

Tero Saari

**Elementtisuunnitteluprojektin läpivienti insinööritoimis-
tossa**

Aaro Kohonen Oy

Opinnäytetyö
Kevät 2012
Tekniikan yksikkö
Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Tero Saari

Työn nimi: Elementtisuunnitteluprojektin läpivienti insinööritoimistossa

Ohjaaja: Martti Perälä

Vuosi: 2012 Sivumäärä: 51 Liitteiden lukumäärä: 12

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on käydä läpi asioita ja seikkoja, joita insinööritoimistossa tulee ottaa huomioon betonirakenteisia valmisosia suunniteltaessa. Työssä ei ole pelkästään tarkoitus pohtia, miten betonirakenteisia elementtejä tulee suunnitella, vaan tarkoitus on kuvata prosessin kulkua alusta loppuun.

Työn alussa keskitytään käsittelemään millainen, suunnitteluprosessi on kokonaisuudessaan ja vaiheittain pyritty tuomaan esille oleellisesti tärkeitä asioita prosessin läpiviemisessä. Betonirakenteisten elementtien suunnitteluprosessi on vaativa prosessi, joka alkaa elementtisuunnittelun tarjouspyynnöstä ja päättyy vasta rakennuksen takuutarkastukseen.

Työn keskivaiheessa keskitytään enemmän siihen, miten yksittäisiä elementtejä tulisi suunnitella ja mitä tulisi ottaa huomioon. Elementtejä suunniteltaessa on otettava huomioon monia suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä ja siksi onkin hyvä varata suunnittelulle riittävästi aikaa. Työn lopussa keskitytäänkin suunnittelun ajan käyttöön, joka on yksi tärkeimmistä huomioitavista asioista suunnitteluprosessissa.

Onnistunut suunnitteluprosessi vaatii kaikilta siihen osallistuvilta henkilöiltä sujuvaa yhteistyötä.

Avainsanat: valmisosien suunnittelu, suunnitteluprosessi, betonielementit

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialization: Building Construction

Author: Tero Saari

Title of thesis: Element design process in an engineering office

Supervisor: Martti Perälä

Year: 2012 Number of pages: 51 Number of appendices: 12

The purpose of the thesis is to discuss what needs to be taken into consideration with prefabricated concrete elements when working in an engineering office. The aim of the thesis is not only to discuss how to design a single element but to describe the whole designing process.

The designing process of prefabricated concrete elements is a demanding process which usually starts with the invitation for tenders and ends with the building's warranty inspection. Designing prefabricated elements takes a lot of time and it is very important to set aside enough time to get adequate designs. Scheduling enough time to designing is one of the major things in the designing process that has to be taken into special consideration.

A successful designing process requires fluent co-operation between all the persons who are involved in the project.

Keywords: prefabricated concrete element, designing process

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract.....	3
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
1 JOHDANTO	7
2 RAKENTAMISPROSESSI	8
3 RAKENNESUUNNITTELUPROSESSIN KULKU	9
3.1 Elementtisuunnittelutarjous	11
3.2 Lähtötiedot.....	12
3.3 Suunnitteluvaihe.....	13
3.3.1 Päärakennesuunnittelijan tehtävät	14
3.3.2 Elementtisuunnittelijan tehtävät.....	15
3.4 Elementtien tarkastus.....	17
3.5 Varaukset ja sähköistys.....	17
3.6 Tuotantovaihe.....	18
3.7 Luovutusvaihe	19
4 ELEMENTTISUUNNITTELUPROSESSI	20
4.1 Suunnitelmien laadinta	20
4.3 Elementtien laatiminen	21
4.3.1 Elementtityypit	21
4.3.2 Geometrian määrittäminen	26
4.3.3 Elementin katsomissuunta.....	27
4.3.4 Päämitat	27
4.3.5 Elementin varaukset ja aukot	28
4.3.6 Elementin varusteluosat	29
4.3.7 Piirustusten tasot.....	34
4.3.8 Suunnitelmien koko	34
4.3.9 Elementtisuunnitelmien yleistekstit	35
4.4 Tiedonsiirto.....	36
5 ELEMENTTIEN TUNNUKSET	37
6 AIKATAULUT JA AJAN KÄYTTÖ	44
6.1 Suunnitelma-aikataulu.....	45

