

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ELEMENTTISUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN

TEKIJÄ/T Tuomas Ruppä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Tuomas Ruppaa			
Työn nimi Elementtisuunnitteluprosessin kehittäminen			
Päiväys	09.05.2023	Sivumäärä/Liitteet	38/4
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sitowise Oy			
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tilaajana oli Sitowise Oy Kuopio rakennetekniikka. Tavoitteena oli selvittää tilaajan näkökulmasta, kuinka elementtisuunnitteluprosessi toimii, mitkä ovat sen ongelmakohtat ja haasteet sekä kehittää yrityksen elementtisuunnitteluprosessia. Opinnäytetyön aluksi tutustuttiin kirjallisuuteen sekä aiempiin opinnäyte- ja diplomitöihin. Lähteenä käytettiin myös haastatteluja kohdeyrityksessä, sekä lisäksi Suunnittelu ja konsultointiyritykset (SKOL) ry:lle laadittua kyselyä. Yrityksen elementtisuunnitteluprosessin suurimpina haasteina koettiin olevan epäselvyydet vastuunjaossa sekä lähtötietoihin liittyvät ongelmat. Vastuunjako-ongelmien koettiin johtuvan erityisesti siitä, että rakenne- ja elementtisuunnittelijan välille ei ole tällä hetkellä tarpeeksi yksiselitteisiä ohjeita vastuiden määrittämiseen. Näistä ongelmista esitettiin case-tapausesimerkki, jossa käytettiin myös ulkoista konsultaatiota. Case-tapausten ja muiden vastaavien ongelmatilanteiden johdosta hankkeissa oli koitunut kohdeyritykselle lisäkustannuksia sekä mittavia aikatauluhaasteita. Ratkaisuksi suunnitteluprosessin ongelmiin tehtiin yksityiskohtainen läpileikkaus juuri tähän suunnitteluhankkeen vaiheeseen ja laadittiin prosessikaavio, johon on liitetty uudistettu lähtötietojen tarkastuslista. Lisäksi ehdotettiin tarkastuslistan käytöstä vastaavan vastuuhenkilön nimeämistä. SKOL ry:lle toteutetun kyselyn vastaukset tarjosivat kattavan selvityksen rakenne- ja elementtisuunnittelijan vastuista. Tähän dokumenttiin voidaan jatkossa viitata muun muassa sopimustilanteiden ongelmissa. Muita olennaisia tekijöitä prosessin tehostamiselle ovat yrityksen sisäiset tekijät, kuten prosessin jalkauttamisen onnistuminen sekä projektien johtohenkilöiden toimenpiteet. Tärkeää olisi myös omaksua prosessinomainen ajattelutapa hankkeiden toteutuksessa.			
Avainsanat elementtisuunnittelu, prosessi, vastuujako, lähtötiedot, prosessikaavio			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author(s) Tuomas Ruppaa	
Title of Thesis Development of the Prefabricated concrete Design Process	
Date 9 May 2023	Pages/Appendices 38/4
Client Organisation /Partners Sitowise Oy	
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Sitowise Oy Kuopio, Finland, Structural engineering. The aim of the study was to examine the principles of prefabricated concrete design processes and the most common problems related to them. The purpose was to find ways to enhance and develop the prefabricated concrete design process in the company.</p> <p>At first, previous studies on the topic and related literature were studied. Then, some employees of the company were interviewed. In addition, a questionnaire was prepared for the Finnish Association of Consulting Firms (SKOL ry).</p> <p>It was found out that one of the biggest challenges for the company in the prefabricated concrete design process was the lack of clarity in the allocation of responsibilities. In addition, challenges related to filling in the input data appeared to be significant. The problems within the allocation of responsibilities seemed to be due to lacking or incomplete instructions related to the division of the duties. These challenges have been clearly visible within the company. A case study was discussed as an example. In the case, the parties also had to rely on external consultation, which caused additional costs and timing delays.</p> <p>As a solution, this thesis proposed a new detailed process flow chart to better describe the particular steps of the design. Also, it was proposed to name a person in charge to take care of the input data formula and its filling. The answer to the questionnaire's questions by SKOL ry provided a comprehensive account of the responsibilities and duties during a design process. In the future, this document can be used as a rule of principle in case of any uncertainties or other conflicts of interests. It would also be important to take care of the implementation of the new process formula as well as the use of the new input formula. In general, the process could become more efficient when adopting the so called "process" way of thinking instead of seeing each project as an independent task.</p>	
<p>Keywords</p> <p>prefabricated concrete design, process, allocation of responsibilities, data, flow chart</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	BETONIELEMENTIT	7
2.1	Betoni ja betonielementtisuunnittelu	7
2.2	Sitowise Oy	8
2.3	Betonivalmisosarakentaminen ja sen hyödyt	8
2.4	Tietomallipohjainen elementtisuunnittelu	10
2.5	Rakentamismääräykset	11
3	ELEMENTTISUUNNITTELU OSANA TALONRAKENNUSHANKETTA	12
3.1	Osapuolet ja muut sidosryhmät	12
3.2	Rakennushankkeen vaiheet	14
3.3	Elementtirakenteisen kohteen rakennesuunnittelu	15
3.4	Suunnittelijan vastuut ja kelpoisuus	16
3.5	Valmisosasuunnittelu rakennushankkeessa	16
3.6	Betonielementtikauppa	17
3.7	Elementtikauppa tilaajan suunnitelmin	17
4	SUUNNITTELUOHJAUS JA SEN KESKEISEMMÄT ONGELMAT	19
4.1	Suunnittelun aikataulu	19
4.2	Lähtötiedot	20
4.3	Elementtisuunnittelun tarjouspyyntövaihe	21
4.4	Elementtisuunnittelun aloituskokous	21
4.5	Suunnitteluvastuut ja sopimukset	22
4.6	Tehtävänjako	23
4.7	Tiedonkulku hankkeessa	24
5	ELEMENTTISUUNNITTELUPROSESSIN KEHITYS	26
5.1	tutkimus/kehitysmenetelmät	26
5.2	Case tapaus	26
5.3	SKOL RY KYSELY	26
5.4	Prosessikaavio ja lähtötietolistaus	27
5.5	Yhteenvedo ja johtopäätökset	28
6	POHDINTA JA JATKOTOIMENPITEET	29
	LÄHTEET	31

LIITTEET	33
LIITE 1: ELEMENTTISUUNNITTELUN PROSESSIKAAVIO.....	33
LIITE 2: ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOLISTAUS S.1	33
LIITE 2: ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOLISTAUS S.2	33
LIITE 2: ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOLISTAUS S.3	33

Kuopio 05.05.2023 Tuomas Ruppä

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on osa Sitowise Oy:n elementtisuunnittelun kehitysprojektia. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on käydä mahdollisimman laaja läpileikkaus Sitowise Oy:n Kuopio rakennetekniikka-osaston elementtisuunnitteluprosessista sekä tuoda esille sen ongelmakohtia sekä kehittää niihin työkaluja ja käytäntöjä, jotta voitaisiin näiltä samoilta ongelmilta välttyä tulevaisuudessa.

Tämänhetkisestä prosessista voidaan löytää kaksi selkeää ongelmakohtaa, ensimmäisenä on vastuunjako elementti- sekä rakennesuunnittelijoiden välillä. Nykypäivänä tilanteessa, jossa elementtisuunnittelu ja rakennesuunnittelu on eriytettyinä, näyttää ilmenevän tilanne, jossa nämä osapuolet omaavat hyvinkin eriävän mielipiteen omista suunnittelun vastuualueistaan, joka johtaa siihen, että väistämättä syntyy sopimusteknisiä kiistoja sekä turhia riitatilanteita. Tämä heijastuu myös ongelmina suunnittelutyön tarjouskilpailuvaiheessa, kun eri toimijat tarjoavat samaa työtä eri sisällöllä. Jonka seurauksena saattaa olla näiden suunnittelukaupparakennemarkkinoiden vääristyminen. Ongelmana on että, vaikka rakenne- ja elementtisuunnitteluun on luotu kattavat tehtäväluettelot, koetaan ne olevan tällä hetkellä liian monella tavalla tulkittavissa ja monesti eri toimijat tulkitsevat näitä tehtävälistoja omaksi edukseen. Toisena tyypilliseksi ongelmaksi muodostuu suunnittelun edellytyksien, eli lähtötietojen saatavuus suunnittelijoille. Kun riittäviä lähtötietoja ei ole saatavilla, ei suunnittelutyötä voida aloittaa.

Ratkaisuja ja työkaluja näihin ongelmiin tässä opinnäytetyössä etsitään aihetta käsittelevistä aiemmista tutkimuksista sekä julkaisuista. Lisäksi työn tavoitteena on luoda prosessikaavio sekä siihen liitetty lähtötietolistaus, johon projektiin osallistuvat sitoutuisivat työhön ryhdyttyä. Prosessikaavio ja lähtötietolistauksen avulla voitaisiin seurata lähtötietojen tilannetta projektin osapuolien välillä sekä pysytään selvillä siitä missä prosessin vaiheessa ollaan menossa, osataan vaatia sekä tiedostetaan myös itse selkeästi, mitä lähtötietoja vaaditaan oman työn toteuttamiseen. Tärkeäksi tekijäksi muodostuu visuaalisesti miellyttävä, riittävän yksinkertainen, mutta samanaikaisesti tarpeeksi kattava prosessikaavio muodostaminen. Prosessikaavio tulisi olla riittävän helppolukuinen ja helposti ymmärrettävissä kaikille prosessin osapuolille. Lähtötietolistauksen puolestaan tulee olla riittävän helposti saatavilla sekä täytettävissä, niin että sen täyttäminen ei vie kohtuuttoman paljon aikaa. Sen tarkasteleminen ja käyttäminen tulisi olla miellyttävää eikä vain yksi negatiivisia tunteita herättävä lisätehtävä. Lisäksi on tärkeää sopia yrityksen sisäisistä prosessin toimintaperiaatteista ja huolehtia uuden prosessin jalkauttamisesta henkilöstölle. Tällöin elementtisuunnittelu prosessi voisi lähteä automaationa liikkeille prosessikaavio hyödyntämisestä, sekä lähtötietojen saatavuuden varmistamisesta. Tämän avulla voitaisiin saavuttaa selkeä yhteisymmärrys prosessin sekä lähtötietojen sen hetkisestä tilasta. Lopuksi projektipäällikkö/suunnittelunohjaaja kuittaa nimellään kyseiset vaiheet läpikäydyksi, jolloin lähtötietolistaus voi toimia apuna myös mahdollisissa ongelmatilanteissa.

Tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena käyttäen aiempaa tutkimustietoa aiheesta. Merkittävänä lähteenä on käytetty VTT:n tutkimusta Runkoprosessin re-engineering (2003) sekä diplomityötä Betonielementtikohdeiden tietomallipohjainen elementtisuunnitteluprosessi (Harmanen, 2010.) sekä Tietomallien hyödyntäminen betonielementtiprosessissa (Kokko, 2017.) Lisäksi opinnäytetyössä on käytetty haastatteluja kohdeyrityksessä ja luotu kyselyitä Suunnittelu ja konsultointiyritykset (SKOL ry):lle.

2 BETONIELEMENTIT

2.1 Betoni ja betonielementtisuunnittelu

Betonielementti eli betonivalmisosa on betonista valmistettu, betonitehtaalla valumuotissa valmiiksi valettu ja jälkihoidettu kappale, jonka pinta voidaan viimeistellä tehtaalla monella eri tavalla, kuten maalaamalla, päällystämällä tai hiekkapuhaltamalla. Betonielementtirakentaminen tarkoittaa sitä, että haluttu betoninen valmisosa, kuten seinä, pilari, palkki tai laatta valmistetaan tehtaalla ja kuljetetaan työmaalle. Työmaalla se yleensä nostetaan paikalleen nosturilla ja liitetään muihin elementteihin hitsaamalla, juottamalla tai ruuvaamalla. Betonielementtejä käytetään kaikenlaisissa talo- sekä infrarakentamisessa. Betonielementtirakentaminen on myös kestävä, sillä betoni on pitkäikäinen sekä turvallinen materiaali. Yleisimmät käyttökohteet betonielementeille ovat julkisten, asuin- ja teollisuusrakennusten rungoissa, sekä infrarakentamisessa. Betoniyhdistyksen mukaan asuinkerrostaloissa betonielementtien osuus on noin 80 %. (Betonitieto julkaisuaika tuntematon.)

