



# Betonikerrostalon elementti- suunnittelun prosessi

Vesa Virtanen

OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talonrakennustekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talorakennustekniikka

VIRTANEN, VESA:

Betonikerrostalon elementtisuunnittelun prosessi

Opinnäytetyö 60 sivua, joista liitteitä 20 sivua

Marraskuu 2021

---

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin elementtirakentamisen prosessia betonikerrostaloissa. Betonielementtisuunnittelusta on todella vähän tietoa saatavilla. Epätietoisuus suunnittelijoiden, tuotannon ja työmaan keskuudessa tuottaa ylimääräistä työtä jokaiselle prosessin osapuolelle. Tätä epätietoisuutta keskityttiin työssä avaamaan kartoittamalla elementtirakentamisen prosessin osapuolet, vaiheet ja ongelmakohdat elementtisuunnittelijan näkökulmasta. Prosessin kartoitukseen käytettiin henkilöhaastatteluja, mutta pääsääntöisesti sisältö pohjautuu alan aineistoon.

Opinnäytetyö laadittiin Insinööritoimisto Jonecon Oy:lle ja sen aikana tuotettiin elementtisuunnitelmia useaan rakennuskohteeseen, joiden avulla päästiin syvälle elementtisuunnitteluun kokonaisuutena ja pystyttiin luomaan iso kokonaiskuva elementtisuunnittelun prosessista.

Työssä esitellään nykyistä suunnittelumallia, sen eri vaiheita ja mahdollisia ongelmakohtia. Prosessin lähtökohtia avattiin yleisesti elementtisuunnitelmiin liittyvien aiheiden perusteella. Tähän sisältyi prosessin osapuolet, dokumentointi ja aikataulut. Suunnitteluprosessiin kuuluu lähtötietojen läpikäynti ja työturvallisuuden suunnittelu, mutta olennaisin asiasisältö oli kenelle, missä muodossa ja millä aikataululla elementtisuunnittelija vastaanottaa ja lähettää tietoja muille osapuolille.

Lopputuloksena saatiin kattava katsaus elementtisuunnitteluun, siihen vaikuttaviin muuttujiin, osapuoliin, ongelmiin ja epätietoisuuteen. Prosessin osapuolien tehtäväkenttien selkeyttäminen, tietoisuus oman työn vaikutuksesta muiden töihin, yhteistyön parantaminen sekä aikataulutuksen optimointi ovat asioita, joihin keskittymällä saadaan tulevaisuudessa tehokkaampi kokonaisuus.

---

Asiasanat: prosessi, elementtirakentaminen, elementtisuunnittelu

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme of Construction Engineering  
Building Construction

VIRTANEN. VESA:

The Process of Designing an Apartment Building from Prefabricated Concrete Elements

Bachelor's thesis 60 pages, appendices 20 pages  
November 2021

---

The aim of the thesis was to clarify the design process of prefabricated concrete elements. There is very little information available about prefabricated concrete design. Quandary among designers, manufacturers, and the construction site causes additional work on all the parties involved in the process. This uncertainty was concentrated on by clearing up the parties, phases, and shortcomings of the process from the prefabricated element designers' point of view.

The thesis was compiled for Jonecon Consulting Engineers Ltd. Simultaneously prefabricated concrete elements were designed to various building sites which aided to getting deeper understanding of the whole process.

The current template of design, its various stages and the problems associated with it, are displayed in the thesis. The baseline for the blueprints of prefabricated design was unwrapped by explaining the basic topics related to the process. The design process includes walkthrough of the source information and occupational safety, but the most essential part is to whom and in which format the designers receive and send out information.

The outcome was a comprehensive summary of the design of prefabricated concrete elements, its parameters, parties, problems, and the quandary associated with it. The points to focus on to create more efficient outcome in the future are clarifying the tasks of each party, being conscious of the effects of one's work on the work of others, improvement of cooperation and scheduling optimization.

---

Key words: process, prefabricated construction, prefabricated design

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Tausta.....	6
1.2 Tavoitteet .....	7
1.3 Rajaus.....	7
2 ELEMENTTISUUNNITTELU YLEISESTI.....	8
2.1 Elementtisuunnitteluprosessin osapuolet.....	10
2.2 Elementtisuunnitteluprosessiin liittyvät asiakirjat.....	12
2.2.1 Tarjouspyyntöasiakirjat.....	12
2.2.2 Suunnitelma-asiakirjat .....	12
2.3 Elementtityypit.....	15
2.4 Elementtisuunnittelun aikataulu .....	18
2.4.1 Aikatauluongelmat ja niiden estäminen .....	19
2.5 Elementtisuunnittelun jakelu .....	20
3 SUUNNITTELUPROSESSI .....	21
3.1 Suunnittelijoiden vastuu .....	21
3.2 Suunnittelun lähtötiedot.....	22
3.2.1 Tyypielementit .....	22
3.2.2 Tilaajan ohjeet .....	23
3.2.3 Tehdasohjeet.....	25
3.2.4 ARK .....	25
3.2.5 RAK .....	26
3.2.6 LVIS-suunnittelijat.....	28
3.2.7 Valmisteräsosat .....	29
3.2.8 Erikoiskuvat .....	31
3.3 Suunnittelun kulku.....	33
3.4 Työturvallisuus .....	34
4 POHDINTA .....	35
LÄHTEET.....	38
LIITTEET .....	40

**LYHENTEET JA TERMIT**

LVISA	Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö, automaatio
RAK	Rakennesuunnittelusta ja -suunnitelmista käytetty lyhenne
ARK	Arkkitehtisuunnittelusta ja -suunnitelmista käytetty lyhenne
RT-kortisto	Rakennustieto Oy:n laatima tietokokoelma
RunkoRYL	RT-kortiston osa runkotöihin liittyen
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu ( <i>computer-aided design</i> )
ICT	Tieto- ja viestintäteknologia ( <i>information and communications technology</i> )
RT	Rakennustieto, tietopalvelua tarjoava osakeyhtiö
BY	Suomen Betoniyhdistys ry
BES	Betonielementtistandardi
YSE	Rakennusalan yleiset sopimusehdot
DWG	AutoCADissa aukeava tiedostomuoto
Korko	N2000-järjestelmän mukainen korkeus millimetrin tarkkuudella. Esim. +59.660

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Elementtisuunnittelusta ei ole luotu suunnitteluohjetta kenenkään toimesta, vaan se nojautuu pääasiassa vakiintuneisiin tuotantokäytäntöihin ja sitä kautta suunnittelukäytäntöihin. Betoniteollisuus ry loi vuonna 2010 internetsivuston elementtisuunnittelu.fi, josta löytyy RunkoRYL-käsikirjan ja RT-korttien lisäksi aina teoriapohjainen aineisto elementtisuunnitteluun. Elementtisuunnittelu.fi-internetsivustoa alettiin päivittää nykyaikaisemmaksi ulkoasun ja sisällön puolesta vuoden 2021 alussa.

Elementtisuunnittelun yksi näkyvimpiä ongelmia on ollut puutteelliset lähtötiedot (esimerkiksi ARK, RAK ja erikoiskuvat), joiden seurauksena aikataulutus koko prosessissa on voinut mennä uusiksi. Opinnäytetyön yhteyshenkilön, Tiina Karila (Insinööritoimisto Jonecon Oy, elementtisosaston päällikkö), mielestä yksi isoimmista ongelmista on kommunikaatio koko prosessin sisällä: kommunikaatio eri toimistojen välillä, eri osapuolten välillä sekä toimistojen sisällä. Ongelmat koskevat muun muassa tiedon vastaanottamista, tarkentavien tietojen saatavuutta ja uusien toimintamallien kehittämistä. Kommunikaation puute yhdistettynä valmiiksi tiukkaan aikatauluun puutteellisten lähtötietojen johdosta ei luo optimaalista aloitusta millekään projektille.

Opinnäytetyö on toteutettu Insinööritoimisto Jonecon Oy:n toiveesta. Yritys on perustettu vuonna 1990 ja se tarjoaa pääasiallisesti rakenneteknisiä palveluita, laajemmin tarkennettuna rakenne-, elementti- ja saneeraussuunnittelua sekä rakennesuunnitelmien ulkopuolista tarkastusta.

Samanaikaisesti opinnäytetyön ohella tuotettiin elementtisuunnitelmia useaan kohteeseen. Kohteiden avulla päästiin syvemmälle elementtisuunnittelun prosessiin ja pystyttiin luomaan suurempi kuva kokonaisuudesta. Toimiston suunnittelijat ovat avustaneet työn eri vaiheissa ja erityisesti työn ohella eri kohteisiin tehdyissä elementtisuunnitelmissa.

## **1.2 Tavoitteet**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja selventää elementtirakentamisen prosessia betonikerrostaloissa tällä hetkellä. Betonielementtisuunnittelusta on todella vähän tietoa saatavilla ja lähteitä on todella suppea määrä. Epätietoisuus suunnittelijoiden, tuotannon ja työmaan keskuudessa tuottaa ylimääräistä työtä jokaiselle prosessin osapuolelle. Tavoitteena työssä oli avata epätietoisuutta sekä kartoittaa kehityskohtia niin henkilökohtaisella kuin alakohtaisella tasolla.

## **1.3 Rajaus**

Opinnäytetyö koskee koko Suomen uudisasuntorakentamista, mutta kohdistuu pääasiassa pääkaupunkiseudun ja Pirkanmaan asuntorakentamiseen. Työssä kuvataan elementtisuunnitteluprosessi, sen osapuolet ja heidän tehtävänsä elementtisuunnittelun eri vaiheissa.

## 2 ELEMENTTISUUNNITTELU YLEISESTI

Elementtisuunnittelu on valmisosarakentamista, joka kostuu eri toimintojen liittämistä toisiinsa. Näihin toimintoihin vaikuttaa monta eri muuttujaa ja osapuolta, joita käsitellään tarkemmin luvussa 2.4. Valmisosarakentaminen tulee yleistymään Suomessa, sillä tulevaisuudessa rakentaminen tulee tehdä entistä teollisemmin, tuottavammin ja tehokkaammin. Valmisosarakentamisella päästään tehokkaampaan kokonaisprosessiin, jonka kautta päästään tuottavampiin ratkaisuihin, jotka näkyvät kuluttajille mm. halvemmissä lopputuotteissa. Jotta saadaan prosessin kaikki osapuolet tyytyväisiksi, vaatii se asiakkaan tarpeista liikkeellelähtöä, hyvää projektityöskentelyä, yhteistyötä, tehokkaan informaatiotekniikan käyttöä sekä logistiikan ja hankintojen kehittämistä. (Elementtisuunnittelu 2020)

Elementtisuunnittelu tulisi laittaa liikkeeseen jo hankesuunnitteluvaiheessa, jossa määritellään raamit rakennushankkeen toteutukselle. Tässä vaiheessa tehdään päätöksiä muun muassa rakennuksen runkoon ja ulkonäköön liittyen, jolloin tulisi huomioida elementtirakentaminen. (Översti 2019)

**Rakentamisen laadulla** on iso rooli rakentamisessa nykyään. Hyvän laadun omaava rakennus sisältää hyvin ääntä eristävän, energiaa säästävän ja kosteusteknisesti toimivan kokonaisuuden. Erinomaisella rakentamisella ja suunnittelulla saavutetaan pitkä käyttöikä ja alhainen ympäristökuormitus. Jotta laatu näkyy rakentamisprosessissa työmaalla, tulee sen alkaa jo suunnittelusta ja jatkua valmistuksessa. (Elementtisuunnittelu 2020)

Esivalmistamisen edut tulevat esiin **kustannuksia** tarkastellessa. Kun rakennuksen osat täydentäviä rakenteita ja talotekniikkaa myöten tehdään mahdollisimman pitkälle esivalmisteisena, saadaan erittäin kilpailukykyinen ratkaisu niin budjetoinnin kuin aikataulutuksen kannalta. Valmisosien mittatarkkuus ja pitkälle viety esivalmistusaste takaavat ajallisen ja sitä kautta rahallisen hyödyn verrattaessa esimerkiksi paikalla valettaviin vaihtoehtoihin. Talvirakentamisessa elementteihin voidaan asentaa jo tehdasoloissa vastuslangat juotosvalujen lämmitystä varten, jonka lisäksi runko saadaan nopeasti pystyyn myös talvella, jolloin

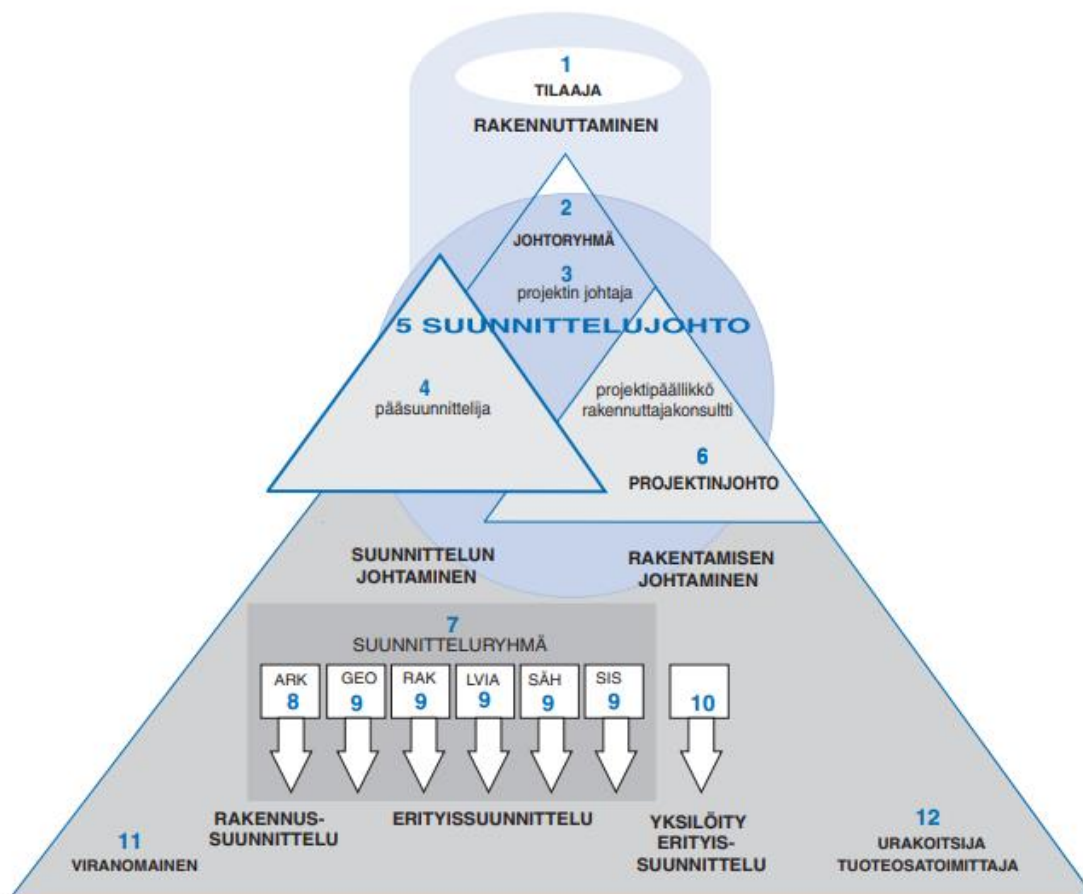


säästytään rungon turhalta lämmitykseltä. Jälleenmyyntiarvo on betonielementti-kohteissa korkea mm. pitkien jännevälien tuoman muokattavuuden ansiosta. (Elementtisuunnittelu 2020)

Valmisosarakentamisen edut:

- etukäteissuunnittelu tarkempaa
  - pilkottavissa itsenäisiin tuotetoimituksiin
  - toimitukset juuri oikeaan aikaan
  - tarkka aikataulusuunnittelu
  - tuoteosien suunnittelu kokonaisuudeksi
  - rakentamisprosessi, jota hallitaan ICT-tekniologialla
  - rakennusaika
  - työpaikat sisäsiistejä ja teollisia
  - materiaalitehokkuus ja hukkien minimointi
  - työmaatoiminnot voidaan vakioida ja mekanisoida.
- (Elementtisuunnittelu 2020)

## 2.1 Elementtisuunnitteluprosessin osapuolet



KUVIO 1. Rakennushankkeen osapuolia ja tehtäviä (RT 13-10860 2005)

**Tilaaaja** / rakennuttaja / omistaja on rakennushankkeeseen ryhtyvä, joka vastaa hankkeen toteuttamisen edellytyksistä sekä suunnittelun ja toteutuksen määräystenmukaisuudesta (RT 13-10860 2005). Tilaaajan rooli kuvion 1. mukaan on vastata koko prosessista ja koordinoida kaikkien osapuolien tekemistä.

