupakuvat ja niiden käyttö elementtisuunnittelun lähtötietona

Korkomerkinnot

Poikkeavat rakennetyypit esim. laattatyypin vaihtuu (ontelolaatta / pintalaatta -> tasopiirustusten osalta)

Rakennetyyppien rajapinnat. Tarvittaessa jos on poikkeavia rakenteita esim. kantava ulkoseinä eri suuntaan niin kohdat oltava mietittynä ennen elementtisuunnittelun aloitusta sekä niiden rajapinnat

Graafiset betonit yms.

Lähtötietoihin saumoitukset mukaan -> rakennesuunnittelija / ES toimittaa arkille

Lähtötietolomake

saumajaon -> arkki liittää kuvioinnit elementteihin (samoin tiililaatoissa)
Lähtötietona julkisivukaaviot ja esim käytettävät materiaalit (tiililaatat yms.)

Ikkuna- ja ovidetaljien toimivuus
Aukkodetaljien tarkkuus -> esim. parman paksurappaus ja sen toimivuus käytännössä liitosten kanssa

Porrasmääräykset -> kiinteäporras IVKH:seen
2018 alussa muuttuneet paloluokat -> esimerkiksi varastojen välipohjiin palolaatat vai palovilla
Aukkomitoitus -> ikkunakoko ja ikkunapenkin koko
Aukkojen ristiinsovitus arkkipohja, rak-pohja, ikkunakaavio

Tieto piirustusten oikeellisuudesta, saako dwg:stä mitata

Rakennesuunnittelija

Suunnittelutilanne
Suunnitteluohjelma

Käytetty normisto

Tehtävänjako suunnittelijoiden (RAK / ES) välillä

Rakennusvalvonnan käytännöt, mitä aineistoa viedään ja miten

Elementtirakenteiden työselitys

Rakennetyypileikkaukset

Liittyvät rakenteet (parkkihallit yms, jotka vaikuttavat rakennusjärjestykseen) rak.suun. Lähtötietona liikuntasaumalla erotetut rakenteet

Julkisivukaaviot

Elementtityypit ilman numerointia
Sokkelielementtien korkeus ja alapinnan korko
Elementtien pystymitoitus sidottuna +korkoihin
Elementtijako, seinäelementit sekä laattaelementit (RAK vai ES)
Tuuletusputket

Tasopiirustukset 1:50

Runkomitoitus

Tasopiirustukset, kantavat pystyrakenteet ja korkeusasemat

Tasopiirustukset, kantavat vaakarakenteet ja korkeusasemat

Kantavien seinien ja pilareiden paksuudet (huom. Paloluokat)

Kuormitustiedot

Poikkeavat kuormat, esitystapa (törmäys, tiilien kannatus)

Laataston kuormat

Kuormien siirtyminen rakenteissa

Jäykistyskuormat yms

Vääntökestävyydet, saumaraudoitukset

rak.suunnittelijalta

Ontelo- ja kuorilaattojen sekä seinäelementtien elementtijako

Laattaelementtien paksuudet ja alapinnan +korkeudet

Leikkaus- ja detaljimerkinnät

Lähtötietolomake

Betoni ja teräspalkit pitkien aukkojen ja varausten kohdalla
Parveke-elementtien kiinnityskohdat
Parvekeputkien ja -saranoiden sijainti ja profiili
Ulokeparvekkeet
Putket
Putkien terästuet
Ontelolaattojen saumaterästen vaarnatappien määrä
Sokkelin tuenta
1.krs kivien tuenta

Leikkaukset 1:10, 1:20

Perustus- ja alapohjaleikkaukset
Perustuspiirustukset, kantavat rakenteet ja korkeusasemat
Kulkuaukot alapohjassa teletilat yms
Välipohjaleikkaukset
Yläpohjaleikkaukset
Erikoisleikkaukset mm. katosten, kaiteiden, koristeiden ym. Vaatimat kiinnikkeet ja varaukset elementteihin