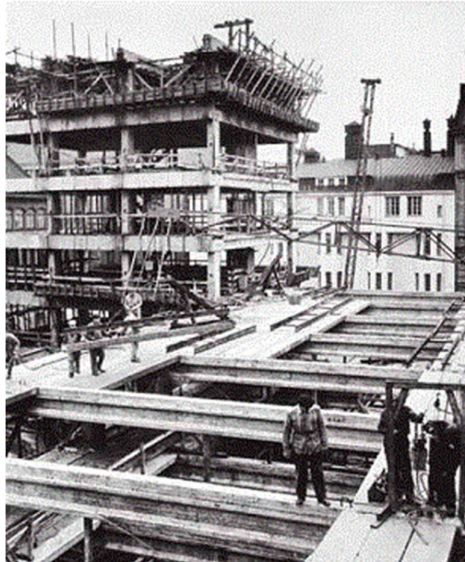


KUVA 1. Kuvaleike Betonitiedon verkkosivulta betonielementit (Betonitieto.fi, julkaisuaika tuntematon)

Betonirakentamisella on maailmalla pitkät perinteet. Suomeen ensimmäinen erä sementtiä saapui vuonna 1856 ja ensimmäiset sementin valmistukset aloitettiin Saviolla vuonna 1869. Markkinoiden puutteen takia valmistukset kuitenkin lopetettiin ja varsinainen tuotanto Suomessa aloitettiin vuonna 1914 Paraisten Kalkkivuori Oy:n toimesta, jonka jälkeen myös betonin käyttö laajentui sementin valmistumisen teollistumisen sekä teräsbetonin kehityksen myötä. Suomessa ensimmäiset piirustukset talonrakennuksen teräsbetonirakenteisiin laati Jalmar Castren vuonna 1904. Helsingin kaupunki julkaisi ensimmäiset betoninormien kaltaiset ohjeet vuonna 1913 sekä Suomen Betoniyhdistys perustet-

tiin 1925. Suomessa Betonirakentaminen koki suuren ponnistuksen, kun talvisodan jälkeen rakennettiin Salpalinjan järeät betonikorsut, niistä tehtiin erityisen vahvoja ja ne ovat edelleen erinomaisessa kunnossa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2004, 22–23.)

Betonirakentamisen elementtitekniikkaa on tutkittu maailmalla jo kauan ennen toista maailmansotaa. Sodan tuhoamat kaupungit ja niiden tarve taloudelliselle ja nopealla jälleenrakentamiselle loi paljon kysyntää ja ratkaisuksi löydettiin elementtirakentaminen. Suomessa elementtirakentamista alettiin kehittää 1940- ja 50- lukujen vaihteessa. Varhaisin tunnetuista täyselementtirakennuksista lienee Arne Ervin suunnitteleman Helsingin yliopiston Porthania-rakennus. (Elementtisuunnittelu, 2020). Teollinen asuinrakentamisen betonielementtijärjestelmä BES laadittiin vuonna 1970 jonka jälkeen elementtirakentaminen on kehittynyt nopeaa vauhtia nykyiseen muotoonsa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2004, 24.)



KUVA 2. Kuvaleike Elementtisuunnittelun verkkosivulta elementtirakentamisen historia (Elementtisuunnittelu.fi, 2020)

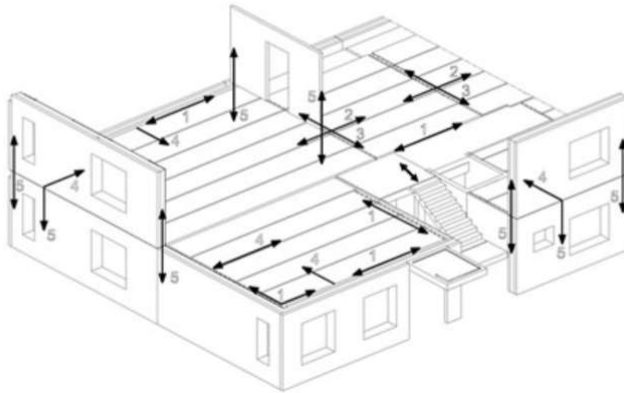
2.2 Sitowise Oy

Sitowise Oy on pohjoismainen rakennetun ympäristön asiantuntija- ja digitalo, jolla on yli 2000 työntekijää. Sitowise Oy:n Rakennetekniikka, Itä- ja Keski Suomi- osaston erikoisuutena ovat korkeat elementtirakenteiset asuinrakennukset. Tässä työssä käsitellään ainoastaan asuinrakennuksissa käytävien betonielementtien suunnitteluprosessia.

2.3 Betonivalmisosarakentaminen ja sen hyödyt

Suomessa betonielementtirakenteet ovat yleisin tapa toteuttaa monikerroksinen asuinrakennus. Betonielementtirakentamisessa käytetään vakioituja rakennejärjestelmiä sekä liitosratkaisuja, joiden ansiosta betonielementtirakentaminen on taloudellista ja nopeaa.

Rakennejärjestelmistä asuinrakentamisessa yleisimmin käytetään kantavat seinät-laatat järjestelmää. Tässä järjestelmässä rungon pystyrakenteena ovat betoniset kantavat seinät, joiden päälle tuleva välipohjalaatasto tukeutuu. Kantavina seininä voi olla sekä ulko- että väliseinät, joiden avulla runko myös jäykistetään. Rakennuksen runko voidaan toteuttaa täyselementtitekniikalla tai paikallavalettavien ja elementtien yhdistelmänä. Tiheään asutuilla alueilla asuinrakennuksen alimmissa kerroksissa käytetään myös pilari-palkkirunkoa, jonka avulla nämä kerrokset soveltuvat hyvin liiketoimintakäyttöön, jossa tarvitaan paljon avonaista tilaa.



KUVA 3. Kuvaleike Betonitiedon verkkosivuilta asuinrakennukset (Betonitieto, julkaisuaika tuntematon)

Elementtirakentamisella päästään nopeaan ja taloudelliseen kokonaistoteutukseen tehtaissa pitkälle viedyn elementtien viimeistelyn sekä työmaalla vähäisen tehtävän työn ansiosta. Rungon elementteinä sekä lohkorakentamisen avulla runko saadaan nopeasti pystytettyä, lohkorakentamisessa runko jaetaan lohkoihin ja jokainen lohko asennetaan valmiiksi ennen seuraavan aloitusta, näin saadaan tehtyä useampia rungon vaiheita samanaikaisesti ja kokonaisrakennusaika lyhenee. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 427.)

Betonielementtisuunnittelun suosiota selittää useat eri tekijät. Merkittävimmät edut ovat mm. Elementtien valmistus tapahtuu laadunvalvonnan alaisena sisätiloissa sekä valmistajia on ympäri maata. (RT 82-10821 Betonielementtirunkorakenteet. Ohjetiedosto 2004, 2).

Betonielementtien suunnittelussa päästään käyttämään viimeisimpiä teknologioita ja ohjelmistoja, joiden avulla yksittäisetkin betonielementit voidaan suunnitella millin tarkasti ja tuottaa tarkat kuvat, joista selviää mm. kyseisen elementin kuormitus, tarkka sijainti sekä muut ominaisuudet. Rakentamisen toteutus suunnitellaan tarkasti etukäteen käyttäen nykyaikaisia ICT-teknologioita. Rakentaminen on pilkottu itsenäisiin osiin, jotka voidaan yhdistää kokonaisuudeksi. Tällöin myös rakennusaika on lyhyempi, kun työmaan toiminnot ovat standardisoituja ja materiaalien hukat minimaalisia. (Elementtisuunnittelu 2020)

Vaikka massana tuottaminen tuo mukanaan huomattavia hyötyjä, on sillä myös haittapuolensa. Valmisosarakentamisen haittapuolina voidaan ajatella olevan elementtien koko, joka aiheuttaa tietyissä tilanteissa haasteita niiden kuljetuksessa tehtaalta työmaalle. Toinen haittapuoli, joka on yhteydessä

myös elementtirakentamisen massatuotannon mukana tuomaan hyötyyn, on betonielementtirakenteisten asuinrakennuksien esteettisyys, koska betonielementit ovat standardisoituja ja niiden muodot ovat rajallisia. Tämä rajoittaa mahdollisuuksia rakennuksen ulkomuodossa ja näyttävydessä.

2.4 Tietomallipohjainen elementtisuunnittelu

Rakentamisessa nykyisesti käytetty tietomalli- sana on peräisin englanninkielisistä sanoista Building Information Model (BIM). Sillä tarkoitetaan rakennuksesta mallinnettua kolmiulotteista virtuaalista mallia, johon on liitettyä tietoja sen osista ja niiden välisistä suhteista. Rakennuksen tietomalli toimii eräänlaisena rakennettavan kohteen tietokantana, josta saadaan selville rakenteiden ja rakennuksen geometriatietoja, määrätietoja sekä sisällöllisiä ja ajallisia tietoja. (Kokko 2017, 32)

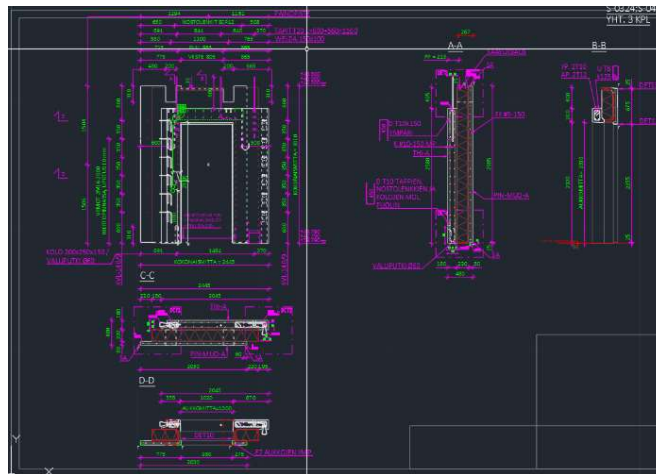
Rakennusallalle tietomallinnus teki tuloaan 1990-luvulla. Alkuun mallintaminen alkoi varovasti mutta tahti kiihtyi nopeasti. Teräsrakentamisessa mallintaminen on ollut jo hallitseva käytäntö pidemmän aikaa mutta betonielementtikohteissa se yleistyi 2000-luvun aikana. (Harmanen 2010, 3).

Mallintamisen runsaampi käyttö teräsrakentamisessa on selkeästi huomattavissa. Tänäkin päivänä yleisesti käytössä olevassa Tekla Structures- mallinnusohjelmistossa teräsrakenteiden mallinnus ja työkalut ovat huomattavasti pidemmälle vietyjä kuin betonirakenteiden suunnittelun työkalut.

Sitowisen Oy:n Kuopion rakennetekniikka osastolla elementtisuunnittelussa yleisesti käytössä ovat Autocad-2D-piirto ohjelma sekä Tekla structures-3D-mallinnusohjelma.



KUVA 4. Kuvaleike Tekla structures ohjelmistosta (Ruppa 2023)



KUVA 5. Kuvaleike Autocad ohjelmistosta (Ruppa 2023)

Tietomallipohjaisen suunnittelun ohjeistukseen BuildingSMART Finland on julkaissut ohjesarjan: Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012). Näissä ohjeissa käydään läpi rakentamisen tietomallinnukseen liittyviä asioita, jotta mallintamalla tapahtuva suunnittelu saataisiin yhtenäistettyä sekä luotua selkeitä sääntöjä sekä ohjeita, esimerkiksi mallinnuksen vaatimustasoihin liittyen, elementtien nimeämiseen sekä numeroimiseen liittyen.

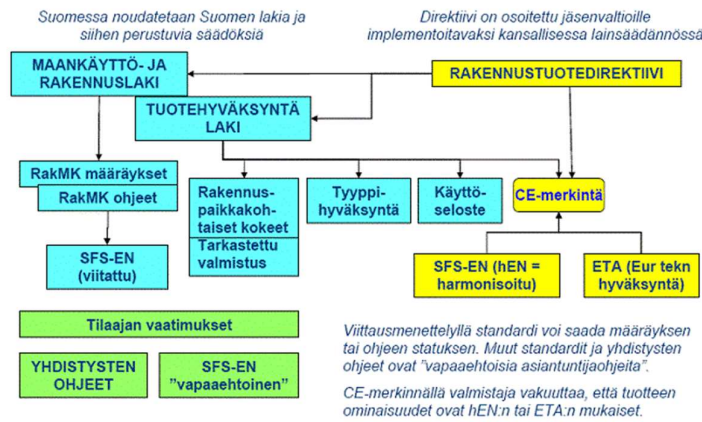
2.5 Rakentamismääräykset

Asuinrakentamista Suomessa ohjaa kansalliset ja EU:n sisäinen lainsäädäntö sekä standardit. Maankäyttö sekä rakennuslaissa kohdassa rakentamiselle asetettavat vaatimukset (117 § - 117 b §), on määritelty rakentamista koskevat edellytykset, tekniset vaatimukset ja rakentamisen lupamenetely sekä valvonta. Tarkemmat säädökset sekä niitä koskevat ministeriön ohjeet on koottu ympäristöministeriön ylläpitämään Suomen rakentamismääräyskokoelmaan.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määritelty, että rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että rakennus täyttää siihen kohdistetut vaatimukset, joiden aiheina ovat:

- rakenteiden lujuus ja vakaus
- paloturvallisuus
- terveellisyys
- käyttöturvallisuus
- esteettömyys
- meluntorjunta sekä ääniolosuhteet
- energiatehokkuus.

(Betonitieto, julkaisu-aika tuntematon).



KUVA 6. Kuvaleike Elementtisuunnittelun verkkosivulta Normit ja standardit (Elementtisuunnittelu.fi, 2020)

Rakennusten suunnittelu tehdään eurokoodeja noudattaen. Eurokoodit ovat sarja eurooppalaisia kantavien rakenteiden suunnittelua ohjaavia standardeja. Jokaiseen julkaistuun standardiin liittyy Ympäristöministeriön kansallinen liite sekä soveltamisohje. Näitä ohjeita tulee noudattaa Suomessa.