**Pääurakoitsijan** tehtävänä on hankkeen päätoteutus. Jos hanke toteutetaan yhdellä urakoitsijalla, tätä kutsutaan silloin pääurakoitsijaksi. Jos pääurakoitsija ostaa rakennustyösuorituksia muilta urakoitsijoilta, heitä kutsutaan tällöin aliurakoitsijoiksi ja pääurakoitsija on tällöin tilaaja. Betonielementtien asentaminen ja suunnittelu tehdään joko pääurakoitsijan toimesta tai ostetaan aliurakkana. (Junnonen & Kankainen 2020)

**Pääsuunnittelija** koordinoi kohteen suunnittelijoita ja vastaa loppukädessä suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta. Pääsuunnittelijana toimii yleensä arkkitehti. (Fise n.d)

**”Arkkitehtisuunnitteluun** kuuluu rakennuksen tilojen sekä toiminallisen, rakenteellisten ja koettavuuteen vaikuttavien ominaisuuksien suunnittelu.” (RT 10-10995 2010)

**Rakennesuunnitteluun** sisältyy rakennuksen ja sen osien rakenteellisen toiminnan suunnittelu ja tuoteosasuunnitelmien toimittaminen viranomaisille. (RT 10-10995 2010)

**Talotekniikan** (LVISA) suunnittelijoiden tulee suunnitella tekniset järjestelmät ja niiden betonielementeille aiheuttamien vaatimusten määrittäminen. Elementtien sähköistys on usein mukana elementtisuunnittelukaupassa, joten siitä ei vastaa sähkösuunnittelija. (RT 10-10995 2010)

**Elementtisuunnittelijan** tehtävänä on sopimuksen mukaisten tuoteosien suunnittelu, johon sisältyy elementtien mitoitus, varausten ja liitosten suunnittelu sekä toimitus oikeassa tiedostomuodossa (RT 10-10995 2010).

**Elementtitoimittajan** vastuulla on elementtisuunnittelijan valmisosasuunnitelmien mukaisten elementtien valmistaminen ja kuljetus työmaalle. Toimittajia usein on useita, riippuen kuitenkin kohteen laajuuden suhteesta tehtaan kapasiteettiin sekä toimitettavista elementtityypeistä. Elementtitoimittaja on kuvattu havainnollistavassa kuviossa 1. tuoteosatoimittajana.

**Rakennusvalvontaviranomaisten** tehtävä on valvoa rakennuksen suunnittelun ja rakentamisen toteutusta. Valvonnassa kiinnitetään huomiota rakennuksen arkkitehtuuriin, tekniseen toimivuuteen, ympäristöön sopivuuteen, turvallisuuteen, terveellisyteen sekä itse tekemisen suorittamiseen työmaalla. Viranomaiset valvovat, että suunnittelu ja rakentaminen toteutuvat lakien, asetusten, normien ja paikkakuntakohtaisten määräysten pohjalta. (RT 10-11222 2016)

## 2.2 Elementtisuunnitteluprosessiin liittyvät asiakirjat

### 2.2.1 Tarjouspyyntöasiakirjat

Tarjouspyyntövaiheen asiakirjat laatii pääsääntöisesti kohteen päärakennesuunnittelija. Tärkeimpiä lähtötietoja elementtisuunnittelun kannalta ovat määrällisesti ja laadullisesti riittävän valmiit arkkitehtisuunnitelmat, kuormitustiedot ja perustaljit.

Tarjouspyyntövaiheessa suunnitteluasiakirjojen tulee sisältää ainakin

- julkisivut ja pintakäsittelytiedot
- julkisivu- ja runkokaaviot
- jäykistysperiaatteet rungolle
- oleelliset leikkaukset
- riittävä määrä tyyppielementtipiirustuksia kuvaamaan koko kohdetta (tyypielementtiluettelo)
- erikoisteräsosat sekä reikä- ja varaustiedot
- tarjousvaiheen jälkeen piirustuksiin tulevien muutosten menettely.

(Elementtisuunnittelu 2021)

### 2.2.2 Suunnitelma-asiakirjat

**Elementtipiirustuksesta** on selvittävä ja on selkeästi oltava esitettynä elementin rakenteen käytön ja valmistuksen kannalta tärkeät tiedot. Betonipintojen ja pintakäsittelyiden merkitseminen on ehdottoman tärkeää. Piirustuksissa ei käytetä viitauksia piirustuksen ulkopuolisiin detaljeihin tai elementtityöselostukseen. Piirustusten vakio koko on A3, vakiotyypisiä elementtejä kuten ontelolaattoja tai delta-palkkeja lukuun ottamatta, jolloin voidaan käyttää esimerkiksi A4 kokoa. Piirustuksissa tulisi esittää mitat ja etenkin päämitat niin, ettei valmistuksessa jouduta tekemään hankalia laskutoimituksia. BY 38-1 mukaiset materiaali- ja terästaulukot on piirustuksesta löydettävä ellei toisin mainita. (Elementtisuunnittelu 2020)

Mikäli muutoksia suunnitelmiin tulee niiden lähetyksen jälkeen, tulee muutokset merkitä piirustuksen nimiöön, itse piirustuksen naamakuvaan tai leikkaukseen/leikkauksiin, elementtiluettelon sekä mahdollisesti elementtikaavioon. Muutoksiin tulee merkitä muutoskirjain aakkosjärjestyksessä useamman muutoksen sattuessa samaan elementtiin eri päivämäärinä. Muutospäivämäärä tulee merkitä nimiöön ja luettelon. Muutoskirjain tulee merkitä nimiöön, luettelon ja naamakuvaan/leikkaukseen.

**Elementtityöselostus** tulisi olla jo urakkalaskentavaiheessa ja selostuksen vakiointumisesta johtuen valmiiden pohjien käyttäminen on suositeltua. Malleja löytyy esimerkiksi elementtisuunnittelun sivuilta ([elementtisuunnittelu.fi](http://elementtisuunnittelu.fi)). Liitteenä olisi hyvä esittää elementtityyppiluettelo. Elementtisuunnittelusta ja rakennesuunnittelusta vastaavien henkilöiden olisi käydä selostus läpi ja varmistaa sen ristiriidattomuus muiden suunnitelmien kanssa ennen lähetystä. (Tomingas 2013)

Betonivalmisosarakenteiden työselostuksessa ja elementtipiirustuksissa ei saa olla poikkeavaa tietoa. Työselostuksessa tulisi esittää yleiset vaatimukset sisältäen mm. ympäristö- ja paloluokat sekä suojabetonipeitteiden paksuudet. (Elementtisuunnittelu 2021)

**Elementtiluettelo** tehdään kaikista elementeistä elementtityypeittäin ja suunnittelun edetessä luettelot päivitetään vastaamaan viimeisimpiä piirustuksia. Esimerkki väliseinäluettelosta (Liite 1) ja ontelolaattaluettelosta (Liite 2) liitteenä.

Elementtiluetteloissa tulee olla esitettynä:

- yksilöidyt elementtitunnukset
- kappalemäärät
- piirustusnumerot
- arkistointipäivämäärät
- mahdolliset muutokset ja niiden päivämäärät
- laskennalliset painot
- luettelon arkistointipäivä ja tekijä
- pituus- ja leveysmitta (ontelolaatat).

Arkkitehti- ja rakennekuvien pohjalta laaditaan kerroksittain tasokuva, **elementti-kaavio eli ns. plaanikuva**. Plaaniin merkitään elementtien tunnuksukset, jonka alle merkitään elementin alapinnan korkotaso ja elementin paino. Elementtien tunnuksen lukusuunta on elementin katsomissuunta eli elementtipiirustuksen naamakuvan katsomissuunta. Ontelolaattojen ja valmisteteräsosien (mm. deltapalkki) osalta painoa ei yleensä merkitä.

Arkkitehtikuvista löytyy valmiiksi jaoteltu modulijako kohteelle. Elementtien mitat tulee olla esitettynä jokaiselle elementille pituus- ja leveys suunnassa. Modulijakoa hyödynnetään mittojen helppolukuisuuden ja hahmottamisen helpottamiseksi "sitomalla" mittoja moduleihin eli mitoittamalla elementtien etäisyys lähimpään vaaka- ja/tai pystymoduliin. Vakiomittaisten elementtien, kuten ontelolaattojen lyhyen sivun mitoitus ei tarvita, jollei mitta poikkea normaalista. Kaavioon mallinnetaan ja mitoitetetaan elementtien väliset saumat ja niistä tulee löytyä oviaukkojen ja ikkuna-aukkojen paikat. Kaaviossa tulee olla mitoittettuna myös elementtien ulkopuoliset, mutta niihin vaikuttavat asiat, kuten paikallavalut ja saumavalut, jälkeensä asennettavat eristeet ja irralliset harjaterästäpit elementtien sidontakoloja varten.

Kaavioita on lähtökohtaisesti enemmän kuin arkkitehtipiirustuksien kerroksia. Ensimmäinen kaavio on tappikaavio, josta löytyy mitoittettuna perustukset ja niiltä lähtevät elementtitapit päälle tuleville elementeille. Tappikaavion päälle tulee jokainen kerros omana kaavionaan. Alapohjasta ja yläpohjasta tehdään tarvittaessa omat kaaviot. Jotta kaavioihin saadaan mukaan kerrosten väliset rakenteet ja elementit, kaavioihin merkitään ylemmän kerroksen välipohjan/yläpohjan rakenteet. Esimerkki kaavion nimeämisestä: "3.krs katto ja pystyrakenteet". Kaavioiden kanssa käytetään samaa muutossuunnittelumenetelmää, kuin elementtikuvien. Tärkeää on huomioida elementtikaaviota tarkastellessa, että elementtikaaviota ei saa käyttää rakennekuvana. Tulevaisuudessa elementtikaavion ja rakennekuvan ristiriidat ja poikkeavuudet pyritään eliminoimaan kokonaan ottamalla tiedot samasta mallista, jolloin niitä voidaan tarkastella ristiin.

Elementtipiirustuksien valmistuttua **tarkastetaan** ne suunnittelutoimiston sisällä. Tarkastettaessa elementtejä on syytä varmistaa, että käytössä on viimeisimmät

revisiot elementtisuunnitelmiin vaikuttavista muiden suunnittelualojen suunnitelmista, joita ovat mm. sähköpiirustukset, ovi- ja ikkunakaaviot, pohjapiirustukset sekä rakennesuunnitelmat.

Elementtien tarkistuksen avuksi on kehitetty lista, jota olisi hyvä hyödyntää varsinkin kokemattomien suunnittelijoiden keskuudessa (Liite 3).

Kun elementteihin tulee **muutoksia**, tulee ne merkitä elementtiluetteloon ja nimiöön sekä muutosnuolella naamakuvaan ja/tai leikkauksiin tarpeen mukaan. Tulee tarkastaa, tuleeko elementtiin sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat elementtikaa-vioon. Riippuen muutoksen laajuudesta ja tuotantoaikataulusta, tulee harkita, ketä prosessin osapuolia tulee muutoksesta informoida ja millä aikataululla.

### 2.3 Elementtityypit

Nykyaikaisessa rakentamisprosessissa toteutussuunnittelu, rakennusosien valmistus ja rakentaminen limittyvät usein voimakkaasti. Elementtivalmistaja tarvitsee tietoa elementeistä tuotannosuunnitteluun ja rakentaja asennuksen suunnittelua varten, elementtisuunnittelijan työn ollessa vielä kesken. Lisäksi elementtien sarjatuotannon kannalta on tärkeää, että samanlaisista elementeistä on vain yksi valmistuspiirustus. Tämä on kuitenkin tehdaskohtaista. (BES 2010)

Elementtisuunnitelmiin nimetään erilaiset elementtityypit tunnuksella, joka koostuu tyyppin mukaisesta kirjainyhdistelmästä ja elementtityypin yksilöivästä numerosta. Täysin samanlaisia elementtejä voi kohteessa olla useampia kappaleita, jolloin elementin kappalemäärä löytyy naamakuvasta ja elementtiluettelosta. (Elementtisuunnittelu 2021) Taulukossa 1 on esitetty eri elementtityyppien kirjaintunnukset.

Elementtikuvissa, -suunnitelmissa ja -kaavioissa elementtitunnuksissa käytetään lähtökohtaisesti neliosaista numeroyhdistelmää:

- 1000-sarja: kohteen osa
- 100-sarja: kohteen kerros
- 10-sarja: juokseva numerointi

Esimerkiksi RK-3204: Elementtityyppi RK (ei kantava sisäkuorielementti), 1000-sarjan numero kuvaa kohdetta tai sen osaa (esim. porrashuone C), 100-sarjan numero kertoo kohteen elementtisuunnittelun kerroksen ja viimeiset kaksi numeroa ovat juoksevaa numerointia varten, jolla saadaan yksilöityä elementti. Jos kohteen kerroslukumäärä ylittää 10, nostetaan 100-sarja 1000-sarjaan ja 1000-sarja 10000-sarjaan.