Elementtien liitosdetaljit 1:10, 1:5

Parvekkeen laattaelementin kiinnitys rakennuksen runkoon, pieliseiniin ja pilareihin
Porras- ja lepotasolaatan tuenta ja kiinnitys
Ulkoseinäelementtien kiinnitys väli- ja yläpohjalaatastoon
Sokkelielementtien kiinnitys alapohjalaatastoon ja anturoihin
Liitokset, neopreenit yms
Korkolappujen materiaalin määrittäminen

Reikäpiirustukset 1:50

Tarkistettu rakenteellisesti, ontelolaattojen rei'itys ohjeiden mukainen
Kaikki reiät ja varaukset (myös lämpönousut mitoitettu)
betoniseinäpinoista (ei ikkunapielistä eikä tiiliseinäpinoista)
Mitat ja korkeusasemat
Kolottavat viemärivaraukset mm. lattiakaivot merkitty ja mitoitettu
Kuurilaatastoon mitoitukseen vaikuttavat viemäriinjat
Ontelolaatastojen syvennyksien mitoitus
Alustatilan tuuletusputkien reiät
Alustatilan kulkuaukot
Salaojien vaatimat varaukset

Mahdolliset työaikaiset vedenpoistoputket -> hormit yms
Ilmanvaihtodetaljit

Rakennedetaljit

Liitokset
Perustusdetaljit
Välipohjadetaljit
Deltapalkkien liitosdetaljit
Yläpohjadetaljit

Hormien päät vesikatolla 50mm ylempänä
Elementtien suojaus

Kittaukset / täytöt

Lähtötietolomake

Saumat -> elementtidetaljeissa kittaus + saumanauha, tuuletusputket
Kuoirelementtien terästuet (vinotuet vesikatolla -> tilantarve)
Rakenteiden toimivuus
Ikkuna- ja ovidetaljien toimivuus

Lähtötietoja

Porrasmääräykset -> kiinteäporras IVKH:seen
Kantavat seinät ja niiden pystysiteet -> ripustus- tai toteutustapa ja sen selvitys
Lenkkien koko -> saumateräkset ja niiden paksuus
2018 alussa muuttuneet paloluokat -> esimerkiksi varastojen välipohjat palolaatat vai palovilla
VSS paikallavaluna vai elementteinä
Ikkunoissa bitumihuopa

Tyyppielementit

Saranat, pielet, kuorien kiinnitykset -> tyyppielementteihin
Parvekkeiden vedenpoistot / kaivot / järjestelmät -> sijainti
Tyyppielementteihin valjaiden kiinnityspiste parvekelaatan pohjaan

LVI-Suunnittelija

Suunnittelutilanne
Suunnitteluohjelma

Tasopiirustukset 1:50

Merkinnät reikäpiirustuksiin

Reiät ja varaukset (koko ja sijainti) reikäpiirustusohjeen mukaan mitoitettuna
Seiniin tulevat korvausilma-, yms. venttiilit ja -säleiköt, tyytit, sijainti ja koot yksiselitteisesti merkittynä
Parvekkeiden vedenpoistot / kaivot / järjestelmät -> sijainti
Sewatek-luettelo

Hormien lähtötiedot

Laitetiedot, (kuormat)

Sähkösuunnittelija

Suunnittelutilanne
Suunnitteluohjelma

Tasopiirustukset 1:50

Alapohjan reikävaraukset
Hissien sähkösyötöt jne

Merkinnät reikäpiirustuksiin

Reiät ja varaukset reikäpiirustusohjeen mukaan mitoitettuna
Reikäpiirustukseen merkittävä taulun pohjan tyyppi, mikäli se asennetaan kantavaan seinään
Seiniin tulevat ovipuhelin-, puhelin- ja antennikaappien varaukset on merkittävä reikäpiirustuksiin

Mahdolliset energia- tai liikennelaitoksen kiinnikkeet ulkoseiniin

Lähtötietolomake

Pääurakoitsija

Kommentit laskentapiirustuksiin

Deltat, petrat, hormit, portaat...