Rakentamisessa käytettävien tuotteiden on oltava niitä koskevan tyyppihyväksynnän mukaisia, tuotteiden kelpoisuus osoitetaan rakennustuoteasetuksen mukaan CE-merkinnällä tai tuotteita koskevan hyväksyntälain mukaisesti. (Betonitieto, julkaisuaika tuntematon). Rakennustuotteen ominaisuudet on ollut myös mahdollista hyväksyttävä vapaaehtoisesta SFS-standardiin, VTT:n sertifikaatin, tai hyväksytyntestauslaboratorion antaman todistuksen avulla. (RunkoRYL 2010 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt 2010, 15.)

3 ELEMENTTISUUNNITTELU OSANA TALONRAKENNUSHANKETTA

Elementtisuunnittelu on yksi osa rakennushanketta, jota voidaan luonnehtia monimutkaiseksi erinäisten vaiheiden ja prosessien verkostoksi, jossa prosessit liittyvät toisiinsa. Toimiva rakennushanke edellyttää hyvää tiedonvälitystä eri osapuolten ja osaprosessien välillä. Lisäksi jokaisella toimijalla on oltava erittäin selkeä ymmärrys omista tehtävistään ja erityisesti toimittamisvelvollisuuksistaan. Rakennushankkeen alussa on heti luotava tiedonvälitykseen sekä toimituksiin liittyvät toimintaohjeet ja pelisäännöt, niin yleiset kuin myös projektikohtaiset. Yleisien malliasiakirjojen käyttö on suotavaa, sillä projekteissa osapuolet vaihtuvat hankkeesta toiseen. (RIL 229-1-2020: Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, 11.)

Tässä kappaleessa käydään läpi prosessin keskeiset sidosryhmät, prosessin vaiheet sekä käydään läpi yleisellä tasolla rakennesuunnittelun ja elementtisuunnittelun kokonaisuutta hankkeessa.

3.1 Osapuolet ja muut sidosryhmät

Hankkeen suunnittelu tulee toteuttaa mahdollisimman tiiviinä yhteistyönä, jotta saadaan luotua mahdollisimman laadukas kokonaisuus, ottaen huomioon mm. viranomaissäädökset, tilaajan tavoitteet, tarpeet toteutukselle sekä vaatimukset kohteen elinkaarelle sekä taloudelle.

Rakennustieto (RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet 2016, 2–5) määrittelee rakennushankkeen osapuolet seuraavanlaisesti:

Rakennuttajasta käytetään arkikielessä nimitystä tilaaja, rakennuttajalla tarkoitetaan luonnollista tai juridista henkilöä, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työntuloksen.

Käyttäjät voivat olla mm. erilaiset asukas-, henkilöstö- ja asiakasryhmät. Kaikki käyttäjäryhmät eivät välttämättä varsinaisesti osallistu rakennushankkeeseen.

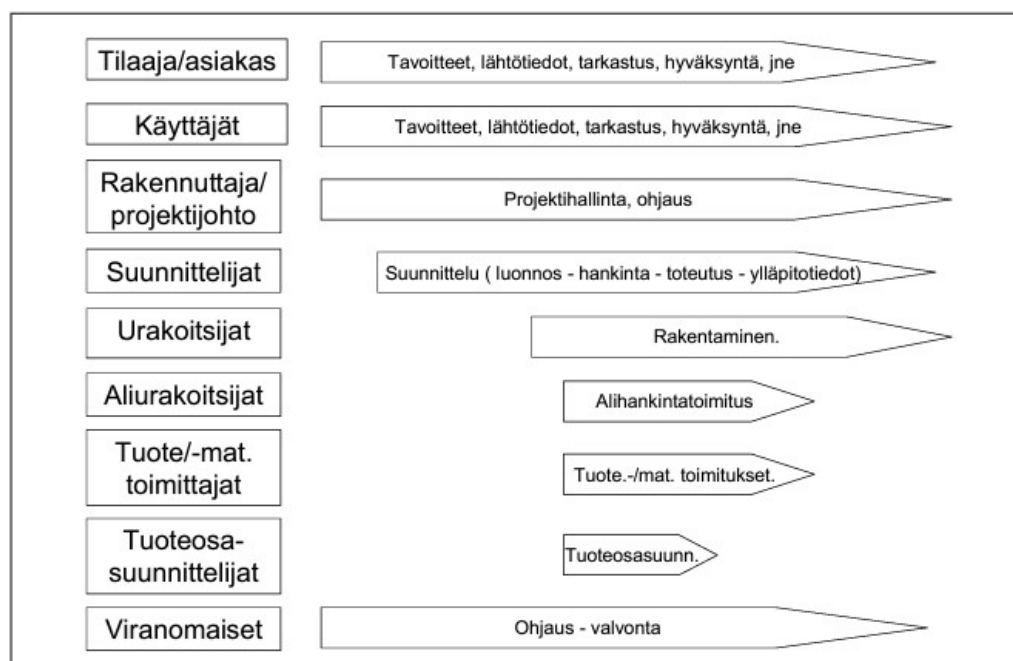
Suunnittelijat ovat rakennushankkeen suunnittelijaryhmä, jossa on eri alojen suunnitteluasiantuntemus.

Urakoitsijat ovat rakennushankkeen toteuttajia. Pääurakoitsija on rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva urakoitsija, jolle kuuluvat työmaan johtovelvollisuudet, Tyypillisesti pääurakoitsija nimitään myös päätoteuttajaksi, eli työnantaja, jolla on pääasiallinen määräysvalta rakennustyömaalla. Aliurakoitsija on urakoitsijan tilauksesta työtä suorittava toinen urakoitsija.

Tuoteosasuunnittelija eli tuoteosatoimittaja on taho, joka kuuluu tuoteosakauppa hankintaan, joka sisältää materiaalia, työtä ja palvelua. Kokonaisuuteen kuuluu suunnittelu, valmistus ja asennus.

Viranomaisilla tarkoitetaan mm. rakennusvalvontaviranomaisia, joiden tehtävä on valvoa rakennustoimintaa yleisen edun kannalta sekä huolehtia osaltaan, että rakentamisessa noudatetaan, mitä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään.

Suomen rakennusinsinöörien liiton (RIL) julkaiseman Rakennesuunnittelun asiakirjaohjeen mukaan rakennushankkeen yleisemmät osapuolet ja osapuolien pääprosessit ovat seuraavanlaiset:

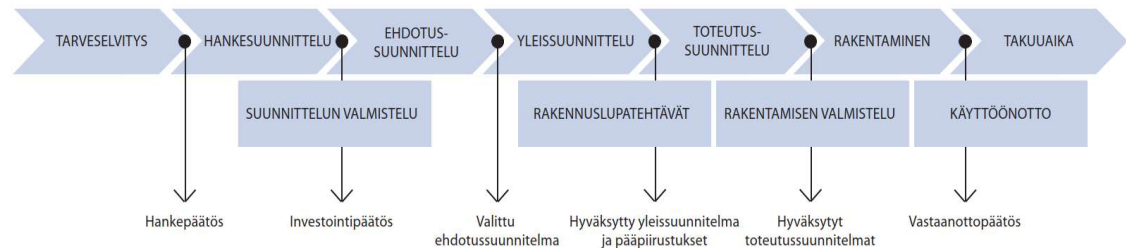


KUVA 7. Rakennushankkeen tärkeimmät osapuolet ja pääprosessit. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 11.)

3.2 Rakennushankkeen vaiheet

Rakennuksen suunnittelu aloitetaan tilaajan tavoitteista ja vaatimuksista. Siitä edetään mm. tyyppi-, määrä sekä laatutiedoiksi, jotka tarkentuvat myös erillisiksi asiakirjoiksi. Näitä tietoja tarvitaan kustannusarvioita, hankintaa, toteutusta sekä ylläpitoa varten. (RIL 229-1-2020: Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, 11.)

Suunnitteluprosessi etenee vaiheittain vuorovaikutuksessa, tilaajan, projektijohdon, arkkitehtisuunnittelun, sekä muiden teknisten suunnittelijoiden ja toteuttajien kanssa. (RIL 229-1-2020: Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, 15.) Hankkeen vaiheet on esitetty kuvassa kuviossa 2.



KUVA 8. Rakennushankkeen vaiheet (Rakennustieto Oy 2016, 1)

Tarveselvityksessä tilahankinnan tai olemassa olevan tilan muutostarve perustellaan sekä kuvataan tilat ja asetetaan niille vaatimukset. Tässä vaiheessa myös tutkitaan vaihtoehtoiset ratkaisut sekä eri ratkaisujen taloudellisuus.

Hankesuunnittelussa asetetaan täsmälliset tavoitteet koko rakennushankkeelle koskien sen laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta sekä ylläpitoa. Hankesuunnittelusta syntyy hankesuunnitelma. Valmistelu muodostuu tarvittavien selvitysten teettämisestä sekä toteutusmuodon alustavasta määrittämisestä. Hankesuunnitelman pohjalta tehdään investointipääätös.

Tarveselvitys ja hankesuunnitteluvaiheet eivät kuulu suunnittelijan varsinaisiin tehtäviin, näissä vaiheissa suunnittelija voi tarvittaessa avustaa tilaajaa. (RIL 229-1-2020: Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, 16.)

Suunnittelun valmistelussa suunnittelu organisoidaan ja järjestetään suunnittelun kilpailutus. Käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat sekä laaditaan suunnittelusopimukset. Neuvotteluiden ja suunnittelusopimusten pohjalta tehdään suunnittelupääätös (suunnittelun käynnistäminen).

Ehdotussuunnittelussa etsitään vaihtoehtoiset ratkaisut suunnitteluun, jotta asetetut tavoitteet saadaan täytettyä. Tämän pohjalta valitaan ehdotussuunnitelma.

Suunnittelijat laativat ehdotussuunnitelman pohjalta useita erilaisia ratkaisuja, joista valitaan kehitettävä ehdotussuunnitelma. (RIL 229-1-2020: Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, 16.)

Yleissuunnittelussa ehdotussuunnitelma laaditaan toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnittelu kohdistuu rakennuksen kiinteään perusosaan sekä muuntuviin tila-alueisiin. Yleissuunnitelma sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi. Yleissuunnitelma hyväksytään ja luodaan pääpiirustukset

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen vaatimat lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus sekä hyväksytään pääpiirustukset. Näiden vaiheiden tuloksena saadaan rakennuslupa

Toteutussuunnittelussa Yleissuunnitelma kehitetään mitoitetuiksi rakentamisen ja hankintojen edellyttämiksi suunnitelmiksi.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään elementtisuunnitteluun rakennushankkeessa, joka sijoittuu yleensä elementtirakenteisen kohteen toteutussuunnitteluvaiheeseen.

Rakentamisen valmistelussa rakentaminen organisoidaan ja rakentamistehtävät organisoidaan. Suoritetaan sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset. Näiden pohjalta tehdään rakentamispäätös.

Rakentaminen toteutetaan sopimusten mukaisesti, sekä tuotetaan tavoitteet täyttävä lopputulos. Varmistetaan käyttö- ja ylläpitovalmiudet, joiden perusteella tehdään vastaanottopäätös

Käyttöönnotossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus.

Takuuaikana rakennuksen toimivuutta seurataan, suoritetaan tarkastukset sekä korjataan mahdolliset puutteet.

3.3 Elementtirakenteisen kohteen rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelijan tehtävä voi sisältää koko rakennettavan kohteen rakennesuunnittelun tai vain tietyn osan siitä. Jos rakennesuunnitelmien laatimisessa on mukana useampi kuin yksi suunnittelija, on hankkeeseen ryhtyvän nimettävä heistä yksi tämän erityisalan kokonaisuudesta vastaavaksi (päärakennesuunnittelija). Vastaavan on huolehdittava siitä, että erillisinä laaditut suunnitelmien osat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 120 c §).

Rakennesuunnittelija voi myös toimia elementtisuunnittelijana sekä toteuttaa kohteen elementtisuunnittelun rakennesuunnittelu ilman erillistä valmisosasuunnittelijaa. Elementtisuunnittelu yleensä kuitenkin jaetaan eri tehtäviin rakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan välillä. Leppämäki (2017, 9). Tässä opinnäytetyössä käsitellään kokonaisuutta, jossa betonielementtirakenteisen kohteen elementtisuunnittelun muodostaa vastaava rakennesuunnittelija ja/tai muut rakennesuunnittelijat sekä erillinen valmisosasuunnittelija.

Rakennesuunnittelijan tehtävä on tuottaa yhteistyössä muiden hankkeen osapuolien kanssa rakennesuunnitelmat sekä kaikki muu tarvittava tieto, jonka avulla voidaan rakentaa, käyttää sekä ylläpitää rakennus. Rakennesuunnittelijan yksityiskohtaiset tehtävät määrittelee suunnittelusopimuksen mukainen suunnittelutoimeksianto, joka tehdään joko tilaajan, rakennusliikkeen tai tuoteosatoimittajan kanssa. (RIL 229-1-2020: Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, 13.)

Rakennesuunnitelmien eli rakennesuunnitteluasiakirjojen toteutus tapahtuu nykyään laajalti tietoteknisiä ohjelmistoja hyödyntäen, kuten: 3D-mallinusohjelmistoja, CAD-järjestelmiä sekä monia erilaisia mitoitus- ja laskenta taulukoita ja ohjelmia.