Taulukko 1. Yleisimmät elementtityypit

Elementtityyppi	Elementti	Tunnus
Perustuselementit	Sokkelielementti (kantava)	ANS
	Sokkelielementti (ei kantava)	AN
	Ruutuelementti (kantava, maanpaine)	AS
	Ruutuelementti (ei kantava)	AR
	Perustuselementti (väliseinän alla)	A
	Sokkelipalkki (erikoiselementti)	AK
	Sokkelikuorielementti (maanpaine, yksi kuori)	AV
	Sokkelikuorielementti (erikoiselementti, yksi kuori, ei kantava)	AX
	Sokkelikuorielementti (erikoiselementti, yksi kuori, kantava)	AXS
Seinäelementit	Väliseinäelementti	V
	Väliseinäelementti (seinämäinen palkki)	VSP
	Ruutuelementti (ei kantava)	R
	Ruutuelementti (kantava)	S
	Sisäkuorielementti (ei kantava)	RK
	Sisäkuorielementti (kantava)	SK
	Sisäkuorielementti (ei kantava, eriste+rap-pausalusta)	RKR
	Sisäkuorielementti (kantava, eriste+rappaus)	SKR



	Sisäkuorielementti (kantava, eristetty)	SKE
	Sisäkuorielementti (ei kantava, eristetty)	RKE
	Nauhaelementti (kantava)	NK
	Nauhaelementti (ei kantava)	N
	Kuorielementti	KE
	Erikoiselementti (ei kantava)	X
Parveke-elementit	Parvekelaattaelementti	CL
	Jännitetty parvekelaattaelementti	JCL
	Ulokeparvekelaattaelementti	UCL
	Parvekepieli-elementti	M
	Parvekekaide-elementti	Z
	Parvekkeen kattoelementti	CX
	Jännitetty parvekkeen kattoelementti	JCX
Muut	Porraselementti	T
	Palkkielelementti	K
	Pilari-elementti	P
	Jännebetonipalkki	JK
	Laattaelementti	L
	Laattaelementti (eristetty)	EL
	Kuorilaatta	KL
	TT-laatta	TT
	Ontelolaatta	O
	Ontelolaatta (eristetty)	EO
	Ontelolaatta (kylpyhuonelaatta)	OK
	Ontelolaatta (REI120-palolaatta)	2O
	Tukimuurielementti	TKE
	Hissikuiluelementti	HK
	Hissikuilun alapohjaelementti	HKA
	Hissikuilun yläpohjaelementti	HKY
	Hormielementti	H

## 2.4 Elementtisuunnittelun aikataulu

Rakennushankkeen yleisaikataulua laadittaessa muodostetaan tehtäväluettelo, johon kootaan ajallisesti ja taloudellisesti merkittävät sekä itsenäisesti ohjattavat eri urakoitsijoiden tehtävät. Elementtisuunnittelun vaatima aika tulee sovittaa näin laadittuun yleisaikatauluun. Elementtien tuotantopiirustusten ja luetteloiden valmistumiselle laaditaan aikataulu, jossa sovitaan päivämäärät, jolloin piirustukset ovat valmistavalla tehtaalla. Kohteen laajuudesta riippuen piirustukset lähetetään toimituserissä tietyin lohkein, jaksoin, kerroksin tai muussa sovituksessa järjestyksessä. Ennen suunnittelu-aikataulun laatimista on sovittava lähtötietojen toimituspäivämäärät sekä milloin LVIS-, reikä- ja varauskierros tehdään. (Elementtisuunnittelu 2021)

Elementtisuunnittelun lähtötietovaihe on sovittava rakennus- ja asennusaikatauluihin, asennusjärjestykseen sekä suunnitteluprosessiin siten, että kaikki tarpeelliset tiedot ovat yksiselitteisinä toimitettavissa elementtisuunnittelun edellyttämässä aikataulussa. Elementtisuunnittelun lähtötietojen laatuun ja oikeellisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Mikäli tarjouspyyntövaiheen suunnitteluasiakirjoihin tulee suunnittelun aikana muutoksia, suunnittelija informoi elementtitehdasta sekä elementtisuunnittelun tilaajaa ennen muutosten tekemistä. (Elementtisuunnittelu 2021)

Asennussuunnitelma ja alustava asennusjärjestys tulee olla käytettävissä, kun suunnittelija, valmistaja ja tilaaja päättävät suunnittelu-aikataulusta. Rakennuskohteen asennusjärjestyksen muuttuessa suunnittelija ja elementtitoimittaja sopivat tarvittaessa elementtien uuden suunnittelu- ja valmistusjärjestyksen ja piirustusten laadinnalle uudet välitavoitteet sekä informoivat asiasta tilaajaa. Asennusaikatauluun tai -suunnitelmaan tulevista muutoksista sovitaan pää- ja asennusurakoitsijan, suunnittelijan ja valmistavan tehtaan kesken. (Elementtisuunnittelu 2021)

### 2.4.1 Aikatauluongelmat ja niiden estäminen

Rakentamisessa ylioptimismi aikataulutuksen suhteen on enemmän sääntö kuin poikkeus. Tämä aiheuttaa kasvavassa määrin muutostöitä, työympäristöongelmia, päällekkäistä työtä ja katkoksia. Oman roolin ymmärtäminen kokonaisuudessa helpottaa haasteiden ja edellytyksien kommunikointia eteenpäin ja sitä kautta antaa realistisen kuvan oman työn aikataulutuksesta. (Nissinen & Koskenvesa 2012)

Aikatauluongelmilta ei voi välttyä, mutta useat niistä ovat ennakoitavissa ja poistettavissa, jos syyt ja kokonaisuus ymmärretään. Ongelmien havaitseminen ja kommunikaatio eri osapuolien, erityisesti suunnittelijoiden, välillä on oleellista, koska aikatauluviiveen poistaminen vie jopa kolminkertaisen ajan, kun sen syntymiseen on mennyt. Tiedonkulku suunnittelijan, suunnittelun ohjaajan ja tuotannon välillä tulee olla avointa ja läpinäkyvää, jotta päästää optimaaliseen lopputulokseen. (Klemetti 2010)

Yleisimpiä syitä aikatauluviiveisiin ovat seuraavat:

- Lähtötietoja ei ole tai ne ovat puutteelliset.
- Suunnittelijoiden kommunikaatio keskenään: vältellään vastuuta ja odotetaan muiden tahojen korjaavan ongelmat.
- Muutokset viedään omiin suunnitelmiin ristiin tarkastelematta.
- Muutoksia ei viedä suunnitelmiin systemaattisesti, jolloin suunnitelmat eivät ole yhteneväisiä.
- Suunnittelun valmiusaste ilmoitetaan liian suureksi.

(Klemetti 2010)

Elementtisuunnittelijan näkökulmasta lähtötietojen puutteellisuus hidastaa omaa tekemistä huomattavasti, koska aikaa kuluu puutteellisten asioiden selvittämiseen tai elementtipiirustuksien tekemiseen puutteellisten tietojen pohjalta, jolloin muutossuunnittelu on väistämättä edessä. (Översti 2019)

## 2.5 Elementtisuunnittelun jakelu

Hankkeen edetessä tietoa syntyy eri tehtävien tuloksina ja niiden tiedonsiirtoon liittyvistä menettelytavoista on sovittava kohdekohtaisesti, yleensä viimeistään elementtisuunnittelun aloituspalaverissa. (RT 10-10995 2010)

Tiedonsiirrosta on sovittava ainakin seuraavat:

- tiedon omistusoikeus
  - tiedon käyttöoikeus
  - vastuu tiedon oikeellisuudesta
  - tiedonsiirron muoto
    - o mittakaava piirustuksissa, selostukset, luettelot, taulukot, aikataulu-  
muutokset, tietomallit
  - tiedonsiirron järjestely
    - o siirtoväline, jakelu, vastuuhenkilöt
- (RT 10-10995 2010)

Eri osapuolien välisen tiedonsiirron tavoitteena on toimittaa tiedot kullekin osapuolelle oikea-aikaisesti ja oikeassa muodossa/muodoissa. Sähköisten dokumenttien ollessa nykyaikana kirjoittamaton sääntö, on projektipankin käyttö yleistyntä. Projektipankkiin tallennetaan kaikkien osapuolien tuottamat valmiit dokumentit, jossa ne ovat kaikkien osapuolien saatavilla. (RT 10-10995 2010)

### 3 SUUNNITTELUPROSESSI

Lähtökohdat laadukkaalle rakentamiselle luodaan onnistuneella suunnittelulla. Kun suunnittelun lähtötiedot pitävät paikkansa, suunnitteluratkaisut toimivat, yhteistyö toimii hyvin ja suunnittelua ohjataan hyvin, saadaan aikaiseksi toimiva ja sujuva suunnitteluprosessi. Käytännössä toimivaksi tavaksi prosessin kehityksen ja toimivuuden kannalta on todettu se, että suunnitteluun osallistuu hankkeen eri osapuolia tilaajasta ja rakennuttajasta lähtien urakoitsijoihin ja käyttäjiin. (Rakentamisen kosteudenhallinta nd)

#### 3.1 Suunnittelijoiden vastuu

Suunnittelijan tulee laatia vastuullaan oleva suunnitelma niin, että se täyttää asetetut vaatimuksen niin rakentamiselle kuin suunnittelulle (Ympäristöministeriö 2002). Suunnittelija on vastuussa suunnitelmiansa sisällön oikeellisuudesta kestävyden, toiminnallisuuden ja tuotettavuuden suhteen. Suunnitelmien tilaaja on vastuussa suunnitteluun vaikuttavien lähtötietojen toimittamisesta. (RT 10-10995 2010)

”Suunnittelijoiden tulee vastuullaan olevan suunnittelutehtävän osalta

- huolehtia, että hänellä on käytettävissään suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot
- laatia rakennuslupamenettelyssä tai rakennustyön aikana tarvittava oman alansa suunnitelma sekä siihen liittyvät piirustukset ja muut asiakirjat
- laatia rakennustyön aikaiset mahdolliset muutokset suunnitelmaan
- laatia rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje oman suunnittelualan osalta
- huolehtia hänelle mahdollisesti määrätystä tai aloituskokouksessa osoitusta rakennustyön valvonnasta.” (Ympäristöministeriö 2002)

Elementtisuunnittelija luokitellaan erityissuunnittelijaksi ja rakennesuunnittelijaksi. Erityissuunnittelijoiden on oman suunnittelutehtävänsä lisäksi huolehdittava, että erillistehtävinä tehdyt rakennusosien, rakenteiden ja järjestelmien suunnitelmat toimivat keskenään kokonaisuutena. (Ympäristöministeriö 2002)

Elementtisuunnittelijalta vaaditaan riittävä pätevyys tehtävänsä hoitamiseen (rakennesuunnittelu), jonka toteaa vastaava rakennesuunnittelija. Elementti- ja rakennesuunnittelijan työnjako ja vastuut on avattu tarkemmin Taulukossa 2.

### **3.2 Suunnittelun lähtötiedot**

Lähtötiedot ovat nykyään poikkeuksetta sähköistä materiaalia ja asiakirjoja, joita toinen suunnittelija tarvitsee suorittaakseen oman työtehtävänsä. Elementtisuunnittelijan lähtötiedot tulevat suurimmaksi osin arkkitehdilta, rakennesuunnittelijalta sekä sähkösuunnittelijalta. Arkkitehtisuunnitelmien kattaviin detaljien sisältöön on syytä kiinnittää huomiota, koska mm. lupakuvissa julkisivusta piiloon jääviä osia ei tarvitse esittää. (Kielo 2018)

Suunnittelussa harvoin tunnetaan muiden tahojen suunnittelua tai toimintaa, jolloin korostuu vain itselle tärkeiden tietojen saapuminen. Omien lähtötietojen tarkennuksia kysytään herkemmin kuin omien suunnitelmien vaikutusta muiden osapuolien tuotoksiin. Omien töiden ja varsinkin muutosten vaikutusta muiden suunnitelmiin tulisi korostaa koko prosessissa. Epäselvyyksissä osapuolien välillä tulisi noudattaa asianmukaista ja kunnioittavaa kommunikaatiota ja pyrkiä kaikille sopivaan ratkaisuun huolimatta kuka osapuolista on vastuussa.

Muutossuunnittelussa tulisi ylläpitää johdonmukaista menettelyä projektista riippumatta toimiston sisällä, ja kommunikoida siitä muiden suunnittelijoiden kanssa sovittuun tapaan. Toimivaksi todettu tapa on keskustella muutoksien laajuudesta, kiireellisyydestä ja yksityiskohtaisuudesta etukäteen henkilöltä henkilölle ennen virallisen muutossuunnitelmien saapumista esimerkiksi sähköpostin välityksellä. Näin päästään käsiksi alustavasti tehtäviin muutoksiin, jos tarve vaatii. Alustavia muutoksia voidaan tarkastella ja korjauttaa virallisten muutossuunnitelmien saavuttua ja keskustella mahdollisista epäselvyyksistä.

#### **3.2.1 Tyypielementit**

Tyypielementit ovat rakennesuunnittelijan laatimia mallikuvia jokaisesta elementtityypistä. Kuvissa pyritään esittämään tyypillisimmät kyseisessä elementti-

tyypissä esiintyvät ratkaisut sisältäen muun muassa elementin paksuus, pinnoitteet, raudoitukset, betonin lujuus, suojabetonin paksuus, rasitusluokka, eristeiden paksuudet, kuorien kiinnitys ja leikkaukset elementin eri puolilta. Elementtisuunnittelun kannalta tyyppielementtien suunnittelu tulisi toteuttaa mahdollisimman tarkasti kyseistä kohdetta varten ja huomioida siihen vaikuttavat yksityiskohdat eikä tyytyä vanhojen kohteiden tyyppielementtien ratkaisuihin tai yleisiin suunnittelukäytäntöihin.

Tyyppielementtejä tulee olla riittävä määrä suunniteltuna jo luvussa 2.2.1. mainitussa tarjouspyyntövaiheessa, jota korostaa tyyppielementtikuvista löytyvä ”vain laskentaa varten”-huomautus, sillä tyyppielementtejä hyödynnetään jo aikaisessa vaiheessa laskentaan. Tyyppielementtikuvat tulisi kierrättää tilaajalla, pääurakoitsijalla, elementtisuunnittelijalla sekä elementtitoimittajalla. Jos kommenttikierroksesta puuttuu joku edellä mainituista, tuottaa tämä todennäköisesti ylimääräistä työtä joko tuotannon, työmaan tai tilaajan puolesta.

Jos tyyppielementtikuvia ei ehditä kierrättämään elementtitehtaalla, voi myöhemmin ilmetä tehtaan tottumuksista johtuvia ongelmia tuotantotapoihin tai teräs- ja rakennusosien asennuksessa. Kustannusten hallinnan kannalta tyyppielementtien oikeellisuus heti alusta alkaen on olennaista. (Översti 2019)

### 3.2.2 Tilaaajan ohjeet

Tilaaajan vaatimia ja toivomia ohjeita käsitellään viimeistään **elementtisuunnittelun aloituskokouksessa**. Elementtisuunnitteluun ohjeita tulee monelta taholta: tilaajalta, urakoitsijalta, elementtitoimittajilta ja muilta suunnittelijoilta. Aloituskokouksessa käsitellään yleisesti kohteen projektipankin, eli kaikkien suunnittelualojen suunnitelmien tallennuspaikan, yleiset ohjeistukset sekä työpiirustuksien sisältöön ja jakeluun liittyvät käytännön asiat. Kokouksessa käsitellään kohteen elementtisuunnittelijat, elementtien sähköistyksestä vastaavat suunnittelijat, elementtitehtaat ja muut erikoiskuvien toimittajat ja niistä vastaavat yhteyshenkilöt.

Kokouksen sisältöön kuuluu lähtötietojen tarkempi läpikäynti. Näitä lähtötietoja ovat esimerkiksi LVIS-piirustukset, elementtien mitat ja paino, työturvallisuus,

elementtitunnukset ja niiden numerointi, nostolenkit, poikkeamat asennusjärjestyksessä, sääsuojaus ja työaikaiset sähköistykset. Lisäksi jokainen elementtityyppi käydään läpi yksitellen ja siihen liittyviä erityishuomioita nostetaan keskusteltavaksi. Olisi tärkeää, että ennen kokouksen pitämistä elementtitoimittaja tai toimittajat olisivat selvillä, sillä elementtityyppinä läpikäydessä olisi hyvä keskustella toimittajan toiveista elementtien valmistukseen liittyen.

Aloituskokouksessa käydään läpi elementtisuunnittelun ja tuotannon aikataulutus. Yleissääntönä elementtisuunnitelmien lähettämiseen tuotantoon on, että parvekkeet ja ns. erikoiselementit lähetettäisiin 10 viikkoa ennen niiden toimitusta työmaalle ja muut elementit kahdeksan viikkoa ennen toimitusta. Aikataulua tulee seurata viikoittain elementtisuunnittelun työvaihe ilmoituksen kautta, ja sen tulee sisältää ilmoitukset sen hetkisen suunnittelun vaiheesta, valmiista suunnitelmista sekä mahdollisesti kysely puuttuvista lähtötiedoista. Puuttuvista lähtötiedoista tulee aina ilmoittaa tilaajalle. Tiedonkulun on oltava avointa ja läpinäkyvää etenkin myöhästymisiin liittyen, jotta kaikki osapuolet pystyvät varautumaan niihin.

Jos joku osapuolista tarvitsee selvyyttä epäselviin asioihin ennen varsinaisten rakennustöiden aloittamista, voidaan pitää **suunnitelmakatselmus**. Sen tarkoituksena on vähentää suunnitelmiin liittyviä epäselvyyksiä ja aikatauluongelmia ja on paras tilaisuus siirtää tietoa suunnittelulta työn toteuttajalle. Katselmuksia voidaan pitää useita, tarvittaessa ennen kunkin rakennusvaiheen aloitusta. Suunnitelmakatselmuksen pitämisestä on ohjeistettu YSE 1998 pykälässä 64.