Vesi- ja lämpöjohtojen runkolinjojen lävistyksset ja niiden toteutustapa, holkeilla vai yhdellä isolla varauksella (huomioitava reikäpiirustuksissa)

Sewatekit jne

Elementtien liitosdetaljit

P4X käyttö jne

Tyypielementit

Elementtiselitys

Elementtitehtaan kommentit laskentapiirustuksiin

Työmaan aluesuunnitelma

Nosturitiedot

Nostokapasiteetti

Asennusjärjestys

Rungon asennusjärjestys -> elementtisuunnitteluakataulu

Elementtiasennussuunnitelma

Tiedot reikäpiirustuksiin merkityistä rei'istä jotka tehdään työmaalla

Työmaan tarvitsemat lisäykset elementtipiirustuksiin

Mahdolliset työaikaiset vedenpoistoputket -> hormissa / porrashuoneessa yms

Keskuspölynimurin reitti? Työaikaiset sähköt yms -> läpiviennit

Rakennushissit / telineet -> kiinnityspisteet julkisivussa

Työaikaiset porrashuoneiden väliset kulkuaukot

Parvekkeiden tuennat parvekelaatan pohjalla / makkarassa jne

Pilarelementtien asennus kahdella sivulla vemot vai alapään pultit

Elementtisaumat -> pumppusauma / yläkautta valettavat

Elementtisiteet / lenkit

Hormien yläpäätsä vesikatolla 50mm onteloita ylempänä

Elementtien suojaus

Kantavat seinät ja niiden pystysiteet -> ripustus- tai toteutustapa ja sen selvitys

Lenkkien koko -> saumateräkset ja niiden paksuus

Aukkojen alapintojen tukiteräkset -> terästen mitoitus, niin ettei ole tappikolon edessä

Hissipiirustus

Kuormitustiedot

Varaukset ja kiinnikkeet

Oviseinän liittymät betonirakenteisiin

Kuilun pystymitoitus

Porraselementtien toimittaja

Porraselementtien mittapiirustus

Kuormitustiedot

Lähtötietolomake

Porraselementtien liitosdetaljit

VSS-piirustus

Läpiviennit ja muut varaukset mitoitettu
VSS paikallavaluna vai elementteinä

Sähkömerkinnät elementtipiirustuksiin

Merkintöjen tekijä (suunnittelija / urakoitsija)
Mahdolliset työmaasähkövaraukset

Elementtitehtaalle toimitettava ajo-ohjeet yms muu logistiikka sovittava

Lisä- ja muutostyöt

Tarvittavat viittaukset rakennuttajan kosteus selvitykseen aloituspalaverissa

Kustannustehokkuuden parantaminen suunnittelunohjauksella

Normaalien raudoitteiden määrä

Aukkojen yläpuolten raudoitukset

Yli- / aliraidoitettut rakenteet

Jännitetyt parvekkeet -> jännittämättömät parvekkeet

Katastrofikuormien ratkaisut

Seinäkengät

Verkotukset

Materiaalien käyttö

Rosteriraidoitteiden määrä -> RST muutos

peitepaksuutta lisäämällä

Eristeet -> Mineraalivilla / SPU

Rakennetyyppimuutokset

Nostolenkkien materiaali

Hitsausliitosten läpikäynti, Työmaahitsaukset -> pulttiliitoksiksi

Työmaan näkökulma liitoksiin (tyyppielementtien osalta hitsaukset / pultit yms.)

Elementtisuunnittelun aloituspalaveri

(Kohteen nimi)

(Aika sekä paikka)

Osallistujat (Nimi, Yritys, Läsnäolo)

Pääurakoitsija

Työpäällikkö
Vastaava työnjohtaja
Tuotantoinisinööri
Runkomestari

Tilaaaja

Projektipäällikkö
Valvoja

Suunnittelijat

Arkkitehti, Pääsuunnittelija
Päärakennesuunnittelija
LVI-suunnittelija
Sähkösuunnittelija
Elementtien sähköistyksen suunnittelija

Elementtisuunnittelija

Päaelementtisuunnittelija
Kohteen elementtisuunnittelija

Elementtitoimittaja

Omistaja / tuotantopäällikkö

Liittyvien henkilöiden yhteystietoluettelo liitteeksi.