6.2 Elementtien aikataulut ja ohjaus.....	46
7 POHDINTA	48
LÄHTEET	50
LIITTEET	51

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Suorakaidepilareiden moduulimitat	22
Kuvio 2. Pyöreiden pilareiden moduulimitat	22
Kuvio 3. Palkkielementtityypit.....	23
Kuvio 4. Suorakaidepalkkien moduulimitat	24
Kuvio 5. Laattaelementtityypit	26
Kuvio 6. Vaarnatappien sijoittaminen seinäelementeissä	30
Kuvio 7. Vaarnatappien sijoittaminen väliseinäelementissä.....	31
Kuvio 8. Nostolenkkien sijoittaminen elementtiin	33
Kuvio 9. Elementtisuunnitelman yleisteksti	35
Kuvio 10. Elementin nostaminen.....	35
Kuvio 11. Elementtien numerointi samoin tunnuksin.....	41
Kuvio 12. Elementtien numerointi kappalemäärän mukaan	42
Kuvio 13. Päällekkäiset elementit samoin tunnuksin.....	42
Kuvio 14. Päällekkäiset elementit samoin tunnuksin.....	43
Taulukko 1. Päärakenne- ja elementtisuunnittelun välinen tavanomainen työnjako	16
Taulukko 2. Nostolenkkien sallitut nostovoimat.....	32
Taulukko 3. Yleisiä paperiarkkien kokoja.	34
Taulukko 4. Elementtien tunnukset	37
Taulukko 5. Elementtien tunnukset.....	38
Taulukko 6. Elementtien tunnukset.....	38
Taulukko 7. Elementtien tunnukset	39

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on betonirakenteisten elementtien suunnittelun prosessi insinööritoimistossa ja tarkoituksena on käydä läpi vaiheittain koko prosessi ja pyrkiä tuomaan esiin tärkeitä seikkoja, joita tulisi ottaa huomioon suunnittelun eri vaiheissa. Opinnäytetyön kulku alkaa elementtisuunnittelun laajasta kokonaisuudesta ja pyrkii loppua kohden käymään läpi yksityiskohtaisemmin suunnittelun eri vaiheet.

Opinnäytetyön rakenne koostuu seitsemästä pääluvusta, joista toisessa luvussa käsitellään yleisesti rakentamisprosessiin vaiheita. Kolmannessa luvussa käsitellään rakennesuunnitteluprosessin eri vaiheita ja sisältöä. Neljännessä pääluvussa esitetään yksittäisten elementtien suunnittelua ja huomioon otettavia asioita elementtiä suunniteltaessa. Viidennessä pääluvussa taas kerrotaan, miten yksittäisiä elementtejä voidaan nimetä eri tavoin ja niiden edut. Kuudennessa pääluvussa käydään läpi aikatauluja ja ajankäyttöä suunnittelussa. Suunnittelun ajankäyttö on yksi tärkeimmistä huomioitavista asioista suunnitteluprosessissa, sillä on erityisen tärkeää osata varata riittävästi aikaa suunnittelulle, että saataisiin suunnitelmat tehtyä huolellisesti sovitussa ajassa. Opinnäytetyön viimeisessä kappaleessa käydään työtä läpi tuoden esiin omia mielipiteitä sekä pohtimalla opinnäytetyötä.

Valitsin opinnäytetyön aiheeksi betonirakenteisten elementtien suunnittelun, sillä valmisosarakentaminen on selvästi nykyään yksi suosituimmista rakennusmuodoista. Vuoden 2008 tilastojen mukaan noin puolet rakennuksien rungoista valmistettiin valmisosarakenteilla. Erityisesti asuinkerrostaloja ja toimistorakennuksia valmistettiin kyseisenä vuotena elementtirakenteisina jopa noin 74 prosenttia. Valmisosarakentamisen yleistymisen taustalla on useita tekijöitä. Elementtien valmistamisella sisätiloissa saavutetaan muun muassa rakenteiden parempi tuottavuus ja laatu. Valmisosarakentamisella rakennusaika on lyhyempi, mikä vaikuttaa huomattavasti projektin yhteiskustannuksiin. Valmisosien valmistus on vaativa prosessi, joka vaatii kaikilta toimivaa yhteistyötä, jotta saavutettaisiin sovitut tavoitteet niin laadullisesti kuin kustannuksellisesti.