#### *64§ Suunnitelmakatselmus*

*Siinä tapauksessa, että jompikumpi sopijapuolista haluaa ennen töiden aloittamista saada suunnitelmien sisältöön tai toimittamiseen liittyvän seikan taikka töiden aloittamiseen liittyvän suunnitelmavalmiuden pätevästi todistetuksi, toimitetaan suunnitelmakatselmus, ellei asia ole muutoin selvitettävissä. (RT 16-10660 1998)*



### 3.2.3 Tehdasohjeet

Betonelementtien tuotantotehtaita on Suomessa lukuisia ja niiden kapasiteetit, tuotevalikoiman laajuus ja tuotantotavat eroavat toisistaan. Elementtitehtaan valinnassa olisi syytä ottaa huomioon edellä mainitut asiat ja suosia entuudestaan tuttuja toimijoita, jotta yhteistyö on mahdollisimman sujuvaa. Valinnassa tulisi pohtia kohteen laajuutta, vaativuutta ja aikataulua ja suhteuttaa se tehtaan ominaisuuksiin ja tarvittaessa laajentaa tuotanto monelle eri tehtaalle.

Tehtailta tulevat ohjeet liittyvät pääosin elementtien tuotantokuvien visuaaliseen sisältöön, luettelointiin ja dokumentointiin, sillä tuotantomenetelmät nojautuvat vakiintuneisiin tuotantokäytäntöihin. Jos elementit vaativat erikoisratkaisuja normaalista tuotantomenetelmästä poiketen, on niistä syytä keskustella jo elementtisuunnittelun aloituskokouksessa ja pohtia ratkaisujen toimivuutta esimerkiksi **tehdas- tai mallielementtikatselmuksessa**.

Tehdaskatselmus pidetään ennen varsinaisen tuotannon aloittamista ja sen ohjeellinen ajankohta on noin viisi viikkoa ennen asennuksen aloitusta. Katselmuksen voidaan sisällyttää mallielementtikatselmus, jossa käydään läpi esimerkiksi pintojen haluttu laatutaso. (Elementtisuunnittelu 2020)

### 3.2.4 ARK

Arkkitehti toimittaa elementtisuunnittelun alussa lähtötietoina mitoitettut tasopiirustukset ja porrashuonepiirustukset korkomerkinnoineen. Toimitukseen tulee sisällyttää julkisivut ulkosäleikköineen, ulkovalaisimineen, sokkelikorkoineen sekä pintakäsittelyineen. Toimituksesta tulee löytyä parvekekaaviot, tarvittavat detailipiirustukset, ikkuna- ja ovismyygidetaljit, ikkuna- ja ovikaaviot, kynnysdetaljit, huoneselostukset, rakenteiden pintakäsittelyt sekä rakennusselostus. Korkomerkinnit tulee löytyä eri rakennetyyppien rajapinnoista ja poikkeavista rajapinnoista. Korkomerkinnojen tarkkuus millimetrin tarkkuudella. Mikäli elementtisuunnitteluun sisältyy elementtien sähköistyksen suunnittelu, tulee toimittaa lisäksi kalustepiirustukset sisältäen ainakin keittiökalusteet ja märkätilakaaviot sähköineen.

Toimitukseen tulee sisältyä koko kohteen yleisleikkaukset, joiden määrä riippuu kohteen laajuudesta, monimuotoisuudesta ja arkkitehdin omasta harkinnasta. Väestönsuojasta sekä rakennukseen liittyvistä rakenteista, kuten sisäänkäyntikatoksista, on toimitettava työpiirustukset. Kaikkiin uusiin lähetyksiin tulee sisällyttää piirustusluettelo päivitettyinä sisältäen mahdolliset muutokset, lisäykset ja päivitysmäärän.

Pohjapiirustuksista eli tasokuvista mittasuhte piirustuksille on 1:50 ja yleisleikkauksille joko 1:50 tai 1:100. Muiden lähtötietopiirustuksien mittakaavat ovat suunnittelijan oman harkinnan varassa, mutta hyvänä lähtökohtana voi pitää 1:50 mittakaavaa isommille kuville ja 1:20 detaljeille.

### **3.2.5 RAK**

Elementtisuunnittelun alkaessa rakennesuunnittelija toimittaa elementtisuunnittelijalle rakennesuunnittelun suunnittelussa ja mitoituksessa käytetyn normiston, ja tehtävänjaon elementti- ja rakennesuunnittelijan välillä. Toimitukseen kuuluu lisäksi rakennusvalvonnan käytännön ohjeistus suunnitelmiin liittyen sekä mitä aineistoa heille tulee viedä, missä muodossa ja kenen toimesta. (Översti 2019)

Rakennesuunnittelijalta saapuviin lähtötietoihin sisältyy elementtirakenteiden työselostus, rakennetyyppileikkaukset kohteeseen, rakennedetaljit, elementtien liitosdetaljit, mitoitettut tasopiirustukset sekä leikkauskuvat koko rakennuksen läpi ja tarvittaessa rakennuksen eri osista. Tasopiirustuksista tulee löytyä rakennetyyppien ja elementtidetaljien paikat, eri rakenneosien paloluokat, mitat ja kuorimitustiedot. Korkotiedot tulee löytyä anturoilta, paikallavaluilta sekä laatoilta koreroineen sekä mahdolliset luiskat kaltevuuksineen. Toimituksesta tulee löytyä luvun 3.2.2 sisältämät tiedot tyyppielementteihin liittyen.

Päärakennesuunnittelijan vastuulla on toimittaa LVIS-suunnittelijoille työpohjan ja/tai rakennemallin, johon merkitään kunkin suunnittelualan reiät, läpiviennit, aukotukset ja varaukset. LVIS-suunnittelijat palauttavat päärakennesuunnittelijalle työpohjaan merkityt edellä mainitut tiedot ja/tai reikävarausmallin. Päärakennesuunnittelija tarkastelee palautettujen suunnitelmien yhteensopivuuden sekä vai-

kutukset rakenteisiin. Jos reiät, läpiviennit, aukotukset ja varaukset on rakenteellisesti mahdollisia toteuttaa vaikuttamatta pääsuunnittelijan suunnittelemaan visuaalisen näkemykseen, toimitetaan ne elementtisuunnittelijalle. Reikäkuvista tulee löytyä reikien, varausten, läpivientien ja aukotusten muoto sekä sijainti. Reikäsuunnittelun kokonaisvaltainen onnistuminen vaatii siihen osallistuvilta tahoilta tuntemusta betonielementtien toimintaan ja valmistustapoihin liittyen.

Elementti- ja rakennesuunnittelijan työnjako määräytyy hankekohtaisesti, taulukossa 2 on esitetty tavanomainen työnjako. Yleistä on, että rakenne- ja elementtisuunnittelu tuotetaan saman toimiston tai työryhmän kautta, jolloin edellä mainitun taulukon sisältöön voi tulla isojakin muutoksia.

Taulukko 2. Päärakenne- ja elementtisuunnittelun välinen tavanomainen työnjako

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

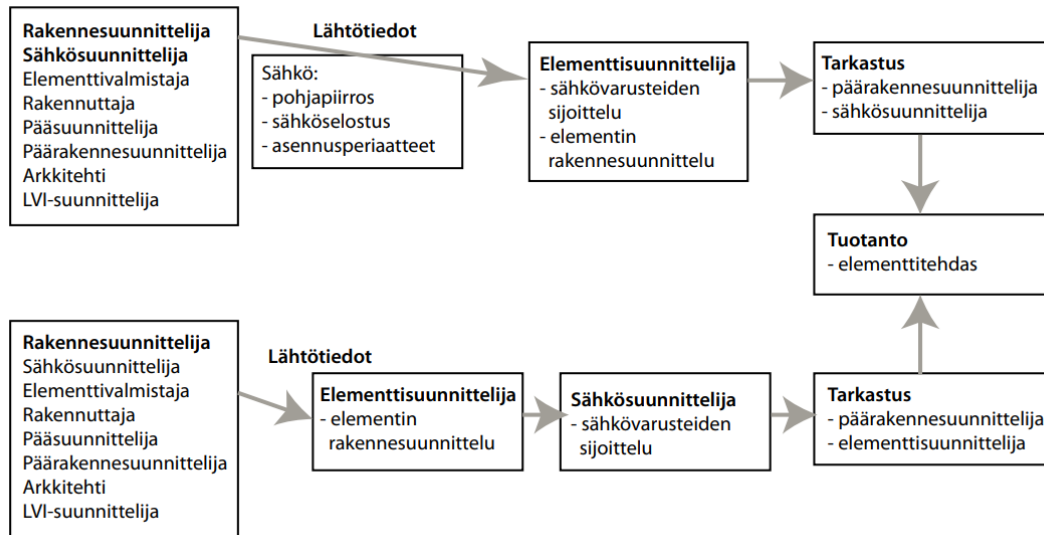
(BES 2010)

### 3.2.6 LVIS-suunnittelijat

LVI-suunnittelijoilta saadut lähtötiedot elementtisuunnitteluun liittyen tulevat pääosin rakennesuunnittelijan kautta reikäkuvien muodossa sekä arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kautta hormitietojen muodossa. Mahdolliset ripustukset, kiinnikkeet ja laitetietojen aiheuttamat rasitukset on tultava LVI-suunnittelijoilta. (Översti 2019)

Sähkösuunnittelijoilta lähtötietoina saadaan sähkösuunnitelmat sisältäen ryhmityspiirustukset, johtokaaviot, sähkötyöselitys sekä reikävaraukset LVI-suunnittelijoiden tapaan. Sähkösuunnitelmista tulee aina olla rasioiden sijoitus tarkasti ja sanallinen selitys työselostuksessa. Keittiöiden ja märkätilojen rasiat ja varaukset tulee suunnitella ja mitoittaa tarkasti, jotta kalusteasennukset onnistuvat. Edellä mainittujen tilojen suunnittelussa on noudatettava arkkitehdin antamia paikkoja. Kaikkien suunnittelijoiden tulisi ymmärtää betonielementtien mahdollisuudet ja rajoitukset, jotta sähköasennuksien tekeminen olisi mahdollisimman tehokasta ja ylipäättään mahdollista. Sähkö- ja elementtisuunnittelijan yhteistyö on pakollista, jotta lopputulokseen ei jouduta käyttämään erikoisratkaisuja. (Palolahti, Stagnas & Valjus 2012)

Kaaviossa 1. on esitetty elementtisuunnittelun ja sähkösuunnittelun eteneminen tyypillisesti. Ylempänä kaaviossa on menettely, jos elementtisuunnitteluun kuuluu sähköistäminen, ja alempana elementtisuunnittelu ja sähkösuunnittelu erikseen. Kaaviossa ei oteta kantaa, mihin muutossuunnittelu sijoittuu. Aikataulutuksen toimituksessa oikein se sijoittuu tarkastukseen ennen tuotantoa, mutta aikataulun petäessä se lähenee tuotantoa aikatauluongelmista riippuen.



Kaavio 1. Elementtisuunnittelun eteneminen (Palolahti, Stagnas & Valjus 2012)

Muutossuunnittelussa tulee reikämuutokset törmäystarkastella päärakennesuunnittelijan toimesta ja varmistaa onko muutoksilla vaikutusta rakennuksen tai elementtien kantavuuteen. Elementtisuunnittelijan tulee tarkastaa, onko reikämuutokset mahdollisia toteuttaa elementeissä. Sähkösuunnittelijalta saapuvia sähköistysmuutoksia tarkastelee lähtökohtaisesti vain elementtisuunnittelija, ellei muutosten laajuus ole niin suuri, että elementin kantavuuteen tulee muutoksia. Uusien lähetysten ja muutoksien mukana tulisi lähettää kaikille tahoille viimeisin piirustusluettelo. Elementtisuunnitteluun vaadittavat lähtötiedot on tiivistetty liitteeseen 5.

### 3.2.7 Valmisteräsosat

Elementtisuunnittelussa käytetään eri valmistajien valmiita vakioteräsosia, joiden avulla muun muassa elementtien valmistus, siirto ja lopullinen liitosvahvuus saadaan tuotettua mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Betonielementtien liitokset tehdään työmaalla lähtökohtaisesti vakioliitoksia ja niissä soveltuvia teräsosia käyttäen. Suunniteltavat asiat liittyvät osien kestävyysmittoittamiseen, lämpöliikkeisiin, palonkestävyyteen, materiaalivalintoihin ja hitsaukseen, missä lopulta joudutaan varmistumaan osien korroosiosuojauksesta ja käyttöiästä. Työmaalla tapahtuvissa teräshitsauksissa on samat laatuvaatimukset kuin tehdasoloissa tehdyillä hitsauksilla. Vakioliitosten kokoelma on laaja, ja suunnitteli-

jan vastuulle jää huolehtia, että kaikki tarvittava tieto vakioteräsosista on saatavilla normien, standardien ja käytettävyyden kannalta, sillä kaikista ratkaisuista ei löydy kaikkia tarpeellisia suunnittelutietoja. (Elementtisuunnittelu 2020)

Teräsosien valinnassa on kiinnitettävä huomiota elementtivalmistajan toiveisiin, teräsosan saatavuuteen valmistushetkellä sekä suunnittelutietoihin, mitä kyseisestä osasta löytyy. Suunnittelutietojen puute lisää työtä mitoitukseen ja mallinnukseen liittyen, joten lähtökohtaisesti on helppo pysyä sellaisten valmistajien tuotteiden parissa, josta lähtötietoja, mallinnustyökaluja ja tuotevalikoimaa on saatavilla. Eri valmistajilta löytyy samankaltaisia tuotteita, jotka voidaan tarvittaessa vaihtaa keskenään, mutta niiden kantokyky ja muu yhteensopivuus on varmistettava. Jos kantokyky poikkeaa alle 5 % tuotteiden välillä, pidetään teräsoasia vaihtokelpoisina keskenään. Valmisteräosien vaihtokelpoisuus tulee varmistaa päärakennesuunnittelijalta kuitenkin tilannekohtaisesti. (Elementtisuunnittelu 2020)

Valmisosia Suomessa myyvät Peikko, Anstar, Semtu, Pintos, Celsa Steel Service, Emeca, Leimet, R-Group, Salon Tukituote ja Halfen, joista käytetyimmät, isoimmat ja parhaiten suunnittelutyökaluja sisältävät ovat neljä ensimmäistä. Suunnittelutyökaluja ja valmistajien mitoitusohjeita löytyy laajalti suurimmilta valmistajilta, ja niiden käyttö nopeuttaa valmisosien käyttöä huomattavasti. Taulukossa 3 on lueteltu eri valmistajien vakioteräsoasia ja niiden käyttökohteita.

Taulukko 3. Suomessa käytettyjä vakioteräosia ja niiden käyttökohteita

Vakioteräsosa	Esimerkkikäyttökohte
Pilarikenkä	Pilarin alapään kiinnitys perustukseen
Seinäkenkä	Seinän kiinnitys perustukseen tai alempaan seinään
Piilokonsoli	Pilarin liitos palkkiin
Pilaripultti	Pilarin jatkosliitos
Nostolenkki	Elementin nosto
Ansas	Sisäkuoren ja ulkokuoren liittäminen toisiinsa
Vaijerilenkki	Seinäelementtien kiinnittäminen toisiinsa
Valuankkuri	Jälkikiinnitettävä liitos
Ontelolaattakannake	Ontelolaatan tuenta
Parvekesarana	Parvekkeen liittäminen elementtiin
Kiinnitysosa	Teräsosan kiinnittäminen betonielementtiin

(Tomingas 2013)

### 3.2.8 Erikoiskuvat

**Porraselementtejä** valmistetaan useita erilaisia tyyppjä, eri käyttötarkoituksiin. Porrashuoneiden rakenteellinen toiminta riippuu rakennustyyppistä ja ne voivat toimia rakennuksen kantavina ja jäykistävinä osina, tai ne voivat toimia poistumistienä tai paloa osastoivana rakennusosana. Monikerroksisissa toimisto-, liike- ja asuinrakennuksissa porrashuoneita ja hissikuiluja käytetään jäykistävinä rakennusosina, jolloin elementtien välisiin liitoksiin syntyy lisärasituksia jäykistyksestä, joka pitää ottaa huomioon mitoituksessa. (Elementtisuunnittelu 2021)

Porraselementtien suunnittelu on erikoissuunnittelua ja sen suorittaa yleensä porrastoimittaja arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan antamien lähtötietojen pohjalta. Elementtisuunnittelija suunnittelee portaiden liitokset muihin elementteihin porraselementtikuvien perusteella. Porraselementtien mitat, liitokset ja tyypit eroavat valmistajakohtaisesti toisistaan, joten on liittyminen muihin elementteihin ja rakenteisiin tarkasteltava tapauskohtaisesti ja varmistettava, että valmistajan omia ohjeita ja käytäntöjä noudatetaan.