1. Kokouksen avaus

2. Lähtötiedot sekä suunnittelutilanne

2.1 *Suunnitelmaakatselmus / risteilypalaveri pidetty*

Huomiot

2.2 *Tuotannon lähtötiedot / suunnittelutilanne*

Huomiot

2.3 *Arkkitehdin lähtötiedot / suunnittelutilanne*

Huomiot

2.4 *Rakennesuunnittelijan lähtötiedot / suunnittelutilanne*

Huomiot

2.5 *LVI-suunnittelijoiden lähtötiedot / suunnittelutilanne*

Huomiot

2.6 *Sähkösuunnittelijan lähtötiedot / suunnittelutilanne*

Huomiot

3. Tyypielementit

- X
- X
- X
- Liittopalkit jne

Materiaalit

- Raudoitteet, Eristeet, Teräsosat

Suojaus

- Sandwich-elementtien pehmeiden eristeiden suojaus elementtikuviin

(Elementtien viimeistely tehtaalla)

- Saumamassan alustan puhdistus, ikkunapenkit yms läpikäynti, tuuletusurat ja -reiät läpikäynti

4. Elementtityöselostus, -detaljit

5. Suunnittelijoiden asiat

5.1 ARK

5.2 RAK

5.3 LVIA

5.4 Sähkösuunnittelija

5.5 Elementtisuunnittelija

5.6 (Sähköistyksen suunnittelija)

6. Elementtitoimittajan asiat

Elementtitehtaan laadunvalvonta toimenpiteet / menettelyt

7. Tuotannon asiat

7.1 Työturvallisuus

- Elementtien painot / muodot
- Nostolenkit
- Nostot, elementtien nousu suorassa
- Elementtien ulko- ja sisäkuoret samassa korossa (asennus sekä varastointi)
- Käsittelyankkurit, sijainti ja koko
- Putoamissuojaukset tyyppielementteittäin
- Työaikaiset / väliaikaiset tuennat
 - o Kuorilaatat
 - o Deltapalkit, asennusjärjestys
 - o Spesiaalikivet
- Liitokset, asennusjärjestys
- Liittyvät rakenteet

7.2 Laadunhallinnan toimenpiteet

(täytetään vastaamaan elementtityöselostusta)

7.3 Mallielementit

7.4 Elementtien asennus

- Elementtitukien vemojen sijainti (esim parvekelaatoissa)
- Kivien väliset asennusriippuvuudet
- Riiputetut rakenteet sekä jännitetyt rakenteet
- Pultti- ja hitsiliitokset
- Elementtien korkolappujen materiaalin määrittäminen

8. Hankkeeseen ryhtyvän asiat

9. Elementtisuunnittelun aikataulu

Suunnittelu/asennusjärjestys

Käydään läpi elementtisuunnittelun aikataulu, hyväksytään yhteisesti kaikkia sitovaksi

(Elementtisuunnittelun tilanne tällä hetkellä)

10. Tiedonsiirto ja tulosteet

Elementtisuunnitelmien arkistointi ja jakelu

Suunnitelmat toimitetaan valmistumisen mukaan projektipankkiin

Tallennusmuoto (PDF, DWG, IFC jne.)

Jakelu (yhteystietolista)

Suunnitelmien toimitus elementtitoimittajalle

Suunnitelmien toimitus muodossa

Paperisten versioiden koko

Toimitusaikataulu

11. Seuraavat kokoukset, kokouskäytännöt

Mallipalat (Tarvittaessa)

Sovitaan tarvittavat mallipalat

- Väribetonit (pigmentit jne.)
- Hiotut / pestyt betonipinnat
- Struktuuripinnat

Mallipalojen määrä

Mallipalojen toimitus

- Toimitus aika
- Paikka

Huomioitava tarvittaessa myös mallipalojen viranomaishyväksynät

Mallielementtikatselmus / tehdaskatselmus

Sovitaan mallielementtityypit

- Listaus katselmoitavista elementeistä elementtityypeittäin
- Elementtityypit, joita ei katselmoida erikseen tehtaalla (hormit, ontelot, portaat muut?)
- Ajankohta , alustavasti jos tiedossa
- Paikka
- Mallielementtien lappukuvat oltava valmiit , Vastuu