2 RAKENTAMISPROSESSI

Rakentamisen tavoitteena on, että rakennuksen vuosikustannukset koko sen elinkaaren ajan ovat mahdollisimman edulliset. Kun koko rakentamisprosessi on projektoitu hyvin ja huolellisesti, säästetään rakennusaikaa sekä rakennustyömaan kiinteitä ja muuttuvia yhteiskustannuksia sekä rakennus voidaan toteuttaa mahdollisimman kokonaistaloudellisesti.

Suunnitteluprojektin tarkistuslista:

- rakennuksen käyttötarkoitus
- esteettiset vaatimukset ja mittatarkkuus
- suunnittelustandardit
- kuormitukset ja rasitusluokat
- lämmöneristys
- ääneneristys
- kosteudeneristys
- päämitat (korkeudet ja jännevälit)
- rakennuksen stabiliteetti
- muodonmuutokset
- varaukset elementissä
- korroosiosuojaus
- moduuliverkko ja mittajärjestelmä
- vakioelementtien ja –detaljien käyttö
- eri elementtityyppien määrän rajaaminen
- kuljetusvaihtoehdot
- elementtien asennettavuus
- moduuliverkko ja mittajärjestelmä
- elementtitoimituksen sisältö.

(Rakentamisprosessi, [viitattu 1.2.2012].)

3 RAKENNESUUNNITTELUPROSESSIN KULKU

Päärakennesuunnittelun hallinta kulkee pääpiirteittäin seuraavassa järjestyksessä:

1. tarjous
2. sopimus, tehtävämäärittely ja hinta
3. suunnitteluprosessin kronologinen kulku:
 - projektikansion laadinta
 - aloituskokous, jota ennen on syytä perehtyä lähtötietoaineistoon
 - peruslähtötiedot: arkkitehtisuunnitelmat ja pohjatutkimus
 - piirustusluettelo
 - työnjako toimiston sisällä, projektinvetäjän valinta, projektiryhmän ko-koaminen ja alustava aikataulutus
 - rakennetyypit
 - runkoluonnos sekä staattinen malli
 - rakenne- sekä elementtidetaljit
 - kuormien laskenta
 - lujuuslaskenta
 - leikkaukset
 - perustuspiirustukset ja kaivuusuunnitelmat
 - pihantasaussuunnitelma
 - sokkelileikkaukset
 - rungon mittapiirustukset
 - a. Alapohja
 - b. Välipohjat
 - c. Yläpohja
 - d. porrashuoneet
 - varauspiirustukset
 - raudoituspiirustukset
 - teräsrakennepiirustukset
 - elementtikaaviot
 - elementtien yksikköpiirustukset, kierrätys sähkösuunnittelijalla sekä elementtiluettelot.

- Erikoisrakenteiden suunnitelmat
 - Suunnittelukokoukset ja toimiston sisäiset palaverit käynnissä aloituskokouksesta lähtien noin 1 – 4 viikon välein
 - Suunnitelmien toimittaminen rakennusvalvontaan
4. urakkalaskentavaihe
 5. työmaavaihe, täydentäväsuunnittelu sekä huoltokirjan laadinta
 6. työmaakokoukset sekä rakennesuunnittelijan tarkastuskäynnit
 7. vastaanottotarkastus
 8. jälkitarkastus
 9. taloudellinen loppuselvitys
 10. oman toimiston sisäinen projektin loppupalaveri
 11. arkistointi
 12. takuutarkastus.

(Passinmäki 2009.)