**Elementtihissikuilut** on perinteisesti koottu erillisistä seinäelementeistä, jolloin ne saadaan sisällytettyä varsinaiseen elementtisuunnitteluun, eikä erillisiä hissi-kuiluelementtejä tarvita. Nykyisin on kuitenkin useita valmistajia, joiden tuotevalikoimasta löytyy kerroksen kokoisia kuiluelementtejä, joiden avulla säästetään työmaalla aikaa asennustöissä. Huolimatta varsinaisen kuilun rakennustavasta, tulee kuilun ylä- ja alaosaan kuppielementit joko kokonaisuutena elementtinä tai erillisinä pienempinä seinäelementteinä. Kuppielementtien korkeus vaihtelee hissi-toimittajan mukaan. Hissikuvien perusteella elementteihin tehdään tarvittavat varusteet ja LVIS-installaatiot hissien asennusta ja tekniikkaa varten. (Elementtisuunnittelu 2021)

**Hormielementit** suunnittelee valmistajan suunnittelija LVISA-suunnitelmien pohjalta. Rakennesuunnittelijan tehtävä on määrittää ja merkitä kuormitukset hormeilta laatastoille elementtisuunnittelua varten. Hormielementit voidaan liittää osaksi väliseinää tai ne voivat olla itsenäisiä elementtejä. Seinään liitettäessä niissä käytetään 20 millimetrin asennusvaraa. Hormielementit tuetaan yläpäästä kerroksittain välipohjasta vaarnaliitoksen avulla ja alimman hormielementin tuenta tehdään laataston päältä. Väliseiniä suunnittelijan tulee yhteistyössä hormisuunnittelijan kanssa määrittää elementtien välisten liitosten ja saumojen sijoitus ja toiminta. (Elementtisuunnittelu 2021)

**Väestönsuojia** rakennetaan Suomessa kokonaisuudessaan paikallavaluna tai liittorakenteena, jossa yhdistyy elementtirakenteet ja paikallavalu. Jos väestönsuojaan tulee elementtejä, tulevat ne seinäelementteinä. Laatat ylä- ja alapuolelle tehdään poikkeuksetta työmaalla paikallavaluna, jotta saavutetaan väestönsuojille asetetut vaatimukset. Rakennusratkaisu väestönsuojiiin valitaan rakennuksen muun rungon rakentamistavan perusteella, riippuen halutaanko väestönsuojasta kokonaan vai osittain jäykkä kokonaisuus. Väestönsuojiiin erillinen suunnittelija saa lähtötiedot arkkitehdilta ja rakennesuunnittelijalta. Elementtisuunnittelijan tulee ottaa huomioon väestönsuojapiirustukset suunnitellessaan väestönsuojaan liittyviä elementtejä.



### 3.3 Suunnittelun kulku

Elementtisuunnitteluprosessi tarkoittaa eri vaiheita prosessin alusta loppuun. Elementtisuunnittelu alkaa jo yleissuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelijan tehtävillä, jotka toimivat lähtötietoina elementtisuunnittelulle. Koko prosessi tiivistettynä:

1. valmisosien tarjouspyyntö
    - tilaaja lähettää tarjouspyynnöt suunnittelijoille vaadittujen liitetietojen kera. Liitetiedot sisältävät urakkalaskennan materiaalin, minkä pohjalta elementtisuunnittelutarjous lasketaan
  2. suunnittelu- ja /tai toimitussopimus
    - valmisosasuunnittelusopimuksen allekirjoitus, mikä käynnistää elementtisuunnittelun tuotannon
    - toimittaja ja tilaaja sopivat aikataulusta
  3. elementtisuunnittelun aloituspalaveri
    - alustava työmaasuunnitelma: sovitaan toimittajan, tilaajan ja suunnittelijan kanssa elementtisuunnitelmien reunaehdoista
      - o mitat, painot, tarvikkeet, varaukset, yms.
  4. elementtisuunnittelun lähtötietojen aikataulu, lähtötietojen sisältö, määrä ja laatu. Lähtötietojen tarkempaan sisältöön otetaan kantaa sopimuksissa.
  5. suunnittelun ohjaus: eri osa-alueiden läpikäynti, kenen vastuulla
  6. elementtisuunnitelmien suunnittelu, kuten aloituskokouksessa on sovittu: kohde jaettu osiin, porrashuoneittain, lohkoittain, kerroksittain, tms.
    - elementtikaaviot
    - mallielementit, mallielementtikatselmuks
    - asennusaikataulut jaettujen osien perusteella
    - asennustyön aloituskokous
  7. suunnitelmien toimitus elementtitoimittajalle
  8. kuljetus
  9. asennus
- (Betonivalmisosatoimituksen toimintamalli 2012)

### 3.4 Työturvallisuus

Rakennuttajan vastuulla on rakennushankkeen ajan huolehtia, että rakennustyö suunnitellaan toteutettavaksi siten, että työt tehdään turvallisesti aiheuttamatta vaaraa työntekijöiden terveydelle. Rakennuttajan tulee laatia turvallisuusasiakirja, jossa ilmenevät vaara- ja haittatekijät sekä työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot. Pää toteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjalliset suunnitelmat työturvallisuutta ja rakennustyömaa-alueen käyttöä koskien. Niiden tulee sisältää rakennustyön eri osavaiheet järjestettynä mahdollisimman turvallisiksi ja vaarattomiksi niin työntekijöille, kuin työn vaikutuspiirin alaisena oleville. Työmaa-alueen käyttöä ja työturvallisuutta koskevat suunnitelmat on esitettävä rakennuttajalle. (Työsuojelu nd)

Suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon työn lopputuloksen ja työn tekijöiden turvallisuus osana suunnittelua. Rakennuttajan vastuulle jää varmistua työturvallisuuden suunnittelemisesta tarvittavalla tavalla suunnitteluvaiheessa. Tämä tapahtuu käytännössä käyttämällä sellaisia suunnittelijoita, joilla on riittävät taidot ja pätevyys suorittaa kyseinen tehtävä. Vaativien kohteiden ja ratkaisujen kohdalla vaaditaan suunnittelijoita tekemään tarkkoja työsuunnitelmia ja ohjeita. (Lehtinen 2019)

Elementtisuunnittelijan ja urakoitsijan kommunikaatio työturvallisuuden varmistamiseksi on isossa roolissa. Elementteihin tehtävät varaukset esimerkiksi työaikaisen kaiteiden kiinnityselimiä tai valjaiden kiinnitystä varten tehtäviä kartioputkia varten tulisi olla tiedossa mahdollisimman aikaisin, jotta vältytään muutossuunnittelulta ja ennen kaikkea varmistetaan työturvallisuus työmaalla heti alusta alkaen. Elementtejä suunnitellessa tulisi ottaa huomioon, mitkä elementit tulee tukea asennusaikaisesti ja varmistaa niiden kestävyys koko asennusaikaisen tuennan ajan. Erityistä huomiota tulee kiinnittää suojabetonietäisyyksien kasvaessa yli normaalin ja miten se vaikuttaa esimerkiksi tukipintojen leveyksiin. Elementtisuunnittelijan tulee tehdä ikkunoihin, parvekeoviin ja ranskalaisiin parvekkeisiin asennusaikaiset kaiteet, ellei urakoitsijan kanssa niistä ole sovittu erikseen. Tarkemmin elementti- ja rakennesuunnittelijan sekä urakoitsijan vastuista turvallisuuteen liittyen löytyy liitteestä 6.

## 4 POHDINTA

Prosessi on suoritettavien toimenpiteiden sarja, joka tuottaa määritellyn lopputuloksen. Elementtisuunnitteluprosessissa nämä sarjat ovat riippuvaisia toisistaan, jolloin yhden sarjan osan häiriö voi häiritä tai jopa pysäyttää koko prosessin. Elementtisuunnitteluprosessi käynnistyy, kun rakennus tai sen osa päättään rakentaa elementtirakenteisena ja se sisältää elementtiliitoksien suunnittelun, lujuuslaskelmien, rakenteellisen toimivuuden ja työturvallisuuden lisäksi tuotantosuunnittelun. Elementtisuunnittelua edeltää rakennesuunnittelun tehtävät, jotka tulisi selkeästi eritellä elementtisuunnittelusta. Elementti- ja rakennesuunnittelijan tulisi hahmottaa prosessin iso kokonaisuus ja pyrkiä yhdessä tekemään ratkaisut projektin edun mukaisesti.

Kommunikaatio ja aikataulutukset ovat kaikki kaikessa. Kukaan suunnittelijoista ei voi tehdä omaa työtään ottamatta huomioon kokonaisuutta ja muiden suunnittelijoiden osuutta. Lähtötietojen riittävä laajuus ja oikea-aikaisuus alkuvaiheessa antavat hyvän pohjan suunnittelulle. Tilaajan tulisi vaatia pääsuunnittelijaa hoitamaan hänelle lain määrittelemät tehtävät. Pääsuunnittelija määrittää suunnitelmien riittävyyden, laajuuden ja ristiriidattomuuden, jolloin tulee tarkasti pohtia, onko projektiarkkitehti paras henkilö tähän tehtävään. Lähtötietojen puutteiden esille nostamisen tarkoitus ei ole kyseenalaistaa muiden suunnittelijoiden osuutta, vaan se on elementtisuunnittelijan työntekemisen edellytys.

Jos omat suunnitelmat ovat myöhässä aikataulusta tai niihin tulee merkittäviä muutoksia, tulisi siitä ilmoittaa kaikille sen vaikutuksen alaisena oleville tahoille, riippumatta siitä ovatko he sopimussuhteessa vai eivät. Omien suunnitelmien vaikutusta muihin suunnitelmiin ei ymmärretä ja sitä kautta varsinkin muutossuunnitelmien jakelu muille tahoille viivästyy.

Tilaajalla on suuri rooli omien yhteistyökumppaneiden valinnassa. Projektin osapuolien välillä tulee alusta lähtien olla avoin ja läpinäkyvä ilmapiiri, eikä vastuuta saisi vältellä tarkentavia tietoja kysyttäessä. Elementtisuunnittelun osalta olennaista on, että elementtisuunnittelu on otettu huomioon kaikkien osalta jo aikaisessa vaiheessa ja suunnittelun ohjaus on toteutettu pätevästi. Tärkeää on, että elementtisuunnittelun aloituskokouksessa on kaikki osapuolet paikalla. Tuttujen

yhteistyökumppaneiden kanssa työskenteleminen sujuvoittaa prosessia huomattavasti, mutta elementti- ja rakennesuunnittelun kannalta isoin hyöty saadaan, jos ne on toteutettu saman toimiston sisällä.

Varsinaisessa suunnittelussa tulisi kiinnittää erityistä huomiota alapohjan ja ensimmäisten kerrosten suunnitteluun ja käydä annetut lähtötiedot tarkasti läpi, sillä alimpien kerrosten ratkaisut siirtyvät melkein poikkeuksetta ylempiin kerroksiin. Standardoidut tehtävät on syytä sisäistää ennen soveltavampiin töihin siirtymistä, sillä ne helpottavat tehtävien suorittamista, oppimista ja laatua. Ongelmatilanteissa tulisi kääntyä kokeneemman suunnittelijan puoleen ennemmin kuin myöhemmin, jotta säästettäisiin aikaa ja ongelmalliset ratkaisut eivät kopioituisi ylempien kerrosten elementteihin. On tärkeää hahmottaa iso kokonaisuus ja huolehtia siitä, ettei omiin suunnitelmiin piirretä mitään ymmärtämättä sen tarkoitusta.

Suunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota ja ohjata omaa sekä projektin eri osaluokkien ajankäyttöä. Aikatauluongelmilta ei voida välttyä, mutta suurin osa niistä on ennakoitavissa, jos kokonaisuus ymmärretään. Isommat ja pienemmät päätökset suunnittelun ja suunnittelun ohjauksen osalta tehdään usein hätäisesti ja lyhyen aikavälin tavoitteet mielessä, jolloin virheiden määrä kasvaa. Tähän yleisin perustelu on kiire, mutta sekin on suurimmaksi osaksi eliminoitavissa hyvällä ja johdonmukaisella päätöksenteolla pitkällä aikavälillä. Kiire ei välttämättä ole itse aiheutettua, vaan huonon kommunikaation tulosta. Tähän paras lääke on läpinäkyvyys ja jatkuva kommunikointi, niin toimistojen välillä kuin toimiston sisälläkin.

Projektien viivästyminen jo suunnitteluvaiheessa lisää painetta jo valmiiksi tiukoille asetettuihin aikatauluraameihin työmaalla. Kustannusten kannalta muutokset työmaalla ovat moninkertaisesti kalliimmat kuin muutokset suunnittelu-pöydällä. Tämän takia resurssit ja suunnittelu-aika tulee asettaa realistisesti alusta lähtien.

Elementtisuunnittelun ja -rakentamisen kasvaessa tulisi siihen liittyvän materiaalinkin yleistyä. Näin ei kuitenkaan ole. Elementtisuunnittelu.fi- sivuston päivit-

täminen on hyvä alku, mutta ei millään tapaa riittävä. Suunnittelussa, tuotannossa ja työmaalla käytettävät ratkaisut tulisi tallentaa kirjalliseen muotoon ja saada laajemmin osaksi koulutusohjelmia.

Jatkossa työkaluja tarvittaisiin elementtien 3D-mallintamiseen ja sen seurauksena eri suunnittelijoiden parempaan yhteistyöhön, suunnitelmien yhteensovittukseen ja suunnitteluohjelmien kehitykseen. Elementti- ja rakennesuunnittelu on toistaiseksi tilaajayrityksessä tehty erillään, mutta mallintamistyökalujen kehityksen myötä voidaan ne tulevaisuudessa tehdä saman suunnittelijan toimesta. Prosessi elementtisuunnittelun ja sen kehityksen osalta on jatkuvasti uudistumassa, joten on syytä mainita, että tämä työ on vain tämänhetkinen katsaus prosessiin ja sitä on syytä täydentää, kun uutta informaatiota tulee ilmi.

## LÄHTEET

Elementtisuunnittelu. 2020. Valmisosarakentaminen. Luettu 10.3.2021.  
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen>

Översti Topi. 2019, Elementtisuunnittelun ohjauksen kehittäminen. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/261645/Oversti\\_Topi.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/261645/Oversti_Topi.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Junnonen, J-M. & Kankainen, J. 2020. Rakennuttaminen. 6. painos. Helsinki: Rakennustieto.

Fise. nd. Pääsuunnittelija. Luettu 11.3.2021. <https://www.fise.fi/patevyysspalvelu/hae-patevyytta/suunnittelijat/paasuunnittelija-uudisrakentaminen/>.

RT 13-10860. 2005. RT-tietoväylä. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Rakennustieto. Luettu 24.3.2021.

RT 10-10995. 2010. RT-tietoväylä. Valmisosarakentamisen tiedonhallinta. Rakennustieto. Luettu 26.3.2021.

RT 10-11222. 2016. RT-tietoväylä. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennustieto. Luettu 2.4.2021.

Elementtisuunnittelu. 2021. Suunnittelun ohjaus. Luettu 5.4.2021.  
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus>.