3.4 Suunnittelijan vastuut ja kelpoisuus

Rakennesuunnittelija toimii rakennushankkeen rakenneteknisenä asiantuntijana ja on vastuussa riskien hallinnasta ja laadunvarmistuksesta. Rakenteiden suunnittelijalla tulee olla kelpoisuus ryhdyttävään suunnittelutehtävään, suunnittelijan kelpoisuudesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Suunnittelutehtävien vaativuusluokat ovat seuraavanlaiset:

- vähäinen
- tavanomainen (T)
- vaativa (V)
- poikkeuksellisen vaativa (pv)

(Maankäyttö- ja rakennuslaki 214/2015, 2 luku)

Suunnittelijan pätevyys muodostuu suunnittelijan tutkinnosta sekä siihen liittyvien ja sisältyvien opintojen ja työkokemuksen perusteella. Suunnittelutehtävien kelpoisuusvaatimukset on esitetty Ympäristöministeriön ohjeessa (YM2/601/2015/14/). (Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja, 12.)

Erytysuunnittelijalla on vastuu rakenteita suunniteltaessa siitä, että rakennesuunnitelmat täyttävät niitä koskevat vaatimukset, säädökset sekä määräykset. Päärakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu yleensä yhteensovittaa:

- Rakennuksen kokonaisvakavuus
 - Kantavien rakenteiden varmuusluvut
 - Rakennuspaikan kuivatus
 - Rakennuksen käyttöiän mittaaminen
 - Rakennuksen fyysikaalinen toiminta
- (Elementtisuunnittelu 2020)

3.5 Valmisosasuunnittelu rakennushankkeessa

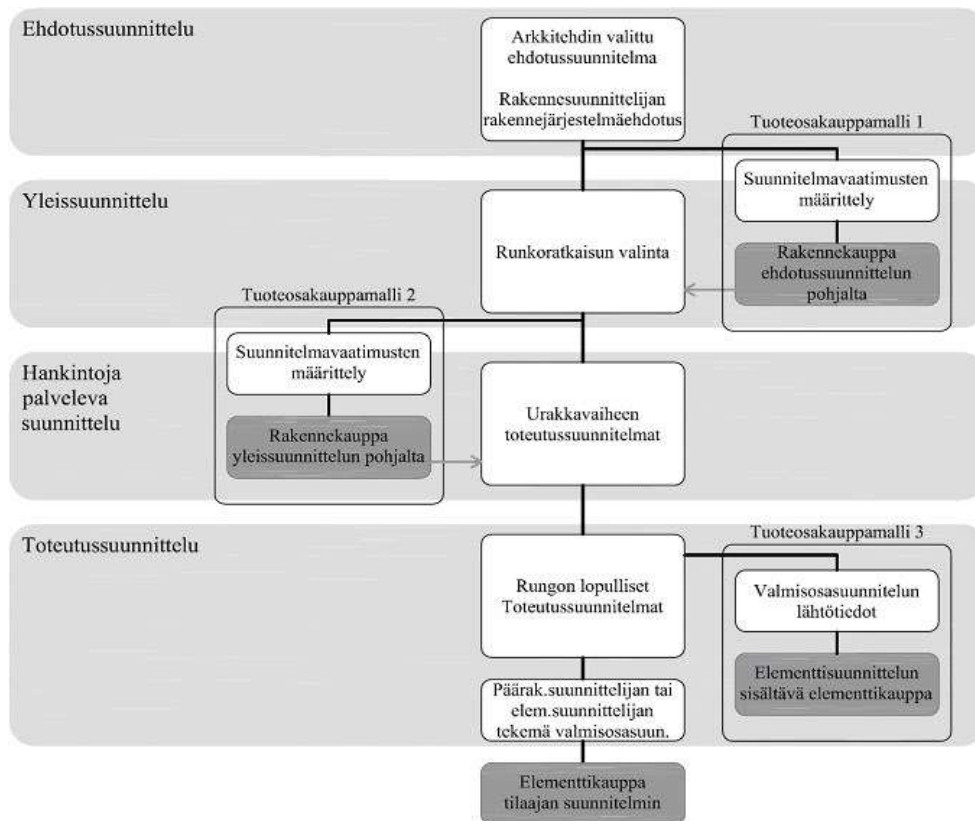
Yleinen käytäntö betonielementtirakenteisen kohteen elementtisuunnittelussa on, että rakennesuunnittelija ja valmisosasuunnittelija ovat eri toimija/henkilö. Rakennustiedon (2019) mukaan: valmisosasuunnittelu on elementtitoimittajasta riippumattoman esivalmistettavan betonielementtirakennusosan suunnittelua. Elementtien suunnittelu sisältää rakenneosien valmistus- sekä asennussuunnitelmat ja niihin tarvittavat laskelmat. Tarkempi rakennettavan kohteen erityispiirteet huomioitava tehtävä sekä vastuunjako on määritettävä toteutusertelmässä.

Valmisosasuunnittelu tulee hankkeeseen yleensä vasta toteutussuunnitteluvaiheessa. Valmisosasuunnittelijan vastuulla on varmistaa tarvittavin rakennelaskelmin, että rakennesuunnittelijan lähtötietoina annetut valmisosarakenteet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Vastaavan rakennesuunnittelijan tehtävä on tarkastaa laadittujen valmisosasuunnitelmien osalta, että kohteen rakenteellinen kokonaisuus täyttää sille asetetut vaatimukset.

3.6 Betonielementtikauppa

Teollinen valmisosarakentaminen voidaan toteuttaa käyttämällä yhteisesti hyväksytyjä tuotesakaup-
pamalleja tai mallia nimeltä. Tuotesakaupoissa kohteen elementtisuunnittelu toteutetaan limittyvästi
muiden alojen toteutussuunnittelun kanssa, tämän ansiosta kohteen kokonaissuunnittelu-aika lyhenee
ja elementit saadaan asennettua aikaisemmin. (Elementtisuunnittelu 2020.)

Tuotesakaupamallin valinta riippuu elementtikaupan hankinta-ajankohdan perusteella. Mitä varhai-
semmissa vaiheissa elementtisuunnittelu aloitetaan sitä enemmän se asettaa vaatimuksia muille
suunnitelmille ja hankinnoille. Kriittisiä hankintoja elementtisuunnittelun kannalta ovat runkoon vai-
kuttavat rakennusosat ja niiden järjestelmät, kuten hissit, portaat ja väestönsuojat. (Elementtisuun-
nittelu 2020.) Yleisesti käytössä olevat elementtikaupamallit ovat esitetty kuvassa X.



KUVA 9. Kuvaleike Elementtisuunnittelu verkkosivulta suunnitteluohjaus (Elementtisuunnittelu.fi, 2020)

3.7 Elementtikauppa tilaajan suunnitelmin

Sitowise Oy:n Kuopion rakennetekniikka osastolla yleisimmin käytössä oleva malli esitetyistä kauppa-
malleista on: "Elementtikauppa tilaajan suunnitelmin"-malli, joka eroaa muista malleista siten, että se
ei sisällä juuri lainkaan tai ei yhtään varsinaista tuotesatoimittajan suunnittelua. Jännitettyjen raken-
teiden punos- sekä rauditussuunnittelu on valinnainen suunnittelun osa, joka riippuu hankkeesta
(Elementtisuunnittelu 2020).

Tässä toimintamallissa kohteen elementtisuunnittelun kokonaisuudessa suorittaa tilaajan valitsema elementtisuunnittelija. Elementtisuunnittelija sekä toimittaja valitaan yleensä hankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa ja kilpailutetaan toteutusvaiheen tai hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen suunnitelmilla. (Elementtisuunnittelu 2020). Seuraavassa prosessikaaviossa on esitelty eri osapuolien merkittäviä toimintoja elementtirakenteisen rakennushankkeen eri vaiheissa.

Elementtikauppa tilaajan suunnitelmin	1. Rakennuttaja (Tilaaja)	2. Arkkitehtisuunnittelu	3. Rakennesuunnittelu/elementtisuunnittelu	4. Talotekniikkasuunnittelu (LVIS)	5. Elementtitoimittaja
Ehdotussuunnittelu	Hankkeen ja suunnittelun tavoitteiden tarkistaminen. Vaihtoehtojen vertailu. Suunnittelun ohjaus ja päätöksenteko. • Valittu ehdotussuunnitelma	Tilaryhmämalli / vaihtoehtoisia massa- ja tilamalleja • Laajuuteen perustuvat kustannusarviot • Vaihtoehtojen visualisointi	Tilavarausmalli • Lausunnot • Rakennejärjestelmäehdotus • perustusrakenne-ehdotus	Tilavarausmalli • Talotekniikan alustavat tilavaraukset • Vaihtoehtojen vertailu energiatermin hokkuuden näkökulmasta • Elinkaarikustannusten vertailu • Ympäristövaikutusanalyysit	
Yleissuunnittelu (luonnossuunnittelu)	• Yleissuunnitelman hyväksyntä Rakennuslupa	Alustava rakennusosamalli • Ovet ja ikkunat voivat olla nimellimitoin mallinnettuja, muuten vain toiminnalliset vaatimukset • Ei pintojen materiaali tietoja • El hoitotasoja, huoltoluokkuja ja kulkurakenteita • Rakennusosista ei vaadita tarkkoja tyyppimäärittelyjä	Alustava rakennemalli • Valitaan runkoratkaisu • Kaikki kantavat rakenteet ja ei-kantavat betonirakenteet • Liitoskohdissa risteävät osat voidaan mallintaa päällekkäin • Vaatimukset • Mallidetajit • Seinät ilman elementtijaako	Alustava järjestelmämalli • Oleellista oikea geometriatieto, ei tietosisältö • Varaustiedot (konehuoneet, tekniset tilat, pääkulkureitit ja pystykuilut, kaikki merkittävästi tilaa vievät järjestelmät) • Merkittävät kuormat • Olosuhdeanalyysit, valaistusvisuaalisoinnit	
Hankintoja palveleva suunnittelu	• Runkoon vaikuttavat hankinnat (portaat, hissit,VSS) Urakkakysely Pääurakoitsijan valinta TATE-urakoitsijan valinta	Rakennusosamalli - hankinnat • Rakennusosat rakennuslupien mukaisiin tyyppitiedoin • Talo-osat: Alapohjat, runko, julkisivut, ulkotasot, vesikatot • Tilaosat: Tilan jako-osat, alakatot, kiintokalusteet ja vesikatot	Rakennemalli - hankinnat • Perustukset • Kuormitukset, Stabiiliteetti • Täydentävät rakenteet • Alustava elementtijaako	Järjestelmämalli -hankinnat/toteutus • Tarkka laskenta ja mitoitus • Pääjärjestelmät • Tarvittaessa erikoisjärjestelmät • TATE-järjestelmien keskinäinen yhteensovitus	
Toteutussuunnittelu	Elementtisuunnittelijan valinta Elementtitoimittajan valinta	Rakennusosamalli - toteutus • Rakennusosat rakennuslupien mukaisiin tyyppitiedoin • Talo-osat: Alapohjat, runko, julkisivut, ulkotasot, vesikatot • Tilaosat: Tilan jako-osat, alakatot, kiintokalusteet ja vesikatot	Rakennemalli/toteutus • Perustukset • Detaljit • yksityiskohtien mitoitus • Laskelmien tarkastus • Elementtien lopullinen suunnittelu kerroksittain/lohkoittain	Järjestelmämalli - toteutus • Lopulliset reikä ja tarvike tiedot valmisosasuunnitteluun	
Rakentaminen		Toteumamalli • Toteutusta vastaava rakennusosamalli	Toteumamalli • Toteutusta vastaava rakennemalli	Toteumamalli • Toteutusta vastaava järjestelmämalli	Tuotantomalli • Elementtien valmistuksen suunnittelu

Taulukko 1. Prosessikaavio elementtikaupasta tilaajan suunnitelmin (Elementtisuunnittelu.fi, 2020)

Tarkemmat tiedot yleisesti käytössä olevista elementtikaupamalleista sekä niiden prosesseista löytyvät Betoniteollisuuden ylläpitämällä Elementtisuunnittelu.fi-sivustolla.

4 SUUNNITTELUNOHJAUS JA SEN KESKEISEMMÄT ONGELMAT

Tutkimuksessaan Teriö, Koski, Rantanen, Ruuhilehto, Kaarin (2003, 27) mainitsevat suunnitteluprosessien analyysissä keskeisimmiksi kehittämiskohteiksi suunnittelunohjaus, suunnittelu, suunnittelusopimukset ja -aikataulut sekä yhteistyö. Nämä haasteet ovat edelleen havaittavissa yleisesti suunnittelualalla sekä Sitowise Oy:n projekteissa.

Tässä osiossa käydään läpi betonielementtien suunnitteluprosessin ohjausta ja siihen liittyviä yleisesti havaittuja ongelmia peilaten ongelmiin kohdeyrityksessä. Suunnittelun ohjaaminen on rakennushankkeiden monimuotoisuuden kasvaessa ja erikoisosaamisen vaatimusten lisääntyessä yhä enemmän merkittävässä roolissa hankkeen toteutuksen ja sen lopputuloksen kannalta. (Esa Klemetti 2010, 1). Opinnäytetyö prosessin edetessä suurimmiksi haasteiksi myös Sitowise Oy:n elementtisuunnitteluprosessissa ovat osoittautuneet edellä mainittujen ongelmien lisäksi suunnitteluedellytykset sekä vastuu-jako elementti- ja rakennesuunnittelijan välillä.