Vaaditut osallistujat

12. Muut asiat

Tehdaskatselmus

(Kohteen nimi)

(Aika sekä paikka)

Osallistujat (Nimi, Yritys, Läsnäolo)

Pääurakoitsija

Työpäällikkö

Vastaava työnjohtaja

Tuotantoinsinööri

Runkomestari

Tilaaaja

Projektipäällikkö

Valvoja

Suunnittelijat

Arkkitehti, Pääsuunnittelija

Päarakennesuunnittelija

Elementtisuunnittelija

Pääelementtisuunnittelija

Kohteen elementtisuunnittelija

Elementtitoimittaja

Omistaja / tuotantopäällikkö

Elementtien sähkösuunnittelija

(Liittyvien henkilöiden yhteystietoluettelo liitteeksi.)

1. Suunnittelutilanne

Elementtisuunnitelmien valmiustilanne, toimitusten seuranta

(elementti suunnitelmien taso / sisältö kommentit elementtitoimittajalta)

2. Mallipalat (Tarvittaessa)

Aloituspalaverissa sovitut mallipalat

- X
- X
- X

Valmistetut mallipalat

- X
- X

Mallipalojen viranomaishyväksynät

3. Mallielementit

Aloituspalaverissa sovitut mallielementit

- X
- X
- X
- X
- X

Valmistetut mallielementit

- X
- X
- X
- X
- X

Elementtityöselostus

Elementtityöselostuksessa sovitut poikkeamat ja tarkennukset

4. Tehtaan laadunvarmistus

Listaus elementtityöselostuksen pohjalta.

Tehtaan laatujärjestelmä? -> dokumentointi?

Inspecta sertifiointi Oy:n laadunvalvonta?

Mahdolliset tilaajan erityisvaatimukset?

5. Muut asiat

3.1 *Valmistus- ja toimitusaikataulut*

3.2 *Elementtien varastointi, kuljetus ja vastaanotto*

3.3 *Elementtien tarkastuslistat (Liite)*

3.4 *Lupa tuotannon aloittamiselle*

Elementtien tarkastus tehtaalla (liitteeksi)

Tarkastettava Elementti

Tarkastettavan elementin piirustusnumero

1. Päämitat

Ulkomitat
Aukkomitat
Aukkojen sijainti
Elementteihin kiinnitettävät varusteet ja rakennusosat

2. Pintojen / käsittelyjen laadut

Pinnan laatu
Halkeamat, lohkeamat
Värivirheet
Pinnat vastaavat suunniteltuja
Pielten käsittelyt
Viimeistelytehtaalla, hionnat

3. Detaljit

Varaukset
Liitokset
Saumalenkit
Viisteet / pyöristykset
Peltinostot
Tuuletus- ja kokoojaurat
Tuuletusreiät
Neopreenit
Kuljetustuet, lisäpuut

4. Materiaalit

4.1 Betoni

Betonilaatu
Lujuusluokka
Rasitusluokat
Betoni-peiteen paksuus

4.2 Eristeet

Eriste materiaali
Eristeiden tiiveys
Elementtien eristeiden suojaukset
Uretaanitiivistykset

4.3 Elementteihin kiinnitettävät varusteet / rakennusosat

Sewatekit
Vemot
Teräsosat
Parvekeputket, tuet
Kiinnitysosat
Saranat
Tartunnat / kiinnityslevyt
Valuankkurit
(Ansaat)
Ulosheittäjät, kaivot ja putket
Palosuojat / mansetit

4.4 Elementeissä käytetty puutavara

Sahatavara
Paineekyllästetyt
Aukkojen karmipuut
Apukarmit

4.5 Elementtien sähköistyksen

Rasiat
Varausputket
Betonin tarttuvuus varauksiin

5. Turvallisuus

Elementtien painot / muodot
Nostolenkit
Käsittelyankkurit, sijainti ja koko
Putoamissuojaukset (kaiteet yms) tyyppielementteittäin
Liitokset

6. Testinosto

7. Huomiot