Tomingas Tenar. 2013. Alihankintaprosessi elementtisuunnittelussa. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto. Saimaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62011/Tomingas\\_Tenar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62011/Tomingas_Tenar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

BES. 2010. A3 Suunnitteluprosessi. Betoniteollisuus. Luettu 12.4.2021.

Elementtisuunnittelu. 2021. Runkorakenteet. Luettu 14.4.2021. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/elementtitunnukset>

Nissinen, J. & Koskenvesa, A. 2004. Pientalon kustannukset. Helsinki: Rakennustieto.

Klemetti Esa. 2010. Suunnittelujohtaminen – oikein mitoitettu suunnittelu-aikataulu ja sen ohjaaminen. Rakennustietosäätiö. Luettu 18.4.2021.  
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100203.pdf>

Rakentamisen kosteudenhallinta. nd. Toimiva suunnitteluprosessi. Luettu 16.05.2021. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/suunnittelu/toimiva-suunnitteluprosessi>

Ympäristöministeriö. 2002. Suomen rakentamismääräyskokoelma A2, Määräykset ja ohjeet. Luettu 17.05.2021.

Kielo Houni. 2018. Betonielementtisuunnitteluprosessin puutteet tuoteosakaupassa. Rakennetekniikka. Ylempi ammattikorkeakoulututkinto. Saimaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/150582/Houni\\_Kielo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/150582/Houni_Kielo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RT 16-10660. 1998. RT-tietoväylä. YSE 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Rakennustieto. Luettu 2.6.2021.

Elementtisuunnittelu. 2020. Laadunvarmistus. Luettu 28.06.2021. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/toimitus/laadunvarmistus>

Palolahti T., Stagnäs M. & Valjus J. 2012. Betonielementtien sähköasennukset. Betoniteollisuus ry.

Elementtisuunnittelu. 2020. Teräsosien suunnittelu. Luettu 21.6.2021. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/liitokset/terasosien-suunnittelu>

Betonivalmisosatoimituksen toimintamalli. 2012. Betoniteollisuus. Luettu 23.6.2021.

Työsuojelu. nd. Työolot. Luettu 23.6.2021. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala>

Lehtinen, R. 2019. Rakennushankkeen työturvallisuus. 4. painos. Helsinki: Rakennustieto.

## **LIITTEET**

Liite 1. Väliseinäluettelo

Liite 2: Ontelolaattaluettelo

Liite 3: Tarkastuslista

Liite 4: Valmisosasuunnittelun lähtötiedot

Liite 5: Elementtisuunnittelun lähtötiedot

Liite 6: Turvallisuusasiakirjan liite



PROJEKTIN NIMI		NRO	
Malliprojekti			
SISÄLTÖ			
Väliseinäelementti, kantava, V		Porras B	
TEHNYT	PVM	HYV	PVM
VV	27.4.21		
			SIVU
			1/2

Piir.n:o	Muutos	pvm	Tunnus	Kpl	Paino (kN)	Kerros	
137		09.03.21	V-2100	1	44,6	1.krs.	
138		09.03.21	V-2101	1	44,5	1.krs.	
139		09.03.21	V-2102	1	44,5	1.krs.	
140		09.10.20	V-2103	1	79,9	1.krs.	
141		09.03.21	V-2104	1	38,4	1.krs.	
142		09.03.21	V-2105	1	51,8	1.krs.	
143		09.03.21	V-2106	1	51,7	1.krs.	
144		09.03.21	V-2107	1	67,9	1.krs.	
145		09.03.21	V-2108	1	27,8	1.krs.	
146		09.03.21	V-2109	1	30,4	1.krs.	
147	A14.04.21	09.03.21	V-2110	1	54,0	1.krs.	
148		09.03.21	V-2111	1	26,0	1.krs.	
149		09.03.21	V-2112	1	70,5	1.krs.	
150		09.03.21	V-2113	1	48,3	1.krs.	
151		09.03.21	V-2114	1	67,1	1.krs.	
152		09.03.21	V-2115	1	54,1	1.krs.	
496		01.04.21	V-2200	1	37,7	2.krs	
497		01.04.21	V-2201	1	34,4	2.krs	
498		01.04.21	V-2202	1	37,7	2.krs	
499	B03.05.21	01.04.21	V-2203	1	72,1	2.krs	
500		01.04.21	V-2204	1	34,4	2.krs	
501	A06.04.21	01.04.21	VSP-2205	1	23,0	2.krs	
502		01.04.21	V-2206	1	35,1	2.krs	
503		01.04.21	V-2207	1	46,4	2.krs	
504		01.04.21	V-2208	1	61,4	2.krs	
505		01.04.21	V-2209	1	23,7	2.krs	
506		01.04.21	V-2210	1	26,8	2.krs	
507	A03.05.21	01.04.21	V-2211	1	43,2	2.krs	
508	A03.05.21	01.04.21	V-2212	1	23,0	2.krs	
509		01.04.21	V-2213	1	63,3	2.krs	
510	A27.04.21	01.04.21	V-2214	1	43,2	2.krs	
511		01.04.21	V-2215	1	60,3	2.krs	
512		01.04.21	V-2216	1	48,7	2.krs	
530		09.04.21	V-2300	1	37,7	3.krs	
531		09.04.21	V-2301	1	34,7	3.krs	
532		09.04.21	V-2302	1	37,7	3.krs	
533	B03.05.21	09.04.21	V-2303	1	72,1	3.krs	
534		09.04.21	V-2304	1	34,4	3.krs	

PROJEKTIN NIMI		NRO	
Malliprojekti			
SISÄLTÖ			
Väliseinäelementti, kantava, V		Porras B	
TEHNYT	PVM	HYV	PVM
VV	27.4.21		
			SIVU
			2/2

Piir.n:o	Muutos	pvm	Tunnus	Kpl	Paino (kN)	Kerros	
535		09.04.21	VSP-2305	1	23,0	3.krs	
536		09.04.21	V-2306	1	35,1	3.krs	
537		09.04.21	V-2307	1	46,4	3.krs	
538		09.04.21	V-2308	1	61,4	3.krs	
539		09.04.21	V-2309	1	23,7	3.krs	
540		09.04.21	V-2310	1	26,8	3.krs	
541	A03.05.21	09.04.21	V-2311	1	43,2	3.krs	
542	A03.05.21	09.04.21	V-2312	1	23,0	3.krs	
543		09.04.21	V-2313	1	63,3	3.krs	
544	A27.04.21	09.04.21	V-2314	1	43,2	3.krs	
545		09.04.21	V-2315	1	60,3	3.krs	
546	A02.07.21	09.04.21	V-2316	1	48,7	3.krs	
585		16.04.21	V-2400	1	37,7	4.krs	
586		16.04.21	V-2401	1	34,7	4.krs	
587		16.04.21	V-2402	1	37,7	4.krs	
588	B03.05.21	16.04.21	V-2403	1	72,1	4.krs	
589		16.04.21	V-2404	1	34,4	4.krs	
590		16.04.21	VSP-2405	1	23,0	4.krs	
591		16.04.21	V-2406	1	35,1	4.krs	
592		16.04.21	V-2407	1	46,4	4.krs	
593		16.04.21	V-2408	1	61,4	4.krs	
594		16.04.21	V-2409	1	23,7	4.krs	
595		16.04.21	V-2410	1	26,8	4.krs	
596	A03.05.21	16.04.21	V-2411	1	43,2	4.krs	
597	A03.05.21	16.04.21	V-2412	1	23,0	4.krs	
598		16.04.21	V-2413	1	63,3	4.krs	
599	A27.04.21	16.04.21	V-2414	1	43,2	4.krs	
600		16.04.21	V-2415	1	60,3	4.krs	
601	A02.07.21	16.04.21	V-2416	1	48,7	4.krs	
637		27.04.21	V-2500	1	37,7	5.krs	
638		27.04.21	V-2501	1	34,7	5.krs	
639		27.04.21	V-2502	1	37,7	5.krs	
640	A03.05.21	27.04.21	V-2503	1	72,1	5.krs	
641		27.04.21	V-2504	1	34,4	5.krs	
642		27.04.21	VSP-2505	1	23,0	5.krs	
643		27.04.21	V-2506	1	35,1	5.krs	
644		27.04.21	V-2507	1	46,4	5.krs	
645		27.04.21	V-2508	1	61,4	5.krs	

# ELEMENTTILUETTELO

TATU (tehdas täyttää): \_\_\_\_\_

KOHTEEN NIMI JA OSOITE: **Malliprojekti**

**HUOM!** Jokaisesta eri laattatyyppistä on tehtävä oma elementtiluettelonsa

PÄIVÄYS:	ELEMENTTITUNNUS XXX - - X	KPL	PITUUS (mm)	LEVEYS (mm)	PAINO (tn)	NETTO M2	VARAUS R,S,V,K,ST, J,T,B,A,P	PALO- LUOKKA	RASITUS- LUOKKA	ALKUJÄNN.	LUJUUS	ERISTE	PIIRUSTUS	ALUE
15.1.2021	O37K - - 2300	1	8620	1200		10,34		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2301	1	2437	1200		2,92		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2302	1	3720	1200		4,46		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2303	1	3720	1200		4,46		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2304	1	3120	775		2,42		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2305	1	6620	1200		7,94		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2306	1	6620	800		5,30		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2307	1	8272	1200		9,93		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2308	1	8272	1200		9,93		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2309	1	4120	932		3,84		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2310	1	4120	1200		4,94		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2311	1	4120	1200		4,94		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2312	1	4720	1200		5,66		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2313	1	4720	1200		5,66		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2314	1	4720	1200		5,66		REI60						3.krs katto
15.1.2021	O37K - - 2315	1	5320	1200		6,38		REI61						3.krs katto
YHTEENSÄ:		16	KPL		0,0	TN								
LAATAN KOKONAISMÄÄRÄ:			83,2	JM		94,8	Nto-m2							
PÄIVÄYS:						99,9	Brutto-m2	SUUNNITTELIJA:						

## Kohteen kuvat (mitä pitää meillä olla):

- arkkitehtikuvat
- rakennekuvat
- sähkökuvat (jos sähköt meillä)
- tyyppielementit (huomioitava aloituspalaverin kommentit kansiosta)
- aloituspalaverin pöytäkirja luettava
- elementtityöselitys (rak) luettava
- rakennustyöselitys (ark) luettava
- rakennesuunnittelijan liite turvallisuusasiakirjaan
- porrastoimittajan kuvat
- hissitoimittajan kuvat
- VSS-laitetoimittajan reikäkuvat
- reikäkuvien merkinnät selvitettävä:
  - hormien osalta
  - sewatekien osalta
- ⇒ epäselvät reiät / merkinnät selvitettävä LVIS-suunnittelijoiden kanssa
- ⇒ huomioitava, että reiät alemman holvin alle / ellei näin ole, on asia selvitettävä
- hormikuvat (valitettavasti yleensä tulevat myöhäisessä vaiheessa)
- vanhoja kuvia varten jokaiseen kohteeseen alikansiot (esim ark ”vanhat”) (sama ulkopuolisen rak.suunnittelijan kanssa)

## Tarkastuslista elementeistä:

- 1) Elementtitunnus + kpl-määrä
- 2) Betoniluokat, pintakäsittelyt (tekstiosio)
- 3) Elementin päämitat + paksuudet
- 4) Eristeen laatu
- 5) Paino + nostolenkit
- 6) Aukkojen mitat + sijainti
- 7) Tapit + kolot kohdakkain (päällekkäiset elementit)
- 8) Tönärit (ei kulkuväylille, ei hormien taakse,  $\geq 2$ kpl / elem.)
- 9) LP, viiste, H.
- 10) Vaijerilenkki jako + lenkin tyyppi
- 11) Mahdolliset kolovaraukset (esim. parveke)
- 12) Ikkuna + ovidetaljit (ark + rak)
- 13) Tönäri / lämpölinja / sähkövaraus eivät saa olla kohdakkain
- 14) Luettelo:
  - luettelon pvm = lähetyspäivä = elementin pvm
  - poikkeava tehdas merkittävä luetteloon
- 15) Plottaus: nimeäminen + kaikki plotattu
- 16) Aina tutkittava mitä elementin alla + yllä on + missä korossa
- 17) Raudoitus (kohteen tyyppielementin mukaan + poikkeavat raudoitukset)
- 18) Epäselvissä kohdissa ei tehdä omavaltaisia ratkaisuja vaan keskustellaan asiasta vastaavan suunnittelijan kanssa.
- 19) Kantavat elementit / tuenta / raudoitus
- 20) Sähköt, jos suunnittelu meillä
- 21) Reiät

### **Tarkastuslista kaavioista:**

- 1) Elementtitunnus (lukusuunta)
- 2) Elementtien alareunoja korko
- 3) Elementtien painot urakoitsijan ohjeen mukaan
- 4) Kääntökivet merkitään pohjiin
- 5) Elementtien mitoitus
  - kaavioon äärimitta
  - sidonta moduliin ja / tai ulkonurkkaan + toiseen elementtiin
- 6) Väliseinien ”läpimitoitus”
- 7) Massiivilaattojen mitoitus sidottuna väliseiniin / ulkoseiniin / toisiinsa
- 8) Ontelolaattojen reunavalujen ja paikallavalujen mitoitus
- 9) Ei tekstejä päällekkäin (fontin pienennys!)
- 10) Turhat reiät pois plaaneista (vain reikäkuvan reiät tehdään)
- 11) Kuormitustietoja ei osaa poistaa plaanista (rak. muutokuvista poimittava mahdolliset muuttuneet kuormitustiedot)
- 12) Aukot tehtävä arkkitehtikuvien mukaan (xref-kuvasta); mahdolliset aukkomuutokset korjattava elementtiplaaniiin
- 13) Paikallavaluholvi – kohteessa tuotava myös lämpölinjojen reiät plaaniin, ettei tönäreitä + sähköjä laiteta näille kohdille.
- 14) Saumat piirretään oikein
- 15) Nimiö
- 16) Kaavioon paikallavaluja varten tarvittavat tiedot (esim. tart. laput + lenkit)
- 17) Pilarien lukusuunta osoitetaan nuolella
- 18) Parvekelaatat lukusuunta aina runkoon päin
- 19) Kaikki kannakkeet, saranat oikeilla paikoilla (laatat)
- 20) Vaihdeettava aina uusi ark xref meidän plaaniin

### **Tarkastuslista lähetyksistä:**

- 1) Ontelolaatat A4-laput pdf ja plaanit dwg pankkiin (jollei toisin mainittu)
- 2) Elem.plaanit ja elem.kuvat pdf pankkiin (jollei toisin mainittu)
- 3) Muutokset sähköpostilla heti tehtaalle

*Jokaisella vastuu omista suunnitelmistaan!*

*Pidettävä huolta myös kohteen toisesta suunnittelijasta; liittyvät suunnitelmat! Yhteensopivuus!*

## 2.2 VALMISOSASUUNNITELUN LÄHTÖTIEDOT (TOIMISTO- JA LIIKERAKENNUKSET)

Kohde
-------

### Valmisosasuunnittelun lähtötiedot arkkitehdilta

	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
<b>1.1 Mitoitettut työpiirustukset</b>				
- Rakennuksen päämitat	<input type="checkbox"/>			
- Tasojen +korkeudet (huomioituna mahdolliset pintarakenteet)	<input type="checkbox"/>			
- Ikkunoiden ja ovien sekä aukkojen mitoitus betonirakenteissa	<input type="checkbox"/>			
- Elementtien mitoitus (saumat, aukot, limitykset, katkaisut jne)	<input type="checkbox"/>			
- Ei-kantavien seinien ja hormien mitoitus	<input type="checkbox"/>			
- Runkoon liittyvät rakenteet kuten katokset, varastot, hissikonehuoneet jne. mitoituksi- neen (tarvittaessa detaljipiirustus)	<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 alustilan luukut, tuuletusputket (vrt. detaljipiirustukset)	<input type="checkbox"/>			
- Savunpoistoluukut, -ikkunat (vrt. detaljipiirustukset)	<input type="checkbox"/>			
- Pääsy ullakolle, hissikonehuoneeseen (vrt. detaljipiirustukset)	<input type="checkbox"/>			
<b>1.2 Julkisivupiirustukset</b>				
- Elementtijaot kaikilla sivuilla (myös päädyt, sisäänvedot ja porrastukset)	<input type="checkbox"/>			
- Julkisivumateriaalit ja niiden kattavuusalueet yksiselitteisesti (tarvittaessa elementti-kohtaiset suunnitelmat)	<input type="checkbox"/>			
- Julkisivuun liittyvät erityiskohdat, esim. aukotukset, säleiköt, reiät, katokset, pellitysnostot urineen, lipputangot mitoitettuna julkisivuihin	<input type="checkbox"/>			
- Maanpinnan +korkeudet julkisivuilla	<input type="checkbox"/>			
- Räystä- ja harja +korkeudet	<input type="checkbox"/>			
- Detaljimerkinnot	<input type="checkbox"/>			