4.1 Suunnittelun aikataulu

Elementtisuunnittelun vaatima kokonaisaika on yleensä pidempi kuin paikallavalurakenteiden suunnittelussa. Elementtisuunnittelussa aikaa vie elementtien detaljien, liitosten, sekä varusteiden suunnittelu. Tämä aika pyritään saamaan kiinni rakentamisvaiheessa elementtitekniikan avulla.

Elementtisuunnittelu alkaa usein toteutussuunnitteluvaiheessa ja etenee samalla tavalla riippumatta käytetystä elementtikaupamallista. Elementtisuunnittelun alkamisen ajankohta hankkeessa on vahvasti riippuvainen lähtötietojen saatavuudesta. Suunnitteluajataulu tehdään hankkeen yleisaikataulun pohjalta. Yleisaikataulussa laaditaan tehtävluettelo, jossa ilmenee taloudellisesti sekä ajallisesti merkittävät tehtävät eri urakoitsijoille. Elementtisuunnittelun vaatima aika tulee sovittaa tähän aikatauluun. Suunnitteluajataulussa esitetään elementtien tuotantopiirustuksien sekä luetteloiden valmistamisen ajankohta, sekä milloin piirustukset ovat lähetetty tehtaalle ja milloin kyseiset elementit toimitetaan työmaalle ja asennetaan. (Elementtisuunnittelu 2020.)

Ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa aikatauluttaa elementtien toimitusta. Aikataulut on merkittävästi riippuvainen kohteen yksityiskohdista. Ohjeelliset aikataulut antavat kuvan yleisesti elementtisuunnittelun vaatimasta ajasta. Ohjeellisena aikana valmiiden elementtipiirustusten toimitukseen elementtitehtaalle ennen kyseisen elementin asennusta voidaan pitää ontelolaatoilla 4–6 viikkoa ja muilla runkoelementeillä 6 viikkoa. (Harmanen 2010, 9.)

Taulukossa x ilmenee betonielementtitoimitusten ohjeellinen aikataulutus Harmasen (2010, 11) mukaan. Tarkemmat aikataulut suunnitteluvaiheiden, eri toimijoiden sekä kriittisten tehtävien mukaan ovat esillä Betoniteollisuus ry:n ylläpitämällä sivulla elementtisuunnittelu.fi, jonne on kerätty myös paljon muuta tietoa Harmasen diplomityöstä.

Tehtävä	viikkoa ennen toimituksen aloitusta
valmisosien tarjouspyyntö	13-18
toimitussopimus	10-15
valmisosasuunnittelun aloituskatselmus/aloituskokous, alustava työmaasuunnitelma	12-14
suunnittelun lähtötiedot	9-14
valmisosasuunnittelun aikataulu ja aloitus	9-13
tieto erikoismateriaaleista ja erikoiskuljetuksista	8-10
elementtikaaviot	8-9
punossuunnittelu, koe-elementit, muut ennakkokokeet	6-7
mallielementtien katselmus	5-6
valmistuskuvat lohkoittain ja valmistuksen aloitus, karkea asennusaikataulu	4-6
elementtien asennusaikataulu lohko-/kerrostarkkuudella	3-4
asennustyön aloituskokous työmaalla	1-2

TAULUKKO 2. Betonivalmisosatoimitusten aikataulutus (Harmanen 2010, 11).

Aikatauluongelmien minimoinnissa keskeiseen rooliin nousee niiden havaitseminen ajoissa. Aikatauluviiveen poistaminen voi kestää jopa 2–3 kertaa sen ajan kuin mitä viivettä on syntynyt. Näin ollen jo viikon aikatauluviive voi olla erittäin haitallinen. Aikatauluviiveisiin liittyvä tiedonkulku tulisi olla suunnittelun ohjaajan sekä suunnittelijoiden välillä mahdollisimman läpinäkyvää, jotta näihin ongelmiin pystytään reagoimaan mahdollisimman nopeasti. Työnaikaisien suunnitelmamuutoksien hallinta, sekä samanaikaiset lähtötieto- ja suunnitelmapuutteet muodostavat vaikeimmat ristiriidat työmaiden aikatauluissa. Koska muutostyöt luovat aina häiriöitä, on tärkeää, että suunnitteluvaiheessa muutoksien revisioiden piirustusmerkinnöistä sekä muutoksien tiedottamisesta olisi sovittu tarkasti etukäteen. (Klemetti 2010, 10.)

Lähtötietoihin liittyviä haasteita voidaan havaita myös käytännössä kohdeyrityksessä. Sitowise Oy:n Lauri Salmi kertoo, että Sitowisella elementtisuunnitteluprojektien aikatauluongelmat juontavat juurensa yleensä aina lähtötieto-ongelmiin eli lähtötietojen puutteeseen tai niiden puutteelliseen sisältöön, joka aiheuttaa aina sen, että oma osuus työn tekemisessä viivästyy.

4.2 Lähtötiedot

Elementtien suunnittelija tarvitsee työnsä aloittamiseen eri lähtötietoja, joita on esitetty opinnäytetyön liitteissä 2–4. Suunnittelun toimivuuden ja aikataulussa pysymisen ratkaisee ketju: lähtötiedot – piirustukset – toimitukset (Klemetti 2010).

Lähtötiedoilla tarkoitetaan yleensä sähköistä materiaalia sekä asiakirjoja, joita suunnittelija tarvitsee työnsä suorittamiseen. Elementtisuunnittelija tarvitsee lähtötietoja enimmäkseen arkkitehdiltä, rakennesuunnittelijalta sekä sähkösuunnittelijalta. (Kielo 2018, 16). Tilaajan sekä suunnittelijoiden lähtötietojen hankinta ja täydentäminen kulkee prosessin mukana aina alusta lähtien, ja niitä tarkennetaan koko suunnitteluprosessin ajan. (Klemetti 2010, 2).

Yksi merkittävimmistä ongelmista prosessissa on lähtötietojen saatavuus ja niiden laatu. Myös (Teriö ym. 2003, 27) tutkimuksessa pohtivat, kuinka suunnittelijoiden suunnitteluedellytykset varmistetaan? Tässä työssä tähän haetaan selkeyttä luomalla prosessikaavioon (liite 1). liitetyn lähtötietolistan avulla (liite 2–4).

Betonivalmisosarakenteiden työselostus- ohjeessa kerrotaan seuraavasti. ”Valmisosien tilaaja vastaa siitä, että valmisosasuunnittelijalla on riittävät lähtötiedot” sekä lisäksi ”vastaava rakennesuunnittelija laatii tarvittavat yleissuunnitelmat ja kuormituskaaviot (antaa kuormituslähtötiedot)” (Betoniteollisuus 2013, 6). Tähän dokumenttiin yleisesti nojataan elementtisuunnittelussa, mutta kysymyksenä kuuluukin: Mitä nämä elementtisuunnittelijalle annettavat kuormituslähtötiedot varsinaisesti pitävät sisällään?

4.3 Elementtisuunnittelun tarjouspyyntövaihe

Pääsääntöisesti kohteen tarjouspyyntöasiakirjat laatii rakennesuunnittelija. Tarjouspyynnön tulee sisältää määrällisesti ja laadullisesti riittävän valmiusasteen omaavia lähtötietoja kuten arkkitehtisuunnitelmat, kuormitustiedot, tyyppilliset rakenneratkaisut sekä perusdetaljit.

Suunnitteluasiakirjat, jotka esitellään tarjouspyyntövaiheessa, tulee sisältää ainakin:

- Suunnittelun ja toteutuksen perusteet
- julkisivut ja niiden pintatiedot
- julkisivu- ja runkokaaviot
- rungon periaatteellinen jäykistys
- oleelliset leikkaukset
- riittävä määrä tyyppielementtipiirustuksia kuvaamaan kohdetta
- mahdolliset erikoisteräosat sekä alustavat reikä- ja varausmäärät.

(Elementtisuunnittelu 2020).

Lauri salmen mukaan suurimmat ongelmat tarjouspyyntövaiheeseen luo se, että tilaaja ei saata tietää mitä tarkalleen haluaa, joka johtaa siihen, että tarjousvaiheessa.

4.4 Elementtisuunnittelun aloituskokous

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että aloituskokous pidetään ennen rakennustyön aloittamista. Aloituskokouksessa on oltava läsnä ainakin rakennusvalvontaviranomaisen edustaja, rakennushankkeeseen ryhtyvä tai tämän edustaja, rakennuksen pääsuunnittelija sekä vastaava työnjohtaja. Aloituskokouksessa todetaan ja merkitään pöytäkirjaan rakennushankkeeseen ryhtyvää koskevat veloitteet, suunnittelun ja rakennustyön keskeiset toimijat ja heidän tarkastustehtävänsä, viranomaiskatselmukset ja -tarkastukset sekä muut selvitykset ja toimenpiteet rakentamisen laadusta

huolehtimiseksi. Aloituskokouksessa sovittuja menettelyjä on noudatettava rakennustyössä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 121 §).

Yleensä elementtisuunnittelun aloituskokous järjestetään heti, kun sopimus elementtien toimituksesta on tehty. Aloituskokouksen kutsuu koolle tilaaja. Elementtisuunnittelijan kannalta aloituskokouksessa erityistä huomiota on kiinnitettävä annettujen lähtötietojen laatuun ja oikeellisuuteen. Mikäli tarjouspyyntövaiheessa esitettyihin asiakirjoihin tulee muutoksia, suunnittelija ilmoittaa siitä elementtien valmistajalle sekä tilaajalle ennen muutosten tekemistä. Aloituskokous muodostuu hankkeen tilanteen mukaan. Yleensä käydään läpi suunnittelun tilanne, hankkeen yleisaikataulu, elementtisuunnittelun lähtötiedot sekä elementtien valmistajan huomiot. Elementtisuunnittelun suunnitelmakatselmus tulee myös tarkastaa aloitusedellytyksien varmistamiseksi ja mahdolliset puutteet ja ristiriidat selvitetään ennen aloitusta taikka valmistuksen käynnistymistä. (Elementtisuunnittelu 2020).

4.5 Suunnitteluvastuut ja sopimukset

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999 § 120 c) esitetään, että erityissuunnittelijan vastuulla on huolehtia, että erityissuunnitelmat, tässä yhteydessä rakenne- ja tuoteosasuunnitelmat, täyttävät rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan mukaiset vaatimukset. (elementtisuunnittelu 2020). Erityissuunnittelijalla voidaan tarkoittaa rakenne tai elementtisuunnittelijaa.

Elementtien hankintasopimus tehdään Rakennustuotteiden yleisten hankinta- ja toimitusehtojen RYHT 2000 sopimuslomakkeella. Suunnitteluprosessissa vastaavan rakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan tehtävänjako määräytyy suunnittelusopimuksissa olevien tehtäväluetteloiden mukaan. Näitä tehtäväluetteleita käydään läpi muun muassa aloituskokouksessa. Yleistä on, että suunnitelmat muuttuvat ja täydentyvät projektin edetessä. Tästä koituvat vaikutukset aikatauluun tai kustannuksiin tulee käsitellä erikseen sopijapuolten kesken. (Elementtisuunnittelu, 2020).

Elementtisuunnittelija on vastuussa elementtien rakenteellisesta suunnittelusta saamiensa lähtötietojen pohjalta. Vastuuna on myös varmistaa eri osapuolilta saatujen lähtötietojen yhteensopivuus, mutta kuten aiemmin mainittu lopullinen vastuu lähtötiedoista on elementtisuunnittelun tilaajalla. Haasteeksi kuitenkin nousee se, kuinka voidaan todeta tilaajan ymmärrystaso näistä suunnittelun edellytyksistä.

Reklamaatiot ovat luonnollinen osa hankkeen sopimusteknistä elämää. Tarpeen tullen niitä tulee vaatia ja niihin tulee saada vastauksia. Jokainen reklamaatio tulee käsitellä osapuolten kesken reklamaation syyn poistamiseksi. Reklamaatioita kuitenkin käytetään välillä liian usein vain oman sopimusselustan suojaamiseksi. Tämä prosessi ja turha kitkan syntyminen osapuolten välille voitaisiin usein myös selvittää asianmukaisella kommunikaatiolla ilman reklamaatiota. (Klemetti 2010, 10)

4.6 Tehtäväjako

Seuraavassa taulukossa on esitetty periaatteellinen tehtäväjako rakenne ja elementtisuunnittelijan välillä tavanomaisessa suunnittelu- ja rakentamisprosessissa.