Betonielementtisuunnitteluprosessin kulussa otetaan huomioon muun muassa seuraavia asioita:

- asennuskaaviot ja elementtikohtaiset suunnitelmat rungon ja julkisivujen betonielementeistä valmistusta varten
- elementtiasentajan asennussuunnitelmat
- elementtien valmispiirustukset
 - teräsbetonielementtien mitta-, rauditus-, varustelu- ja materiaalitiedot ja tarvikeluettelot
 - jännebetonielementeistä mitta- ja varustelutiedot
 - elementtien käsittelyohjeet
- elementtien sijaintikaaviot
 - elementtien tunnukset, tarkka sijainti, saumat ja liitosdetaljit
 - ohjeet asentamista varten (rakenteelliset vaatimukset)
- elementtiluettelot
- detaljipiirustukset
 - kaikki erilaiset elementtien liitostyypit materiaali- ja tarvikemäärityksiin
 - liitokset paikallatehtyihin rakenteisiin

- rakennelaskelmat

- elementtikohtaiset laskelmat teräsbetonielementeistä ja liitoksista.

(RT 10-10577 1995, 10.)

3.1 Elementtisuunnittelutarjous

Tarjouksen tulee aina antaa tarjouspyynnön mukaan. Mikäli tarjouspyynnöstä kuitenkin poiketaan, siitä on informoitava tarjouksen pyytäjää selkeästi. Jos tarjouspyynnössä ilmenee jotain epäselvää tai poikkeavaa, kyseiset asiat on selvitettävä ennen tarjousta. Tarjoaja voi tarvittaessa tuoda esiin omat mielipiteensä ja tulkinsa tarjouksessaan. (Betonikeskus ry 2009, 10.)

Usein rakennesuunnittelija on se, joka laatii pääsääntöisesti kohteen elementtisuunnittelun tarjouspyyntöasiakirjat, joiden pohjana on hyvä käyttää valmista tarkistuslistaa työn helpottamiseksi. Liitteessä 1 on esitetty tuoteosasuunnittelun tarjouspyyntöasiakirjojen sisällöstä tarkemmin. Lähtötietoja ovat muun muassa määrällisesti ja laadullisesti riittävän valmiit arkkitehtisuunnitelmat, tyypillisimmät rakenneratkaisut, perusdetaljit ja kuormitustiedot. Tarjouspyyntövaiheessa esitettävien suunnitteluasiakirjojen tulee sisältää ainakin

- julkisivut ja niiden pintatiedot
- julkisivu- ja runkokaaviot
- rungon jäykistysperiaatteet
- oleelliset leikkaukset
- riittävä määrä tyyppielementtipiirustuksia kuvaamaan koko kohdetta
- mahdolliset erikoisteräsosat sekä alustavat reikä- ja varausmäärät
- tarjousvaiheen jälkeen piirustuksiin tulevat muutokset sovitaan erikseen.

(Elementtisuunnittelu, 17.2.2010.)

Tarjousvaiheessa on tärkeää kohteen laajuuden määrittely, jolloin saadaan määriteltäviä tehtäviä mahdollisimman tarkasti. Tarjouksen pohjaksi on hyvä tehdä saumajakoluonnos, joka helpottaa elementtien kappalemäärän laskemisessa ja josta pystytään määrittämään erilaisten elementtien määrät. Tarjousvaiheessa aikatau-

lut olisi hyvä olla selvillä, jolloin tiedetään, onko suunnittelu mahdollista toteuttaa sovitussa aikataulussa.

Vaikka kohteesta olisi valmis elementtityöselostus, on silti tärkeää, että sopimusneuvotteluissa käytäisiin läpi kaikki elementteihin liittyvät laatuvaatimukset. Tällöin saataisiin mahdolliset epäselvyydet ja ristiriidat selvitettyä mahdollisimman aikaisin. Mikäli työselostusta ei ole, kyseinen tarkistusvaihe on erityisen tärkeä. Suunnitelmien tekninen toteutettavuus on myös varmistettava ennen sopimuksen solmimista. Sopimusneuvotteluissa tulisi kirjata ja sopia kaikki epäselvät asiat. (Betonikeskus ry 2002; Betonikeskus ry 2009, 11.)

Eriyistä huomiota tulee myös kiinnittää elementtisuunnittelun lähtötietojen laatuun ja oikeellisuuteen. Suunnittelijan on informoitava elementtitehdasta sekä elementtisuunnittelun tilaajaa ennen muutosten tekemistä, mikäli tarjouspyyntövaiheen suunnitteluasiakirjoihin tulee suunnittelun aikana muutoksia. (Elementtisuunnittelu 17.2.2010.)