	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
<b>1.3 Leikkauspiirustukset</b>				
- Elementtisaumat	<input type="checkbox"/>			
- Aukkojen mitoitus betonirakenteissa	<input type="checkbox"/>			
- Räystäät, katokset, sokkelit, sisä- ja ulkoportaat (porrastyypit ja valmistaja) parvekkeet yms	<input type="checkbox"/>			
- Alaslasketut katot	<input type="checkbox"/>			
- Leikkauspiirustukset kohdista, joissa rakenne muuttuu (esim. porrastukset, täydentävät rakenneosat jne)	<input type="checkbox"/>			
<b>1.4 Detaljipiirustukset</b>				
- Elementtisaumojen koot ja muodot	<input type="checkbox"/>			
- Ovien ja ikkunoiden liittyminen elementtiin ja aukon reunamuodot, karmisvyvyys	<input type="checkbox"/>			
- Laatoitettujen ja profiloitujen sekä muiden erilaisten julkisivupintojen liittyminen toisiinsa (tarvittaessa elementtikohtaiset suunnitelmat)	<input type="checkbox"/>			
- Metalliovien ja -ikkunoiden liittymät elementteihin	<input type="checkbox"/>			
- Täydentävien rakenteiden liittymät (katokset, kaiteet, tikkaat, erkkerit jne.) elementteihin	<input type="checkbox"/>			
- Räystäsdetaljit	<input type="checkbox"/>			
- Elementtien kulmat, nurkat, viisteet ja urat	<input type="checkbox"/>			
- Julkisivulaattojen limitykset yksiselitteisesti (kokonaiset vakiolaatat ja vakiosaumat; tarvittaessa elementtikohtaiset suunnitelmat)	<input type="checkbox"/>			
- Laattasaumat, värit	<input type="checkbox"/>			
- Ovien kynnysdetaljit	<input type="checkbox"/>			
- Korvausilmamenttiilit yms. ulkoseinän osat (koko, sijainti)	<input type="checkbox"/>			
- Ulkokuoren katkaisut, lämmöneristtilan tuuletus	<input type="checkbox"/>			
- Erilliset katospiirustukset	<input type="checkbox"/>			
- Erilliset porrspiirustukset (porrastyypit, nousut, etenemät, +korkeudet, aukkomitat, pintamateriaalit, kaiteet, liittymädetaljtit	<input type="checkbox"/>			
<b>1.5 Ikkuna- ja ovikaaviot</b>				
- Toimitetaan elementtisuunnittelijalle	<input type="checkbox"/>			
<b>1.6 Rakennusselitys</b>				
- Toimitetaan elementtisuunnittelijalle	<input type="checkbox"/>			

**Valmisosasuunnittelun lähtötiedot rakennesuunnittelijalta**

	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
<b>1.7 Kalustepiirustukset</b>				
- Mikäli elementtisuunnittelija tekee sähkösuunnitelmat	<input type="checkbox"/>			
<b>2.1 Pohjapiirustukset 1:50</b>				
- Mitat	<input type="checkbox"/>			
- Kuormitustiedot	<input type="checkbox"/>			
- Leikkaus- ja detaljimerkinnot	<input type="checkbox"/>			
- Sauma- ja paikallavaluosien raudoitus	<input type="checkbox"/>			
<b>2.2 Mitoitetut peruspiirustukset</b>				
- Mitat	<input type="checkbox"/>			
- Paikallavalupintojen yläpintojen korkomerkinnot	<input type="checkbox"/>			
- Luiskattujen valujen kaltevuus	<input type="checkbox"/>			
<b>2.3 Leikkauspiirustukset</b>				
- Kaikista elementteihin liittyvistä rakenteista	<input type="checkbox"/>			
<b>2.4 Tyypielementit</b>				
- Seinäelementit nauha/ruutu	<input type="checkbox"/>			
- Väliseinäelementit	<input type="checkbox"/>			
- Laattaelementit	<input type="checkbox"/>			
- Kuorielementti	<input type="checkbox"/>			
- Pilarit	<input type="checkbox"/>			
- Palkit	<input type="checkbox"/>			
<b>2.5 Rakennuksen kokonaisstabiileetti</b>	<input type="checkbox"/>			
<b>2.6 Elementtityöselostus</b>	<input type="checkbox"/>			
<b>2.7 Rakennetyypit</b>	<input type="checkbox"/>			
<b>2.8 Liittymä-, kiinnitys yms. detaljit</b>				
- Ainoastaan tyyppidetalleja	<input type="checkbox"/>			



	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
<b>2.9 Erikoispiirustukset</b>				
- Katokset, lipat	<input type="checkbox"/>			
- Portaat	<input type="checkbox"/>			
- Tasakaton kuoret ja niiden tuenta	<input type="checkbox"/>			
<b>2.10 Reikäpiirustukset</b>				
- Täydellinen mitoitus	<input type="checkbox"/>			
- Varustetaan kaikkien tarkastusmerkinnöillä	<input type="checkbox"/>			
- Rak>lvi>säh>ark>rak	<input type="checkbox"/>			
<b>2.11 Muut kohdekohtaiset piirustukset</b>	<input type="checkbox"/>			

**Valmisosasuunnittelun lähtötiedot LVI-suunnittelijalta ja S-suunnittelijalta**

	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
<b>LVI-suunnittelija toimittaa seuraavat lähtötiedot</b>				
- Reikäpiirustuksien reikien koko ja sijainti yksiselitteisesti, oikeankokoisina ja sijainnillaan oikein merkittynä	<input type="checkbox"/>			
- Seiniin tulevat korvausilma-, yms. venttiilit ja säleiköt, tyypit, sijainti ja koot yksiselitteisesti merkittynä	<input type="checkbox"/>			
- Ontelolaattojen rei'itys laattavalmistajan ja reikäpiirustusten laadintaohjeen mukaisesti	<input type="checkbox"/>			
- Sewatek-luettelo	<input type="checkbox"/>			
<b>Sähkösuunnittelija toimittaa seuraavat lähtötiedot</b>				
<b>A. Jos sähkösuunnittelija merkitsee sähkövaraukset, sähkösuunnittelija toimittaa seuraavat lähtötiedot</b>				
- Reikäpiirustukset reikien koko ja sijainti yksiselitteisesti merkittynä	<input type="checkbox"/>			
- Sähkösuunnitelmat toimitetaan elementti-suunnittelijalle tarvittaessa	<input type="checkbox"/>			

	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
<b>B. Jos tuoteosasuunnittelija merkitsee sähkövaraukset, sähkösuunnittelija toimittaa seuraavat lähtötiedot</b>				
- Elementtisuunnittelijalle kaikki sähkösuunnitelmat (ryhmäjohtopiirustukset)	<input type="checkbox"/>			
- Reikäpiirustukset reikien koko ja sijainti yksiselitteisesti merkittynä	<input type="checkbox"/>			
- Sähkötyöselitys	<input type="checkbox"/>			
<b>Sähkösuunnittelussa huomioitavaa</b>				
- Reikäpiirustukset reikien koko ja sijainti yksiselitteisesti merkittynä, oikeankokoisina ja sijainniltaan oikein merkittynä	<input type="checkbox"/>			
- Huomioitava mahdolliset välipohjien korkeusasemien vaihtelut	<input type="checkbox"/>			
- Huomioitava poikkeavat rasiakorkeudet	<input type="checkbox"/>			
- Reikäpiirustukseen merkittävä taulun pohjan tyyppi, mikäli se asennetaan kantavaan seinään	<input type="checkbox"/>			
- Seiniin tulevat ovipuhelin-, puhelin- ja antennikaappien varaukset on merkittävä reikäpiirustuksiin	<input type="checkbox"/>			
- Piirustuksiin tehtävät sähkömerkinnät on tehtävä selkeästi piirustusohjeiden mukaan	<input type="checkbox"/>			

#### Valmisosasuunnittelun lähtötiedot pääurakoitsijalta

	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
- Suunnitelma-aikataulu (realistinen)	<input type="checkbox"/>			
- Elementtitoimittajat (ontelolaatta, pilarit, palkit, julkisivu, jne.)	<input type="checkbox"/>			
- Työmaasuunnitelma, jossa nosturitiedot, kaideratkaisut, mahdolliset kulkuaukot yms. elementtisuunnitteluun vaikuttavat asiat	<input type="checkbox"/>			
- Rakennusten toteutusjärjestys	<input type="checkbox"/>			
- Maksimielementtipainot	<input type="checkbox"/>			
- Hissitoimittajan tekemät kuilupiirustukset	<input type="checkbox"/>			
- Porrastoimittaja ja porrastyypit	<input type="checkbox"/>			
- Tieto sähköurakoitsijasta (sähkövarausten merkitseminen ja tarkastaminen)	<input type="checkbox"/>			
- Työmaan turvallisuus- ym. syistä tarvitsemat kiinnikkeet tai varaukset elementteihin	<input type="checkbox"/>			

	Aikataulu		Seuranta	
	Tarve	Tarvitaan	Saatu	Huom.
- Kaideratkaisut	<input type="checkbox"/>			
- Kulkuaukot	<input type="checkbox"/>			
- Väli aikaistuenat	<input type="checkbox"/>			
- Yms.	<input type="checkbox"/>			
- Elementtien toimitusaikataulu	<input type="checkbox"/>			
- VSS-elementtitoimittaja (jos VSS on elementtirakenteinen)	<input type="checkbox"/>			

## Elementtisuunnittelun lähtötiedot:

Kaikista ARK ja SÄHKÖ suunnitelmista DWG-tiedostot ja merkityistä suunnitelmista pdf alla olevan mukaan.

Jos kohteessa on pankki käytössä, voimme hakea dwg-kuvat sieltä ilmoitusten mukaan.

### ARKKITEHTI:

- 1:50 mitoitettut pohjat
- julkisivut ulkosäleikköineen, ulkovalaisimineen, sokkeliplussineen, pintakäsittelyineen
- 1:50, 1:100 yleisleikkaukset
- rakennusselostus (pdf)
- VSS piirustus
- sisäänkäyntikatokset
- parvekekaaviot
- porrspiirustukset
- keittiökalustekaaviot sähköineen
- kylpyhuonekaaviot sähköineen
- ovi- ja ikkunakaaviot
- muut suunnitteluun vaikuttavat tekijät, kuten ikkuna- ja ovismyygidetaljit, kynnysdetaljit jne.
- viimeisin piir.luettelo aina uuden lähetyksen mukana ( pdf)

### REIKÄPIIRUSTUKSET:

- tasopiirustukset
- viimeisin piir.luettelo aina uuden lähetyksen mukana (pdf)

### SÄHKÖ:

- ryhmityspiirustukset
- johtokaaviot
- sähkötyöselitys (pdf)
- viimeisin piir.luettelo aina uuden lähetyksen mukana (pdf)

### LISÄKSI:

- Porrastoimittajan porraskuvat (huomioiden kelluvat lattiarakenteet)
- Hissikuvat
- VSS-laitetoimittajan reikäkuvat
- Tarvitaanko työmaa sähköjä ja imuria varten porrashuonelaattoihin reikiä?
- Kulkuaukot liikuntasaumaväliseiniin?
- Elementtien painorajat
- Putoamissuojat: tyyppielementtien mukaan? Tuleeko jotain muuta?
- Kylpyhuonevaraus 100mm seinäpinnan ulkopinnasta ulos?

# RAKENNESUUNNITTELIJAN LIITE TURVALLISUUSASIAKIRJAAN

## Malliprojekti

20.7.2021

## LIITE TURVALLISUUSASI­AKIRJAAN

<b>1 YLEISTÄ</b> .....	<b>3</b>
<b>2 KOHDE</b> .....	<b>3</b>
2.1 KOHTEEN ERITYISPIIRTEITÄ.....	3
<b>3 ERIKOIS- JA TUOTEOSASUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVIA TYÖTURVALLISUUSTEKIJÖITÄ</b> .....	<b>3</b>
3.1 SUOJAVARUSTEIDEN KIINNITYS .....	4
3.2 ELEMENTTIEN KÄSITTELY JA ASENNUSAIKAINEN TUKEMINEN.....	4
<b>4 TYÖMAATOTEUTUKSESSA HUOMIOITAVIA TYÖTURVALLISUUSTEKIJÖITÄ</b> .....	<b>5</b>
4.1 SUOJAVARUSTEIDEN KIINNITYS .....	6
4.2 ELEMENTTIEN KÄSITTELY JA ASENNUS .....	6
4.3 ELEMENTTEIHIN TEHTÄVÄT VARAUKSET .....	7
4.4 RAKENNUSTARVIKKEIDEN KÄSITTELY JA VARASTOINTI .....	8
4.5 MAARAKENNUS .....	8
4.6 PURKUTYÖ.....	8

## 1 YLEISTÄ

Tämän turvallisuusasiakirjan liitteen tarkoitus on tarkastella rakennustyön turvallisuutta rakennesuunnittelijan näkökulmasta. Ensisijaisesti esitetään työturvallisuuteen vaikuttavia suunnitteluratkaisuja, mutta kantaa otetaan myös muihin rakennustyön turvallisuuteen vaikuttaviin tekijöihin, joita suunnittelijat ovat huomioineet työmaalla käydessään. Tämä asiakirja sisältää myös joitakin päällekkäisyyksiä muiden suunnitelma-asiakirjojen kanssa, koska joitakin asioita on haluttu nostaa esille niiden toteutuksessa havaittujen puutteiden tai asioiden tärkeyden vuoksi.

Tämä asiakirja ensisijaisesti täydentää rakennuttajan työturvallisuusasiakirjaa, rakennusselitystä, elementtityöselitystä ja muita rakennesuunnitelmia. Tulkinnat tästä asiakirjasta eivät saa missään tapauksessa heikentää muissa asiakirjoissa esitettyjä työturvallisuustoimenpiteitä.

Mikäli joku osapuoli havaitsee tässä asiakirjassa virheen tai ristiriidan muihin asiakirjoihin, on hän velvollinen viipymättä ilmoittamaan siitä tämän asiakirjan laatijalle. Tämä asiakirja on kohdekohtainen eikä sitä saa soveltaa ilman laatijan lupaa muihin kohteisiin.

## 2 KOHDE

Helsingin kaupungin x. kaupunginosaan, kortteliin xxxxx, tontille x rakennettava Asunto Oy Helsingin Malliprojekti-niminen taloyhtiö, sisältäen yhden 6-8-kerroksisen elementtirakenteisen asuinkerrostalon.

### *2.1 Kohteen erityispiirteitä*

Kohde sijaitsee meren rannan läheisyydessä, josta johtuen tuulen vaikutus on merkittävä.

Asuinrakennus rajoittuu päädyistään naapuritaloihin ja sisäpihan puolelle pihakannen alle tulee autohalli. Ympäröivien talojen sekä autohallin ja asuinrakennuksen rungon rakentamisen yhteensovittamisessa on myös huomioitava työturvallisuus. Mikäli autohallin kantta käytetään varastointitilana tai työkoneiden alustana, joiden kuormat poikkeavat suunnitelmista, on työmaan ilmoitettava kuormitustiedot autohallin päärakennesuunnittelijalle.