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 • Viranomais hyväksyntä • 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 valmistussuunnitelmat • Elementtien liitos- ja asennusdetaljit • Yksittäisten elementtien asennusaikainen vakavuus ja tuentasuunnitelmat • Turvalaitteiden vaatimat tartunnat • Elementtikaaviot • Elementti- ja valutarvikeluettelot • Elementtien vaatimat tartuntasuunnitelmat • Asennussuunnitelman tarkastus ja hyväksyntä tarvittaessa

KUVA 10. Päärakenne- ja elementtisuunnittelijan välinen tavanomainen työnjako. (Harmanen 2010, 72)

Niin VTT:n (2003) teettämässä tutkimuksessa kuin myös Harmanen (2010) diplomityön kyselyssä ilmeni elementtisuunnittelussa selkeäksi ongelmakohtaksi epäselvä tehtäväjako rakennesuunnittelun ja elementtisuunnittelun rajapinnassa. Sama ongelma on ilmennyt myös toimeksiantoyrityksessä. Talonrakennusta koskevan rakenne- ja elementtisuunnittelun tehtävien sisällön ja laajuuden määritteilyyn yleisesti käytetyt dokumentit ovat Betoniteollisuus RY - betonivalmisteiden työselostus, sekä Rakennustiedon Ohjekortti (RT-103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo. RAK18 2019.). Nämä ohjeet koetaan tilaajayrityksessä liian suurpiirteisiksi. Kuten aiemmin mainittu, muut toimijat yleensä

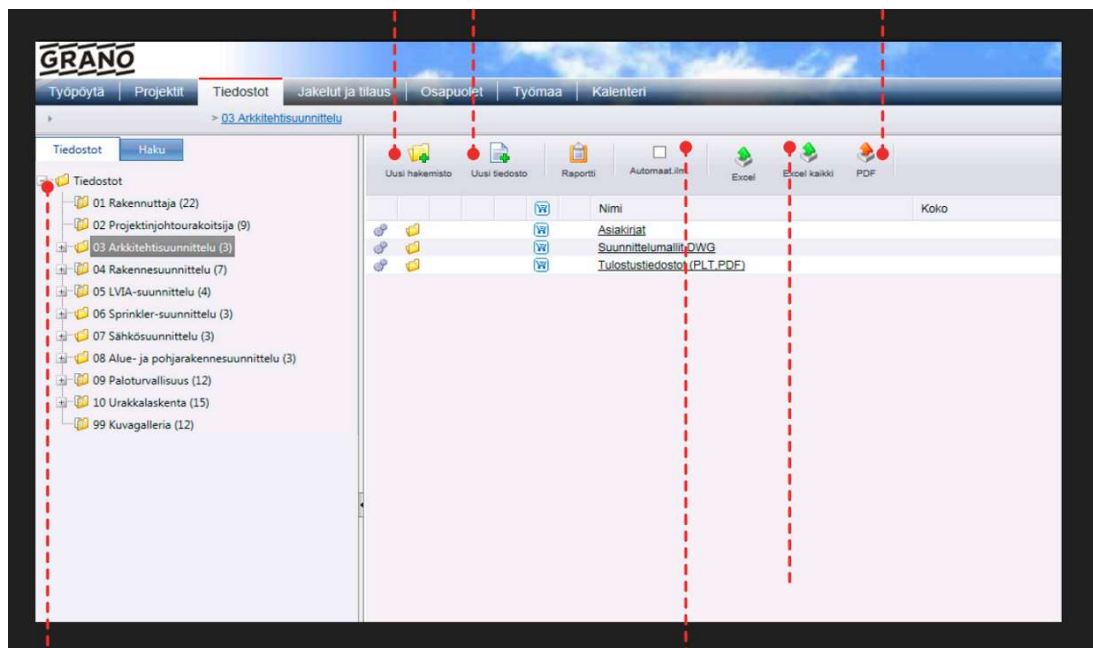
tulkitsevat näitä luetteloita omaksi edukseen. Menneitä kohdeyrityksen haasteita tarkastelemalla ilmenee, ettei näiden ohjeiden avulla synny yhteistä käsitystä rakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan tehtäväjaosta. Ohjeet eivät siten ole riittävät.

Myös tilaajan kanssa on koettu ongelmia hankkeiden ja sopimussuhteiden tasolla. Rakennustiedon teettämässä jäsenkyselyssä liki puolet vastaajista kokee, että tilaaja pyrkii usein tai jopa aina siirtämään urakoitsijoille sekä muille toimijoille ylimääräisiä tehtäviä ja vastuita. Kyselyn vapaassa palautteessa useasti nousivat esille kohtuuttomat aikatauluvaateet sekä suhteettoman suuret maksuehdot. (Rakennusteollisuus RT ry, 2018).

Kohdeyrityksessä on myös ilmennyt eräässä projektissa mittava ongelma rakenne- ja elementtisuunnittelijan välille, joka esitellään Case- tapauksena opinnäytetyön käsittelyosassa.

4.7 Tiedonkulku hankkeessa

Suunnitteluryhmä (ARK, RAK, GEO, LVI, SÄH) toimivat kiinteästi tietokonepohjaisessa yhteistyössä. Yleensä projektissa kaikkien suunnittelijoiden suunnitelmat säilytetään projektia varten perustetussa ”projektipankissa” jossa kaikki suunnitelmat ovat kaikkien projektin osapuolien saatavilla ja osapuolet voivat lisätä omia suunnitelmiaan sekä tarkastella muiden suunnitelmia ja hyödyntää niitä. (RIL 229-1-2020: Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, 13.)



KUVA 11. Tiedostot välilehti (SokoPro Oy 2019, 41)

Hankkeen tiedonsiirron menettelytavoista tulee sopia aina hankekohtaisesti tai viimeistään elementtisuunnittelun aloituskokouksessa. Tiedot tulee pystyä siirtämään siten, että vastaanottaja pystyy hyödyntämään niitä tehokkaasti. Selkeyden vuoksi hankkeessa olisi pyrittävä käyttämään vain yhtä projektipankkia. Yhteistyö perustuu yhteisesti hyväksytyihin aikatauluihin sekä toimintatapoihin. (Elementtisuunnittelu, 2020.)

Tiedonkulun ongelmiin liittyy myös kuvien ja asiakirjojen sisältö. Nykyisin suunnitelmissa, varsinkin työpiirustuksissa ja elementtikuvissa korostuu yksityiskohtien tekninen tarkkuus sekä tekstin merkitys, Klemetin (2010) mukaan, koska:

- Hankkeen työselosteet yms. eivät välttämättä ole jakelussa kaikille osapuolille voivat viitata vastaanottajalle tuntemattomiin normeihin
- Piirustukset sekä työselosteet voivat olla vastaanottajalle vieraalla kielellä
- Kokousmuistioissa ei yleensä ole suunnittelijan omaa kannanottoa mutta piirustus sisältää aina suunnittelijan näkemyksen.
- Piirustukset voidaan aina mahdollisesti esittää viranomaisille
- Valmistava alihankkija tekee piirustuksen mukaan, elementtikuvat ovat hankalempi viimeistellä työselostuksen kuin elementtipiirustuksen mukaan.
- toteuttava työntekijä nojaa pääosin piirustuksen sisältävään informaatioon ja uusin päivämäärä korvaa aina vanhemman.

Sähköpostitiedonsiirto tulisi olla vain avustava, mutta ei pääasiallinen suunnittelun tiedonsiirron väline. Tietojen esittäminen 3D-muodossa on erittäin potentiaalinen teollista tuotantoa palveleva ja risteily-tarkastuksia edistävä työkalu.

Ongelmatilanteissa muutoksien ja kysymysten tiedonsiirrossa sähköposti on toimiva työkalu, mutta sen avulla ei voida korvata työpiirustusten, kuvien ja työselosteiden revisiointia. Lisäksi ongelmatilanteita selvittäessä on parempi olla liian pieni kokousryhmä kuin liian iso. Pientä palaveria on helppo käsitellä ja tarvittaessa laajentaa mutta 10 hengen kokouksessa on hankala käsitellä 2 suunnittelijan välisiä ongelmia. Klemetti (2010, 10–11.)

5 ELEMENTTISUUNNITTELUPROSESSIN KEHITYS

5.1 tutkimus/kehitysmenetelmät

Aiemmissa teorialuvuissa käytiin läpi kohdeyrityksen suunnittelun ohjausta ja kerrottiin elementtisuunnitteluprosessin ongelmakohtia. Tarkoituksena oli myös tuoda ilmi näihin kohtiin selvennyksiä ja vastauksia sekä parannuksia alan aihetta käsittelevistä opinnäyte- ja diplomitöistä, kirjallisuudesta, verkkojulkaisuista. Lisäksi käytettiin yrityksen sisäisiä keskusteluja, sekä laadittiin kyselyitä SKOL ry:lle. Tässä kappaleessa päämääränä on esittää ratkaisuja, jotka voisivat auttaa kehittämään toimeksiantoyrityksen betonielementtisuunnittelun prosessia. Aluksi esitellään case- tapaus, jotta saadaan konkreettinen näkemys kohdeyrityksessä ilmenneistä ongelmista ja sen jälkeen käsitellään SKOL ry:lle luotua kyselyä ja sieltä saatuja vastauksia. Lopuksi esitellään opinnäytetyön ohella luotu prosessikaavio ja siihen liitetty lähtötietolistaus. Näiden työkalujen voidaan ajatella tuovan selkeyttä lähtötietojen laatimiseen ja epäselvään vastuunjakoon, jotka olivat suurimpia koettuja ongelmia kohdeyrityksessä.

5.2 Case tapaus

Case tapaus vuonna 2022 Sitowisellä toimii hyvänä esimerkkinä siitä, kun rakenne- ja elementtisuunnittelijan vastuujako on epäselvää ja molemmat osapuolet omaavat eriävän mielipiteen asiasta. Sitowisen Oy:n elementtisuunnitteluprojektissa projektin alkupuolella syntyi kiista siitä, kumpi rakenne- vai elementtisuunnittelija laskee elementtisuunnitteluun lähtötietona tarvittavat pystykuorimat tasojen mittapiirustuksiin. Kiistassa jouduttiin käyttämään ulkopuolista konsultaatiota molempien osapuolien taholta, tästä koitui myös ylimääräisiä kustannuksia sekä työtä.

Tämä tapaus ei ole ainoa laatuaan, vaan samankaltaisia kiistoja on ollut aikaisemminkin mutta tämä kyseinen tapaus toimii hyvänä esimerkkinä tämän ongelman havainnollistamisessa. Tapausta käytettiin pohjana SKOL ry:lle lähetetyssä kyselyssä, jota käsitellään seuraavassa kappaleessa.

5.3 SKOL RY KYSELY

SKOL ry:lle laaditun Kyselyn tavoitteena oli saada selkeä mielipide rakenne- ja elementtisuunnittelijan välisistä tehtäväjaosta sekä velvoitteista sekä saada eräänlainen ”selkänöja” johon nojata sopimustilanteissa, jotta aiemmin esitetyn case- tapauksen kaltaiset tilanteet voitaisiin välttää.

Kysely suoritettiin ottamalla yhteyttä SKOL ry:n kehityspäällikkö Matti Kiiskiseen, joka myöhemmin järjesti SKOL-rakennetyöryhmän kanssa kokouksen, jonka jälkeen työryhmä toimitti meille selvityksen kysymyksistämme.

Kyselyssä esitettiin kysymyksiä lähtötietojen laajuudesta, jotka rakennesuunnittelija toimittaa elementtisuunnittelijalle, tarkentavia kysymyksiä RAK 18 tehtäväluettelon sekä betonivalmisosarakenteiden työselostuksen kohdista elementtisuunnittelua koskien sekä toimitettavien lähtötietojen laajuudesta ja toimitustavoista.

SKOL ry:n työryhmän lähettämä vastaus perustuu lähtökohtaan, jossa pääurakoitsija tai betonielementtitoimittaja vastaa elementtien valmisosasuunnittelusta. Tarkastelu ei sovellu sellaisenaan tuoteosakauppahankintoihin. Työryhmä myös mainitsee, että periaatteet tehtävän jaosta ja muista velvoitteista olisi suositeltavaa kirjata betonielementtityöselostukseen. Seuraavaksi käydään läpi kohdeyrityksen kannalta olennaisin seikka:

”Kuormituslähtötiedot

Pystykuormat:

- *pysyvät kuormat, joita tulee kantavien rakenteiden omien painojen lisäksi*
- *hyötykuormat*
- *luonnonkuormat*
- *muut mahdolliset erikoiskuormat*
- *palotilanteen kuormat tarvittaessa*
- *jatkuvan sortuman hallintaan liittyvän vaihtoehtoisen kuormansiirtoreitin kuormitukset (kts. suunnittelun ja toteutuksen perusteet asiakirja, mahdolliset siteet esitetään tasojen raudoituspiirustuksessa tai muissa rakennesuunnitelmissa)*

Pystykuormat esitetään tasojen mittapiirustuksissa, joista valmisosasuunnittelija laskee valmisosalle kohdistuvat kuormitukset. ristiin kantavien laattarakenteiden pystyrakenteille aiheuttamat kuormitukset ovat määriteltävissä taulukkomitoitusperiaattein.”

Tämä periaate elementtisuunnittelijalle toimitettavista mittapiirustuksista, joista elementtisuunnittelijasuunnittelija laskee valmisosalle kohdistuvat kuormitukset, puoltaa myös Sitowise Oy:n näkemystä tästä vastuujaoista ja on ollut käytössä myös aiemmin. Tämä kirjallinen vahvistus toimii hyvänä ohjeena jatkossa silloin kun koetaan ongelmatilanteita ja sen periaatteen merkitys korostuu entisestään.