Kohteen hinta ohjautuu usein rakennusprojektin vaikeusasteen mukaan. Liitteessä 2 käsitellään, miten seinien ja laattojen pinta-aloja lasketaan tarjousta varten. Hinnoittelu voidaan myös määrittää kohteen pinta-alojen mukaan. Tällöin olisi hyvä olla myös elementtien määräluettelo tarjouksessa mukana. Jos hinnoittelu suoritetaan yksikköhintakauppana, määrien laskentatapojen on oltava sopimusvaiheessa molempien osapuolten hyväksymät. Tarjouksesta tulee myös selkeästi käydä ilmi, mihin asti ja millä edellytyksillä tarjous ja sen hinnat ovat voimassa. (Betonikeskus ry 2009, 11.)

3.2 Lähtötiedot

Arkkitehdin tulee toimittaa elementtisuunnittelijalle sovitun aikataulun mukaisesti tarvittavat detaljisuunnitelmat sekä aukko-, mitta-, materiaali-, väri- ja laattajakotiedot ennen elementtien suunnittelun aloittamista. Arkkitehdin toimittamiin lähtötietoihin on syytä perehtyä ennen suunnittelun aloittamista, sillä toteutuksen kannalta mahdollisten ongelmien ilmentyessä on hyvä neuvotella arkkitehdin kanssa mah-

dollisista muutoksista sekä kysyä lisäinformaatiota, jos jokin on epäselvää. Ennen elementtien suunnittelun aloittamista on myös selvitettävä toimittajan käyttämät tuotantomenetelmät sekä muottirakenteet. (Betonikeskus ry 2002; RT 10-10577 1995, 10.)

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon muut osapuolet. Suunnittelun alkuvaiheessa tulee tilaajan kanssa käydä läpi, onko mitään erityisvaatimuksia sekä elementtitehtaan kanssa tulee keskustella muun muassa muottien mitoista eli saadaan selvyyttä, kuinka suuria elementtejä voidaan valmistaa. Myös urakoitsijalta tulee pyytää elementtien nosturikaavio, että tiedetään kuinka painavia elementtejä on mahdollista toteuttaa.

Suunnittelijoiden tehtävistä tulee tehdä selvä jako eli mitä kukin tekee, varsinkin, jos suunnittelussa on mukana useita eri suunnittelutoimistoja tai suunnittelijoita on useampia. Tällöin vältytään muun muassa päällekkäiseltä työltä sekä pystytään paremmin pysymään sovitussa aikataulussa.

3.3 Suunnitteluvaihe

Onnistuneen suunnitteluvaiheen läpivienti vaatii kaikilta suunnitteluun osallistuvilta mahdollisimman hyvää ja sujuvaa yhteistyötä. Erityisesti informaation kulun eri osapuolten välillä on oltava sujuvaa. Suunnitteluvaiheen hyvän läpiviennin kannalta on syytä kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin asioihin:

- suunnittelusopimuksen riittävän tarkka sisältö
- suunnittelijoiden sekä suunnittelun tilaajien vastuut
- suunnitteluajakaulu
- suunnittelun riittävät lähtötiedot
- suunnittelijoiden välinen yhteistyö
- riittävät suunnitteluresurssit
- suunnitelmakatselmukset
- suunnittelun välitavoitteet
- suunnitelmien tarkastaminen
- mahdollisten muutoksien hallinta

- riittävästi aikaa suunnittelulle
- tiedonsiirto.

(Betonikeskus ry 2009, 6.)

Suunnittelun lähtökohtana on, että ennen elementtien valmistumisen aloittamista rakennuksen staattiset laskelmat sekä päädetaljit täytyy olla tehtynä. Detaljeja kuitenkin täydennetään aina suunnitelmien edetessä.