## 3 ERIKOIS- JA TUOTEOSASUUNNITELUSSA HUOMIOITAVIA TYÖTURVALLISUUSTEKIJÖITÄ

- Elementtisuunnittelijalla tarkoitetaan betoni-, puu- ja tiilielementtien, sekä teräsosien suunnittelijaa

- Erikoissuunnitelmat toimitetaan sähköisesti päärakennesuunnittelijalle tarkastettavaksi.
- Erikoissuunnittelun lähtötiedot pyydetään suoraan suunnittelijoilta.
- Paikalla rakennettavaksi suunnitellun rakenteen elementoiminen vaatii vastaavan rakennesuunnittelijan ja rakennuttajan hyväksynnän.
- Elementtisuunnittelijan on kiinnitettävä erityistä huomiota suurten suojabetonietäisyyksien vaikutuksesta elementin tukipinnan leveyteen, esim. parvekelaatan tuenta parvekepieleen.
- Teräsosasuunnitelmat on toimitettava vastaavalle rakennesuunnittelijalle tarkastettavaksi ennen tuotannon aloittamista.
- Esivalmistettujen ontelolaattojen päätykannakkeiden (Petra special) suunnittelua varten tulee työmaan toimittaja toimittajalle rakenne/elementtiplaanit. Elementtisuunnittelija tyypittää (mittatiedot) kannakkeet ja toimittaja tarkastaa kantavuuden.
- Erikoissuunnittelijan (esim. ontelolaattapunostajan) tulee lähettää leimattavat kuvat nimiösivuineen sähköisesti (pdf) päärakennesuunnittelijalle rakennusvalvontaan toimitettavaksi ja lisäksi työmaalle vähintään yhden sarjan.

### **3.1 Suojavarusteiden kiinnitys**

- Elementtisuunnitelmissa on huomioitava kaiteiden tuentaa varten vaadittavat kiinnityselimet. Elementtisuunnittelija on velvollinen tarkistamaan tarpeen päätoteuttajalta.
- Valjaiden kiinnityspisteet huomioitava ontelolaatoissa. Reunimmaisiiin ontelolaattoihin voidaan porata työmaalla kuoman päällä reiät valjaiden kiinnitystä varten. Tästä tulee olla ohjeistus ontelolaattatoimittajalta.
- Elementtisuunnitelmissa tulee huomioida ikkuna-aukkojen ja ranskalaisten oviaukkojen vaatimat kaiteet, päätoteuttaja voi erikseen sovittaessa tehdä kaiteet työmaalla.
- Parvekelaattojen alapintaan keskelle laitetaan vemo valjaiden kiinnitystä varten.
- Parvekekattolaatoissa huomioitava kaidevemat.
- Kaikki yli kaksi metriä korkeat työtasot on varustettava kaiteilla
- Paikallavaluseinien työtasoina on käytettävä elementtelineitä tai paikallatehtävistä telineistä on laaditutettava suunnitelma
- Ontelolaattoihin jätettävä riittävät reunakannakset onteloraksien kiinnitystä varten. Tarvittaessa lisävarauksia tehdään työmaalla onteloasennuksen jälkeen.

### **3.2 Elementtien käsittely ja asennusaikainen tukeminen**

- Elementtisuunnittelijan tulee määrittellä leukapalkkien (esim. deltapalkki) asennusaikaiset tuentapisteet kaavioihin rakennesuunnittelijan ohjeistuksen mukaan. Lähtökohtaisesti deltapalkki tuetaan tukien vierestä, koska omasta painosta aiheutuman painuman on päästävä tapahtumaan kentässä valun yhteydessä.
- Elementtisuunnittelijan on esitettävä nostoelimet ja sallitut nostokulmat elementtisuunnitelmissa.
- Parvekekattolaatoissa on huomioitava kaidevemat.



- Elementtien ja teräsosien liitokset suunnitellaan ilman työmaahitsejä. Työmaahitsejä voi käyttää vain työnaikaisen tuennan varmistamiseen kuivissa tiloissa. Ulkotilaan jäävien teräsosien kuumasinkitystä ei saa pilata työmaahitseillä.
- Laattojen nostoelimet suunnitellaan ensisijaisesti siten, että laatasta on vain kaksi toimivaa nostoelintä. Mikäli kaikki nostoelimet suunnitellaan toimiviksi, on asia kirjattava elementtien asennussuunnitelmaan, koska nosto suoritettava nostopalkkia käyttäen.
- Ontelolaatat tuetaan reunimmaisten onteloiden välisestä kannaksesta.
- Elementtien tuentaan käytettävien lappupinojen korkeus maksimissaan lapun pienin sivumitta. Tarvittaessa käytetään alla kiinnitettyä tukea lappupinon alla.
- Elementtisuunnittelijan tulee antaa elementtien maksimipainot työmaalle elementtien asennussuunnitelman laadintaa varten.
- Elementtien nostoelimet tulee sijoittaa symmetrisesti painopisteen suhteen. Mikäli tämä ei onnistu on painopisteen paikka merkittävä elementtisuunnitelmaan.
- Mikäli elementtien asennusjärjestys on määrätty elementtien liitosvalinnasta johtuen, on elementtisuunnittelijan ilmoitettava siitä työmaalle elementtien asennussuunnitelmaan kirjaamista varten.
- Painavien tiili-, puu-, ja teräspalkkien nostotyöstä oltava suunnitelma ja maininta elementtien asennussuunnitelmassa.
- Seinäelementtien vemoja ei saa sijoittaa kulkuteiden puolelle.
- Kuorilaattojen punossuunnittelijan tulee esittää kuorilaattojen työnaikainen tuenta elementtikaaviossa
- Paikallavaluholvien ja kuorilaattojen valupaine on huomioitava alempien kerrosten kuormituksessa
- Teräsosien tuotantokuvissa on esitettävä nostolenkit ja teräsosien nostosta selvitys elementtien asennussuunnitelmassa, jonka myös asennustyönjohtaja kuittaa.
- Ontelolaattojen päätypalkkien vieressä ontelolaatat on tuettava työnaikaisesti.
- Elementtisuunnittelija määrittelee elementtikaavioihin seinien, pilareiden, laattojen, katkaistujen ontelolaattojen ja deltapalkkien työnaikaiseen tuentaan tarvittavat tönärit.
- Ontelolaattojen punostaja merkitsee punoskuviin ontelolaattojen tarvitsemat asennusaikaiset tuet
- Ontelolaatan nostoon käytetään kuulapääankkuria

#### 4 TYÖMAATOTEUTUKSESSA HUOMIOITAVIA TYÖTURVALLISUUSTEKIJÖITÄ

- Elementeillä tarkoitetaan betoni-, puu- ja tiilielementtejä, sekä teräsosia.
- Paikalla rakennettavaksi suunnitellun rakenteen elementoiminen vaatii vastaavan rakennesuunnittelijan ja rakennuttajan hyväksynnän. Tämä koskee myös työmaalla tehtävää elementointia, esim. vesikattolohkon rakentaminen maassa.
- Kaikista nosturilla nostettavista elementeistä täytyy olla elementtisuunnitelma ja maininta elementtien asennussuunnitelmassa.
- Irtoteräksiksi merkityjä harjateräksiä ei saa muuttaa verkoiksi ilman rakennesuunnittelijan lupaa

#### **4.1 Suojavarusteiden kiinnitys**

- Pää toteuttaja laatii putoamissuojaussuunnitelman, joka hyväksytetään rakennuttajalla ja rakennesuunnittelijalla. Putoamissuojaussuunnitelmassa on esitettävä käytettävät kaidetyypit, työskentelytasot, aukkojen suojaus, telineet ja valjaiden kiinnitystapa.
- Kaiteina käytetään siihen tarkoitukseen suunniteltuja valmiskaiteita, joista löytyy riittävät asennusohjeet ja kuormitustiedot. Pää toteuttajan tulee ilmoittaa elementtisuunnittelijalle mahdollisista elementteihin tulevista kaiteiden kiinnityselimistä.
- Telineet ja työtasot on varustettava suojakaiteilla, mikäli putoamismatka on yli 2m (205/2009 28§).
- Ensisijainen putoamisen estävä toimenpide on rakenteellinen toimenpide, toissijainen on putoamisen estävä valjastyypinen henkilösuojain.
- Suojavarusteiden kiinnitykseen tulee käyttää vain siihen tarkoitukseen suunniteltuja standardin EN 795 mukaan hyväksytyttä kiinnityselimiä.
- Työmaalla käytettävien telineiden tulee olla kyseiseen käyttötarkoitukseen suunniteltuja valmisosia, joiden asennuksesta on valmistajan ohjeet. Tehtäessä telineitä tai työtasoja työmaalla on pää toteuttajan laaditutettava niistä suunnitelma riittävän pätevällä suunnittelijalla. Elementtelineiden tulee sisältää 205/2009 52§ mukaiset käyttöohjeet. Mikäli telineestä ei ole pykälän 52§ mukaista käyttöohjetta on laadittava 53§ mukainen rakennesuunnitelma. Elementtelineen käyttöohje ja käyttösuunnitelma on löydettävä työmaalta.
- Ikkunoiden ja ranskalaisten ovien kaiteet on tehtävä työmaalla, mikäli ne eivät ole valmiina elementissä.
- Mikäli työmaa sijaitsee asutuksen välittömässä läheisyydessä, on työmaan aitaukseen käytettävä kaksi metriä korkeaa jäykkää metalli- tai vaneriaitaa.

#### **4.2 Elementtien käsittely ja asennus**

- Elementtejä saa nostaa vain siihen tarkoitukseen suunnitelluista nostolenkeistä, jotka ovat todennettavissa elementtisuunnitelmasta.
- Elementtien asennusjärjestys on sovittava elementti- ja rakennesuunnittelijan kanssa.
- Tönäreiden kiinnityksestä holviin tehtävä esitys pää rakennesuunnittelijalle
- Nostotilanteessa on huomioitava tuulen vaikutus. Erityisesti kun tuulipinta on suuri ja elementti kevyt.
- Seinien juotosvalut on tehtävä ennen niitä kuormittavien elementtien asennusta, jos ei erikseen muuta sovita.
- Deltapalkit tuetaan erillisen rakennesuunnittelijan laatiman asennusohjeen mukaan, jonka on oltava elementtien asennussuunnitelman liitteenä. Tuentapisteen on esitetty elementtikaaviossa. Ontelolaattojen asennus vuoron perään molemmin puolin. Toispuoleisesti kuormitetut deltapalkit tuetaan kiepahdusta vastaan myös keskialueelta. Keskialueen kiepahdustuet on kuitenkin löysättävä ennen valua.
- Ontelolaattojen päätypalkkien vieressä ontelolaatat on tuettava työnaikaisesti.
- Ontelolaattojen laputus tulee tehdä reunimmaisten onteloiden väliin kannaksen kohdalle

- Rakenteelliset työmaahitsit ovat kiellettyjä. Työmaahitsejä voi käyttää vain työnaikaisen tuennan varmistamiseen kuivissa tiloissa. Ulkotilaan jäävien teräsosien kuumasinkitystä ei saa pilata työmaahitseillä.
- TB-seinäelementtejä ei saa nostaa lappeeltaan pystyyn. Elementin kuljetus ja varastointi on tapahduttava aina syrjällään/pystyssä. Tarvittaessa käänntö tehdään ilmassa tai käänntöpedillä.
- Pilarin ylä- ja alapään saumaus on tehtävä ennen kuin sitä kuormitetaan. Pilari saa olla lappujen varassa vain omalla painollaan.
- Laattojen nostossa on tarkistettava, onko laatta suunniteltu nostettavaksi nostopalkkia avuksi käyttäen (neljä toimivaa nostolenkkiä). Mikäli nostopuomia ei käytetä, jakaantuu kuorma vain kahdelle nostolenkille (kaksi toimivaa nostolenkkiä)
- Parvekelaattojen tukipinnan leveyteen on kiinnitettävä huomiota teräksien suojabetonietäisyyksien takia. Mikäli teräkset eivät tule riittävästi tuelle, on kulman lohkeamisvaara ilmeinen.
- Talvella maan varaan tehtyjen pitkäaikaisten tukirakenteiden vakavuus on huomioitava maan sulaessa ja pehmentyessä keväällä.
- Vesikaton naulalevyrakenteiden jäykistysreivaus tehdään rakennesuunnittelijan vesikattokuvan mukaan. Lisäksi huomioidaan sauvojen nurjahdustuennat NR-suunnitelmista. NR- suunnitelmista tilataan erikseen paperikopiot työmaalle ja päärakennesuunnittelijalle toimitetaan leimattavat kuvat nimiösivuineen sähköisesti (pdf).
- Nosturiperustusten suunnitteluttaminen kuuluu päätoteuttajalle. Perustamistavan määrittelee pohjatutkija.
- Työmaan tulee tarkistaa elementtikaavioista ja punoskuvista elementtien vaatimat työnaikaiset tuet.
- Esivalmistettujen ontelolaattojen päätykannakkeiden (Petra special) suunnittelua varten tulee työmaan toimittaja toimittajalle rakenne/elementtiplanit.
- Ontelolaattojen purkua varten työmaalla oltava kaiteelliset työtasot, joilta käsin nostoelimet kiinnitetään
- Ontelolaatan nostoon käytetään kuulapääankkuria

#### **4.3 Elementteihin tehtävät varaukset**

- Ontelolaattoja voidaan rei'ittää työmaalla reikäpiirustuksissa olevan yleisohjeen mukaan. Ontelolaattojen punoksia ei saa kuitenkaan katkoa ilman päärakennesuunnittelijan lupaa.
- Rengasteräksiä ei saa katkaista porattaessa jälkikäteen seinän viereen reittejä patteriputkille. Mikäli rengasteräksiä on katkottu, on ne hitsattava yhteen rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan.
- Elpöihin voi porata max. 50mm syvän kiinnitysreiän.

#### **4.4 Rakennus­tarvikkeiden käsittely ja varastointi**

- Suunnitelmissa on huomioitu rakennusaikaiseksi kuormaksi holville yhden kipsilevypinkan paino/ ontelolaattakenttä.
- Suunnitelmista poikkeavista rakennusaikaisista varastointi ja työ­konekuormista on ilmoitettava vastaavalle rakennesuunnittelijalle, joka täydentää kuormat suunnitelmiin.
- Rakennus­jätteitä ei saa poistaa kerroksista heittämällä, vaan on käytettävä nostettavia roskalavoja tai jätteenpoistokuiluja.

#### **4.5 Maarakennus**

- Mikäli kaivanto on yli 2m syvä, on sen toteutuksesta/tuennasta urakoitsijan laadittava suunnitelma joka hyväksytetään pohjatutkijalla.
- Mikäli suunnitelmissa ei ole tiukempia vaatimuksia alle 2m syvän kaivanto tehdään pohjalta vähintään 1,5m leveäksi ja sivuilta maksimissaan 2:1 kaltevuuteen. Savisessa maaperässä sivukaltevuus maksimissaan 1:1 ja kaivannon maksimisyvyys 1,7m.
- Maanpaineellisten rakenteiden kuormittaminen maanpaineella on sallittu vasta kun maanpainerakenteen yläpäästä tukeva holvivalu on kovettunut. Maanpaine­seinän vieressä tapahtuva ajoneuvoliikenne lisää maanpaine­kuormaa seinälle. Edellä mainittu pätee myös korkeille sokkielelementeille.
- Nosturiperustusten suunnitteluttaminen kuuluu päätoteuttajalle. Perustamistavan määrittelee pohjatutkija.

#### **4.6 Purkutyö**

- Purkutyö­suunnitelman tarpeellisuudesta on neuvoteltava rakennesuunnittelijan kanssa
- Ennen purkutyön aloittamista on selvitettävä sisältääkö purettavat materiaalit asbestia, kivihiilipikeä tai muita PAH-yhdisteitä.
- Saastuneen maa-aineksen käsittelyssä on noudatettava ympäristökeskuksen ohjeistusta.