5.4 Prosessikaavio ja lähtötietolistaus

Liitteessä 1 on kuvattu uusi prosessikaavio, jossa on esitetty elementtisuunnitteluprosessin osapuolet ja vastuudet- sekä liitännäissuhteet. Uutta kaaviossa on se, että se antaa tarkemman läpileikkauksen vain elementtisuunnittelun vaiheeseen projektissa, aiemman yrityksessä luodun paljon laajemman kaavio sijaan. Tämän voidaan ajatella selkeyttävän elementtisuunnittelun prosessia. Keskiöön kuitenkin nousee se, että kaavio otetaan aidosti käyttöön hankkeissa ja se pidetään keskeisessä roolissa. Tämän onnistumiseksi ja prosessin jalkauttamiseksi vaaditaan vastuutusta sekä sitoutumista kaavion käyttämiseen.

Prosessikaavion liitettyssä lähtötietolistauksessa on esitetty lähtötietoja projektin muilta osapuolilta, joita elementtisuunnittelija tarvitsee työnsä toteuttamiseen. Lähtötietolistaus on suunniteltu aiemman yrityksessä luotuun Excel pohjaiseen listaukseen verrattuna visuaalisesti sekä käytettävyydeltään selkeämpään pdf-lomake muotoon. Listauksesta voidaan helposti tulostaa myös paperiversio, joka usein koetaan helpompana vaihtoehtona Excel tiedoston täyttämisen sijaan.

Uutena ohjenuorana voidaan pitää, että heti projektin alussa nimettäisiin vastuuhenkilö, joka huolehtii lähtötietolistausta, puhuttiinpa sitten paperiversiosta tai sähköisestä versiosta.

5.5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena kehittää ja luoda kokonaisvaltainen kuva Sitowise Oy:n Kuopio rakennetekniikkaosaston elementtisuunnitteluprosessin vaiheista suunnittelun ohjauksen näkökulmasta. Lisäksi tavoitteena oli etsiä ratkaisuja prosessista ilmenneisiin haasteisiin sekä luoda yritykselle prosessikaavio ja lähtötietolistaus.

Kohde yrityksessä on panostettu yksikön sisäiseen yhteistyöhön ja toimintaan mutta haasteeksi on koettu mm. yhteistyö yksikön ulkopuolisten osapuolten kanssa elementtisuunnitteluprojekteissa. Tämän opinnäytetyön tilauksessa viitteeksi annettiin:

- ongelmat elementtisuunnitteluun tarvittavien lähtötietojen saatavuudessa, laadussa ja määrässä.
- ongelmat vastuujaoissa rakenne- ja elementtisuunnittelijan välillä elementtisuunnitteluprojekteissa

Opinnäytetyössä haettiin ongelmiin vastauksia alan kirjallisuudesta sekä aiemmista diplomitöistä ja tutkimuksista. Aihetta on tutkittu paljon ja monelta eri kantilta. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että oman työn turvaamiseksi olennaisinta on lähtötietojen varmistaminen. Ilman lähtötietoja ei voida suunnittelua toteuttaa, joka muodostaa ongelmia prosessin joka osa alueella.

Sopimus ja vastuuongelmiin liittyvien organisaatorajojen yli menevien haasteiden selättämisessä olennaisinta on alan yhteisten sääntöjen, käytäntöjen sekä standardien- ja ohjeiden noudattaminen, mutta pelkkien sopimuksien ja ohjekorttien lisäksi isossa roolissa on osapuolien henkilökemiat, joiden vaalimiseen ja kehittämiseen tulisi opinnäytetyön tekijän mielestä kiinnittää alan yrityksissä yleisesti enemmän huomiota.

Case- tapausta tutkiessa voidaan todeta, että näiltä ongelmilta olisi voitu välttyä runsaamman osapuolten välisten keskusteluiden sekä yhteisten suunnitelmakatselmuksien avulla. Yksi olennainen ongelmiin johtanut tekijä oli tiedon puutteellisuus.

Opinnäytetyössä käytettiin asiantuntija haastatteluita sekä kyselyä SKOL Ry:lle. Luodun prosessikaavio ja lähtötietolistauksen sekä SKOL Ry:ltä saadun selvityksen tuloksia tilaajayrityksen elementtisuunnitteluprosessiin ei voida mitata, ennen kuin niitä on päästy soveltamaan oikeaan elementtisuunnitteluprojektiin. Opinnäytetyön varsinaisena tarkoituksena oli kuitenkin luoda asiakirjapohjat, joilla voitaisiin taata lähtötietojen saatavuus tai ainakin se, että kenelläkään ei ole epäselvyyksiä näi-

den lähtötietojen tilanteesta, joten voidaan olettaa, että näistä asiakirjapohjista tulee olemaan hyötyä yritykselle. Myös SKOL Ry:ltä saatu selvitys suunnittelijoiden vastuista on onnistunut tulos. Jotta yritys hyötyy täysimittaisesti luodusta kaaviosta, lähtötietolistauksesta sekä kyselyn tuloksesta, vaaditaan sitoutumista uuteen prosessiin sekä johdon tukea.

6 POHDINTA JA JATKOTOIMENPITEET

Löysin tämän opinnäytetyön aiheen työnantajaltani Sitowise Oy:ltä sen ollessa useamman vuoden vailla tekijää. Olen ollut Sitowisella harjoittelijana betonielementtien suunnittelussa kahden kesän verran mutta tämän opinnäytetyön aloitettuani huomasin, että tietoni elementtien piirtämisen- ja mallintamisen lisäksi itse elementtisuunnitteluprosessista tai suunnittelun ohjauksesta minimaaliset. Tässä työssä sain tutkia ja perehtyä elementtisuunnitteluprosessiin yleisesti sekä yrityksen tasolla. Tämän ansiosta koen, että olen saanut hyvän perustietämyksen elementtisuunnitteluprosessista sekä suunnittelunohjauksesta. Tämän opinnäytetyön tekemisessä suurimpina haasteina koin olevan riittävän kattavan lähdemateriaalin löytämisen, aiheesta ei ole yhtä koottua teosta tai lähdettä, joten lähdemateriaalin joutui kasaamaan pala kerrallaan useasta eri alan julkaisusta sekä aiemmista diplomi- ja opinnäytetyöstä. Toinen suuri haaste oli aiheen rajaaminen, tässä työssä ei ehditty käsittelemään esimerkiksi mallintamista, elementtikuvien piirtämistä, piirustuksien sisältöä tai itse betonielementtejä sekä näiden aiheiden vaikutusta tai kehittämistä elementtisuunnitteluprosessissa kuin pintaraapaisulla tai ei lainkaan.

Opinnäytetyön toteutustapa oli kehittämistyö. Tutkimus oli onnistunut ja aiheena erittäin laaja ja monisyinen. Täten vastauskaan ei ole yksiselitteinen opinnäytetyössä kuitenkin tarjottiin useita eri työkaluja elementtisuunnitteluprosessin haasteisiin. Näiden työkalujen lisäksi, jokaisella työntekijällä on vastuu toimia tehokkaasti ja yhteisten päämäärien saavuttamiseksi ja sitoutua sovittuihin asioihin. Aiempien suunnitteluprosessien tutkimusten perusteella mielestäni alalla yleisesti pitäisi siirtyä enemmän kumppanuussopimus kaltaisiin projekteihin varsinkin elementti- ja rakennesuunnittelua toteuttavien suunnittelutoimistojen välille. Näin saataisiin helpotettua rakennesuunnittelusta tarvittavien lähtötietojen saantia sekä saataisiin ohjattua elementtisuunnittelun sisältävää rakennesuunnittelua projektin kannalta edullisempaan suuntaan helpommin. Myös suunnittelijoiden vastuujako ja yhteistyö saataisiin selkeämmäksi, jos ajan kuluessa kumppanuussuhteessa tai samassa suunnittelu-toimistossa työskentelevien suunnittelijoiden välillä saataisiin muodostumaan vankat ja selkeät käytännöt, jotka olisivat jo projektien alussa kaikille tiedossa.

Tätä opinnäytetyötä tehdessä kävi ilmi, että aiheesta on tehty tutkimuksia jo 90-luvulta asti ja näitä samoja haasteita käsiteltiin myös tässä opinnäytetyössä ja nämä haasteet ovat edelleen nykypäivän (2023-luvun) suunnittelutoimistoissa. Suurimpina ongelmina on siis vuosikymmenien ajan nähty olevan aikatauluongelmat, lähtötietojen ongelmat sekä yhteistyö. Alalla voidaan päätellä vallitsevan siis tietynlainen kapeakatseisuus, sillä jos yritykset keskittyvät aina vain omiin prosesseihinsa ja niiden kehitykseen kokonaisuudesta välittämättä, ei kestäviä ratkaisuja tulla saamaan. Yksi yritys ei pysty muuttamaan koko alan käytäntöjä ja täten yhteistyön lisääminen ja asian kehittäminen on välttämätöntä. Olennaista olisi tuoda nämä aikaisemmat tutkimukset paremmin julki ja levitykseen, kuten jo

VTT:N (2003) tutkimuksessa todettiin: mikäli aikaisempien suunnitteluprosessitutkimusten tulokset olisi saatu laajamittaiseen käyttöön, olisi tämä tutkimus pääosin tarpeeton.

On tärkeää ymmärtää projektin ja prosessin ero. Projektien voidaan ajatella olevan yksilöllisiä urakoita, kun taas prosessi ajattelussa toimitaan enemmän tai vähemmän vakiintuneita käytäntöjä noudattaen. Mielestäni elementtisuunnittelun tuottavuutta saataisiin huomasti parannettua, jos siirryttäisiin aiemmin mainitun kumppanuussuhde- mallin avulla elementtisuunnitteluprojekteista, joka on osuvampi kuvaamaan tämänhetkistä "prosessia" aitoihin elementtisuunnitteluprosesseihin, joissa noudatetaan prosessille ominaisia selkeitä askelia ja toimia lopputuloksen saavuttamiseksi. Nykyisessä projektimallissa suurimmaksi haasteeksi nousevat hankkeesta toiseen vaihtuvat yhteistyökumppanit. Tämän takia panostus osapuolten väliseen tiedonsiirtoon, yhteistyön kehittämiseen ja sopimukseen tulee tehdä aina uudestaan. Jokaisella toimijalla on lisäksi omat käytäntönsä ja näkemysensä asioista jonka takia osapuolten välille on hankala muodostaa yhteistä järjestelmällistä prosessia.

Myös tilaajan vastuita tulisi pohtia enemmän, määräykset kertovat, että tilaaja on loppukädessä vastuussa suunnittelijoiden lähtötiedoista, mutta onko tämä tarkoituksenmukaista, jos tilaajalla ei itsellään ole ammatillista tietämystä suunnittelun edellytyksistä ja palkkaa vain ulkopuolisen konsultin hoitamaan asian. Monet mahdollisuudet ja innovaatiot alalla jäävät tekemättä ja jämähdetään samaan vanhaan, jos tilaajan motiivina on saada valmiit suunnitelmat vain mahdollisimman halvalla.

Jatkotoimenpiteenä tulisi Sitowise Oy:n Kuopion rakennetekniikka osastolla tarkkailla tässä työssä luotujen työkalujen käyttöä projekteissa, sekä tutkia kuinka voitaisiin korostaa niissä prosessin-omaista ajattelua ja työskentelytapaa.

LÄHTEET

- Teriö, Olli, Koski, Hannu, Rantanen, Eeva, Ruuhilehto, Kaarin 2003. Runkoprosessin re-engineering. Betonivalmisisarakentamisen suunnittelu-toteutus-prosessin uudistaminen. Pdf-dokumentti. VTT tiedotteita 2222. Espoo. <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2003/T2222.pdf>. Viitattu 24.4.2023
- Elementtisuunnittelu 2020. Elementtirakentamisen historia. Verkkojulkaisu. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisisarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>. Viitattu 3.3.2023
- Harmanen, M. 2010. Betonielementtikohteiden tietomallipohjainen suunnitteluprosessi. Diplomityö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 13.4.2023
- Kokko, Paula 2017. Tietomallien hyödyntäminen betonielementtiprosessissa. Diplomityö. Tuotantotalous. Lappeenranta University of Technology. <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/144058>. Viitattu 14.4.2023.
- Esa Klemetti 2010. Suunnittelujohtaminen – oikein mitoitettu suunnittelu-aikataulu ja sen ohjaaminen. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK100203.pdf>. Viitattu 5.4.2023
- Karri Kivioja 2014. Hankalimmat sopimustilanteet ja niiden välttäminen. https://www.rt.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2014-09-30_karikiviojahankalimmatsopimustilanteet-ja-niiden-valttaminen.pdf. Viitattu 18.4.2023
- RT-103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo. RAK18 2019. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 82-10821 Betonielementtirunkorakenteet. Ohjetiedosto 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- RunkoRYL 2010 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- Leppämäki, Harri 2014. Elementtisuunnitteluprosessi ja suunnittelujärjestelmä. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405066061>
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P120c>. Viitattu 8.4.2023
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 214/2015. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150214>. Viitattu 9.3.2023
- Rakennusteollisuus RT ry 2018. Eettiset periaatteet käytännössä: 1. Kunnioita kaikkia osapuolia. Verkkojulkaisu. <https://www.rt.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2018/eettiset-periaatteet-kaytannossa-1.-kunnioita-kaikkia-osapuolia/>. Viitattu 19.4.2023.
- Betonitieto julkaisuaika tuntematon. Betonielementit. Verkkojulkaisu. <https://www.betonitieto.fi/betoniteollisuus/betonielementit.html>. Viitattu 12.1.2023.
- SokoPro-käyttöohje 2019. SokoPro Oy. Pdf-tiedosto. Julkaistu 02.2019. https://www.sokopro.com/wp-content/uploads/2019/02/Sokopro_opas.pdf. Viitattu 10.3.2023
- Elementtisuunnittelu 2020. Teollinen valmisisarakentaminen. Verkkojulkaisu. Päivitetty 23.09.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisisarakentaminen>. Viitattu 18.01.2023.