3.3.1 Päärakennesuunnittelijan tehtävät

Rakenteiden pääsuunnittelija vastaa tavanomaisessa suunnittelu- ja rakentamisprosessissa suurimmasta osasta rakenteiden suunnittelusta. Pääsuunnittelija selvittää varsinaiseen rakennesuunnitteluun liittyen rungon jäykistyssysteemin sekä sen mahdolliset vaikutukset elementtien mitoitukseen. Pääsuunnittelija laatii tarvittavat yleissuunnitelmat ja kuormituskaaviot eli antaa kuormituslähtötiedot sekä laatii myös RTT:n malliohjetta vastaavat elementtien tyypilliset liitos- ja kiinnitysdetaljit elementtisuunnittelun pohjalle. Pääsuunnittelija suorittaa myös elementtisuunnitelmien rakenteellisen tarkastuksen siinä laajuudessa, että urakkalaskenta-asiakirjoissa määritelty laatutaso ja rakenteellinen kokonaisuus toteutuvat. Pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös määrittellä rakenteiden suunnitellun käyttöiän vaatimukset. Lähtökohtaisesti pääperiaatteena on, että laskennan tehnyt suunnittelija mallintaa eli suunnittelee myös laskemansa rakenteet ja liitokset. (Mallintava suunnittelu, [viitattu 18.1.2012]; Betonikeskus ry 2002.)

Ennen elementtien valmistuksen aloittamista päärakennesuunnittelija esittää elementtisuunnitelmat tarvittavassa laajuudessa rakennusvalvontaviranomaisille. Päärakennesuunnittelija toimittaa myös elementtisuunnittelun lähtötiedot erikseen sovittavan aikataulun mukaisesti sekä toimittaa työpohjat tasokuvista LVIS-suunnittelijoille reikä- ja varustelutietojen merkitsemistä varten. Sivulla 17 olevaan taulukkoon 1 on lueteltu päärakenne- ja elementtisuunnittelijan välinen työnjako. (Betonikeskus ry 2002.)

3.3.2 Elementtisuunnittelijan tehtävät

Elementtisuunnittelija laatii lujuuslaskelmineen elementtien lopulliset rakenne-, työ- ja mittapiirustukset sekä elementtien sijainti-, kiinnitys- ja liitosdetaljit. Niiden tulee perustua rakennesuunnittelijan urakkalaskentaan tekemiin elementtikaavioihin, tyyppi- ja detailjiin sekä arkkitehdin ja kohteen erikoissuunnittelijoiden laatimiin työ- ja erikoispiirustuksiin ja sovituksetaljeihin. Elementtisuunnittelijan kuuluu toimittaa rakennesuunnittelijalle ennen elementtien valmistuksen aloituskatselmusta kyseistä työtä koskevat lujuuslaskelmat ja rakennesuunnittelija esittää ne rakennusvalvontaviranomaiselle tarvittavassa laajuudessa. Elementtisuunnittelija tekee elementtikaaviot ja -luettelot sekä muut mahdolliset erikseen sovitut luettelot. Elementtisuunnittelija myös merkitsee elementteihin liittyvät detaljit ja tartunnat elementtikaavioihin ja paikalla valettavien rakenteiden piirustuksiin tai erillisiin detailji- ja kaaviopiirustuksiin. (Betonikeskus ry 2002.)

Taulukko 1. Päärakenne- ja elementtisuunnittelun välinen tavanomainen työnjako (Mallintava suunnittelu 18.2.2012).

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

3.4 Elementtien tarkastus

Elementtisuunnitelman valmistuttua se tarkistetaan aina toimiston sisällä vanhemman suunnittelijan toimesta. Vaikka esimies tai joku muu vanhempi suunnittelija on vetämässä projektia, ei pidä luottaa siihen, että kyseessä oleva suunnitelma tulee kuitenkin aina tarkastettua tai tarkastaja tietäisi kyseisen asian paremmin kuin suunnitelman laatija. Toisin sanoen jokaisen on otettava vastuu omasta työstään. Ennen varsinaisen tarkastamisen aloittamista lähtökohtana on se, että suunnitelma on mahdollisimman valmis, jolloin säästetään aikaa ja pysytytään paremmin suunnitellussa aikataulussa. (Passinmäki 2009.)

Tarkastamisessa kannattaa kiinnittää huomiota muun muassa elementin geometriaan, aukkoihin, varauksiin, raudoituksiin sekä kiinnityksessä ja tuennassa tarvittaviin varusteisiin. Erityisesti ovien ja ikkunoiden määrittämisessä syntyy usein virheitä ja tarkastaessa on hyvä varmuuden vuoksi myös verrata aukon kokoa arkkitehdin ikkuna- ja ovikaavioon. Tarkastamisen apuna on hyvä laittaa esimerkiksi ulkoseinäelementtipiirustukset arkkitehdin julkisivukuvan kanssa päällekkäin, josta voidaan tarkastaa muun muassa geometrian oikeellisuus eli tehdään niin sanottu tarkistuskaavio. Erityisesti seinäelementtien tarkastamisessa tarkistuskaavio helpottaa huomattavasti elementtien tarkastamista ja niiden mahdollinen korjaaminen on tällöin helpompaa. Ennen tarkastamisen aloittamista kannattaa tarkastaa, että käytettävissä on viimeisin revisio arkkitehdin suunnitelmista.

Kun suunnitelma on tullut tarkastettua huolellisesti, on myös muistettava huolehtia sen jakelusta eteenpäin sovituissa aikataulussa sekä sovituissa muodossa. Suunnittelun alkuvaiheessa on usein hyvä lähettää jo alustava suunnitelma eteenpäin, jolloin saadaan aikaisemmin karsittua karkeimmat ristiriitaisuudet pois. (Passinmäki 2009.)

3.5 Varaukset ja sähköistys

LVIS-suunnittelijat merkitsevät LVIS-reikä- ja varaustiedot päärakennesuunnittelijan toimittamiin työpohjiin ja toimittavat piirustukset elementtisuunnittelijoille.

Suunnitelmissa täytyy olla LVIS-suunnittelijan nimikirjoitus sekä päivämäärä ja piirustukset tulisi olla toimitettuna eteenpäin elementtisuunnittelijoille erikseen sovitun aikataulun mukaisesti. (Betonikeskus ry 2002.)

Varauksen sattuessa aukkojen kohdalle, on syytä ottaa LVIS-suunnittelijaan yhteyttä ja kysyttävä varauksen mahdollista siirtämistä ehjempään kohtaan elementissä. Päärakennesuunnittelijan tehtävä on tarkastaa onko kyseiset varaukset rakenteellisesti mahdollisia. Elementtikuvat on tarkastettava aina ennen kuin ne lähetetään eteenpäin varausten ja sähköistyksen jälkeen.

3.6 Tuotantovaihe

Tehtaalla pidetään ennen varsinaisen tuotannon aloittamista tehdaskatselmus, missä esitellään tilaajalle tehtaan valmistus- ja laadunvarmistusmenetelmät ja mahdollinen laadunvarmistussuunnitelma. Tehdas katselmuksessa sovitaan muun muassa elementtien tarkistuskäytännöstä ja alustavasti myös luovutusvaiheen toimenpiteistä, jotka tarkentuvat aina työn edetessä. (Betonikeskus ry 2002.)

Elementtien valmistajan on tilaajan edellyttäessä tehtävä erikseen sovittava määrä täysmittaisia mallielementtejä, jotka tilaaja hyväksyy käytettäväksi koko valmistusvaiheen ajan laatutason mittana. Yleensä tilaaja tarkistaa mallielementtien sopimuksenmukaisuuden pintojen laadun ja värien sekä mittapoikkeamien osalta, joko aloituskatselmuksen yhteydessä tai erikseen sovittavana ajankohtana. Myös betonipeitteen paksuuksia voidaan mitata esimerkiksi betonipeitemittarilla. Mallielementtikatselmuksesta laaditaan aina pöytäkirja. (Betonikeskus ry 2002.)

Elementtien valmistus saadaan aloittaa vasta tehtaalla pidetyn aloituskatselmuksen jälkeen, jonka kutsuu koolle elementtien tilaaja. Ainakin seuraavat asiat käsitellään aloituskatselmuksessa:

- elementtisuunnitelmien valmiustilanne
- elementtien toimitusaikataulu
- selvitys muoteista

- materiaalit sekä aineodistukset
- lämpökäsittely
- elementtien jälkihoito
- varastointi
- laadunvalvonta kuten tarkastaminen ja dokumentointi
- todetaan elementtisuunnitelmien toteuttamiskelpoisuus niin valmistuksen, kuljetuksen kuin asennuksenkin kannalta
- mahdolliset mallielementit.