Betonitieto julkaisuaika tuntematon. Rakentamista ohjaava lainsäädäntö. Verkkojulkaisu. <https://www.betonitieto.fi/suunnittelijat/betonirakenteiden-suunnittelu-talonrakentaminen/suunnitteluprosessin-hallinta/lainsaadanto-ja-standardit/rakentamista-ohjaava-lainsaadanto.html>. Viitattu 3.3.2023

Betonitieto julkaisuaika tuntematon. Rakentamisen standardit. Verkkojulkaisu. <https://www.betonitieto.fi/suunnittelijat/betonirakenteiden-suunnittelu-talonrakentaminen/suunnitteluprosessin-hallinta/lainsaadanto-ja-standardit/rakentamisen-standardit.html>. Viitattu 3.3.2023

Betonitieto julkaisuaika tuntematon. Asuinrakennukset. Verkkojulkaisu. <https://www.betonitieto.fi/betoniteollisuus/betonielementit/betonielementtirakentaminen/talonrakennus/asuinrakennukset.html>

Suomen Betoniyhdistys ry 2018. BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018. 6. painos. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen Betoniyhdistys ry 2004. BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2004. 5. painos. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Betonitieto julkaisuaika tuntematon. Rakennejärjestelmän valinta. Verkkojulkaisu. <https://www.betonitieto.fi/suunnittelijat/betonirakenteiden-suunnittelu-talonrakentaminen/betonirakenteiden-luonnos-ja-konseptisuunnittelu/rakennejarjestelman-valinta.html>. Viitattu 7.3.2023

Ohje rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta. Ympäristöministeriö. Pdf-tiedosto. Julkaistu 12.3.2015. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/YM_ohje_rakennusten_suunnittelijoiden_kelpoisuudesta_paiv01042015.pdf. Viitattu 9.3.2023.

Betonivalmisosarakenteiden työselostus. Betoniteollisuus ry. Pdf-tiedosto. Julkaistu 12.3.2015. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/suunnitteluprosessi/elementtityoselostus>. Viitattu 10.4.2023

LIITTEET

LIITE 1: ELEMENTTISUUNNITTELUN PROSESSIKAAVIO

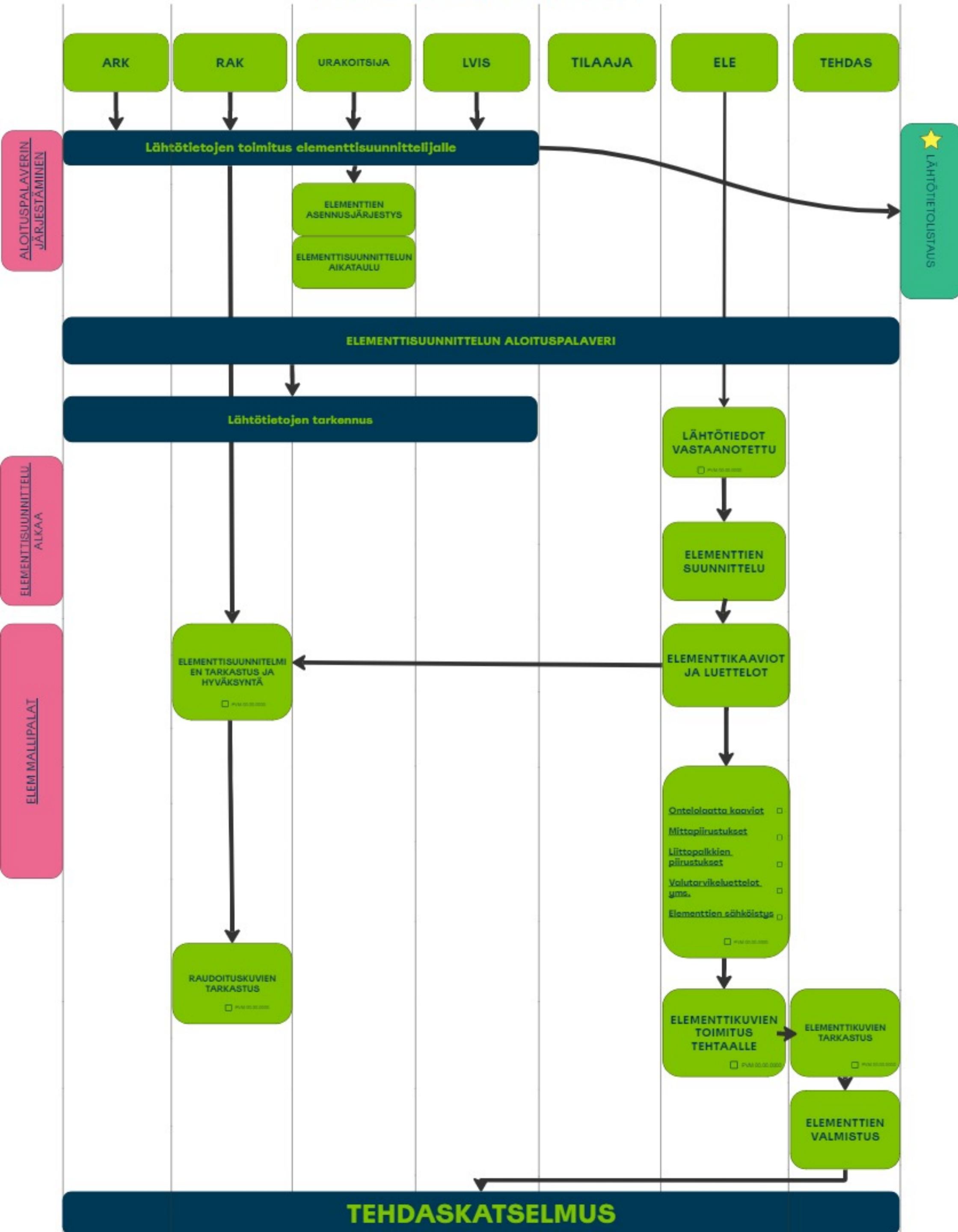
LIITE 2: ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOLISTAUS S.1

LIITE 2: ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOLISTAUS S.2

LIITE 2: ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIETOLISTAUS S.3

ELEMENTTISUUNNITTELUN PROSESSIKAAVIO

SITOWISE



ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

SITOWISE

Arkkitehti

PVM.

Mitoitetut työpiirustukset

Tarvitaan

Saatu

<input type="checkbox"/> Rakennuksen päämitat (sisäänvedot, paksunnokset)		
<input type="checkbox"/> Tasojen korot (huomioitavat)		
<input type="checkbox"/> Ikkunoiden ja ovien sekä aukkojen mitoitus betonirakenteissa		
<input type="checkbox"/> Elementtien mitoitus (saumat, aukot, limitykset, katkaisut)		
<input type="checkbox"/> Ei kantavien seinien ja hormien mitoitus		
<input type="checkbox"/> Kylpyhuoneiden mitoitus		
<input type="checkbox"/> Parvekkeet päämittoineen (vrt. detaljipiirustukset)		
<input type="checkbox"/> Runkoon liittyvät rakenteet (katokset, varastot, hissit) mitoituksineen		
<input type="checkbox"/> Paloluokat ja -alueet		
<input type="checkbox"/> Ääneneristysvaatimukset rakenteille		
<input type="checkbox"/> Alaslasketut katot (vapaa sisäkorkeus)		
<input type="checkbox"/> Ovi- ja ikkunalitterointi		
<input type="checkbox"/> Kattoikkunat (vrt. detaljipiirustukset)		
<input type="checkbox"/> Kantavan alapohjan alustatilan luukut, tuuletusputket (vrt. detaljipiirustukset)		
<input type="checkbox"/> Savunpoistoluukut- ja ikkunat (vrt. detaljipiirustukset)		
<input type="checkbox"/> Pääsy ullakolle- ja hissikonehuoneeseen (vrt. detaljipiirustukset)		

Knittans

PVM.

miro

Arkkitehti

Julkisivu piirustukset

PVM.

Tarvitaan

Saatu

<input type="checkbox"/> Elementtijaot kaikilla sivuilla (sisäänvedot ja porrastukset)		
<input type="checkbox"/> Julkisivumateriaalit ja niiden kattavuusalueet yksiselitteisesti		
<input type="checkbox"/> Julkisivun erityiskohdat, esim. aukotukset, säleiköt, reiät, katokset		
<input type="checkbox"/> Maanpinnan korkomerkinnot		
<input type="checkbox"/> Räystäs- ja harjakorot		
<input type="checkbox"/> Detaljimerkinnot		
Leikkauspiirustukset		
<input type="checkbox"/> Elementtisaumat		
<input type="checkbox"/> Aukkojen mitoitus betonirakenteissa		
<input type="checkbox"/> Räystäät, katokset, sokkelit, sisä- ja ulkoportaat (porrastyypit ja valmistajat)		
<input type="checkbox"/> Alaslasketut katot		
<input type="checkbox"/> Leikkauspiirustukset tehtävä kohdista, joissa rakenne muuttuu		

ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

SITOWISE

Arkkitehti

PVM.

Detalji- ja piirustukset

Tarvitaan

Saatu

<input type="checkbox"/> Elementtisaumojen koot ja muodot		
<input type="checkbox"/> Ovien ja ikkunoiden liittyminen elementtiin ja aukon muodot, karmisyvyys		
<input type="checkbox"/> Eri julkisivupintojen liittyminen toisiinsa		
<input type="checkbox"/> Metalliovien- ja ikkunoiden liittymät elementteihin		
<input type="checkbox"/> Täydentävien rakenteiden liittymät (katokset, kaiteet, tikkaat, erkkerit)		
<input type="checkbox"/> Rästäsdetaljit		
<input type="checkbox"/> Elementtien kulmat, nurkat, viisteet ja urat		
<input type="checkbox"/> Julkisivulaattojen limitykset yksiselitteisesti		
<input type="checkbox"/> Laattasaumat, värit		
<input type="checkbox"/> Ovien kynnyksidetajit		
<input type="checkbox"/> Korvausilmaventtiilit yms. ulkoseinän osat (koko, sijainti)		
<input type="checkbox"/> Ulkokuoren katkaisut, lämmöneristetilan tuuletus		
<input type="checkbox"/> Erilliset katospiirustukset		
<input type="checkbox"/> Erilliset parvekepiirustukset (kaadot, vedenpoisto, kaide, pintakäsittelyt)		
<input type="checkbox"/> Erilliset porraskiirustukset (tyyppi, nousu, etenemä, korot, aukot yms.)		
<input type="checkbox"/> Ikkuna- ja ovikaaviot		
<input type="checkbox"/> Rakennusselitys		

Kaluste- ja piirustukset (tarvittaessa)

Arkkitehtimalli

IFC PROJEKTIN YHTEISEN ORIGON PAKKA

3D.DWG

Knittans

PVM[®]

ELEMENTTISUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

SITOWISE

PVM.

SÄHKÖ

Tarvitaan

Saatu

- | | Tarvitaan | Saatu |
|--|-----------|-------|
| <input type="checkbox"/> Sähkövaraukset reikäpiirustuksin | | |
| <input type="checkbox"/> Sähkösuunnitelmat (tarvittaessa) | | |
| <input type="checkbox"/> Sähkömalli <input type="checkbox"/> IFC <input type="checkbox"/> 3D.DWG | | |

PÄÄURAKOITSIJA

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Aikataulu | | |
| <input type="checkbox"/> Suunnitteluohjeet | | |
| <input type="checkbox"/> Projektipankki, kopiolaitos | | |
| <input type="checkbox"/> Suunnitelma-aikataulu (realistinen) | | |
| <input type="checkbox"/> Elementtitoimittajat (ontelolaatta, porras, julkisivu, väliseinä, parveke, tukimuuri) | | |
| <input type="checkbox"/> Tieto tilaelementtitoimittajasta | | |
| <input type="checkbox"/> Työmaasuunnitelma, nosturi, kaide, kulkuaukot | | |
| <input type="checkbox"/> Rakennusten toteutusjärjestys | | |
| <input type="checkbox"/> Max elementtipainot | | |
| <input type="checkbox"/> Hissitoimittajan tekemät kuulupiirustukset | | |
| <input type="checkbox"/> Porrastoimittaja ja porrastyypit | | |
| <input type="checkbox"/> Tieto sähköurakoitsijat | | |
| <input type="checkbox"/> työmaan turvallisuus | | |
| <input type="checkbox"/> Kaideratkaisut, kulkuaukot, väliaikaistuenat | | |
| <input type="checkbox"/> Elementtien toimitusaikataulu | | |
| <input type="checkbox"/> VSS-elementtitoimittaja (jos VSS on elementtirakenteinen) | | |

Knittaus

PVM.

miro