Myös aloituskatselmuksesta laaditaan aina pöytäkirja. (Betonikeskus ry 2002.)

3.7 Luovutusvaihe

Elementtitoimituksen vastaanottotarkastus pidetään kun elementtitoimitus on toteutettu kokonaisuudessaan. Tilaisuuden tarkoituksena on selvittää, onko elementtitoimitus toteutunut sovitulla tavalla. Luovutuksen jälkeen elementtien huolto jää yleensä elementtien tilaajalle tai kiinteistön omistajalle. (Betonikeskus ry 2002.)

Lopuksi on suositeltavaa järjestää palautepalaveri, jossa tulisi käsitellyksi muun muassa toimituksen ja suunnittelun onnistumiset ja kehittämisen kohteet. Paras hyöty palaverista saadaan, kun siihen osallistuu kaikki elementtien toimitukseen osallistuneet henkilöt. Erityisesti on tärkeää käsitellä ne asiat, jossa kehittämistä tuntuu olevan. (Betonikeskus ry 2002.)

4 ELEMENTTISUUNNITTELUPROSESSI

Suunnittelutyö vaatii aina suunnittelijalta ammattitaitoa, pitkäjänteisyyttä, sitkeyttä sekä hyviä hermoja. Nykyään piirtämistyö on suunnittelua eikä pelkästään vain puhtaaksi piirtämistä. Piirtämistehtävä on käytännön rakenneratkaisun saamista paperille ja vieläpä mahdollisimman järkevään muotoon, ottaen huomioon myös tekniset, taloudelliset sekä esteettiset seikat, jotka ovat usein käytännössä vaikeampia tehtäviä kuin pelkän staattisen mallin ratkaiseminen tai laskelmien laatiminen. Piirtämisvaihe on erittäin tärkeä vaihe rakennuksen suunnittelussa, koska se on keskeisin linkki tiedonvälityksessä työmaan ja suunnittelutoimiston välillä. Piirtäminen on suunnittelua ja sen vuoksi tärkeää muistaa tehdä aina ajatuksella. (Passinmäki 2009.)

4.1 Suunnitelmien laadinta

Suunnittelu perustuu aina arkkitehdin viimeisimpään revisioon, siksi arkkitehtisuunnitelmien päivityksestä on tärkeää pitää tarkkaa lukua. Vanhaan arkkitehtisuunnitelmaan tulee kansilehdelle merkitä selkeästi, että kyseinen piirustus ei ole enää uusin versio. Esimerkiksi voidaan piirtää kansilehteen diagonaali nurkasta nurkkaan. Ennen suunnittelun aloittamista arkkitehtisuunnitelmiin on syytä perehtyä perusteellisesti, jolloin kyseessä olevasta rakennuksesta muodostuu selkeä kuva. Mikäli jotain oleellisia lähtötietoja puuttuu, on siitä ilmoitettava välittömästi arkkitehdille ja pyydettyä lisätietoa, kuitenkin sovitun aikataulun puitteissa. (Passinmäki 2009.)

Elementtipiirustuksen tärkein tehtävä on esittää selkeästi kaikki elementin valmistuksessa sekä rakenteen käytössä tarvittavat tiedot. Jokaisesta erilaisesta elementistä laaditaan aina oma elementtipiirustus. Jos elementtejä on useita täysin samanlaisia, ei ole syytä tehdä montaa eri piirustusta vaan merkitään nimiöön oikea kappalemäärä. Pitää kuitenkin muistaa, että elementtiin tulevat mahdolliset varaukset voivat olla erilaisia vaikka elementin geometria onkin sama. (Elementtisuunnittelu, 17.2.2012.)

Suunnitelmaa tulee aina miettiä myös toteutuskelpoisuuden ja työjärjestyksen kannalta, sekä ottaa huomioon rakennusajan sääolosuhteet. Toteutustapoja on hyvä käydä läpi yhdessä rakennuttajan ja urakoitsijan kanssa, mikäli urakoitsijat ovat jo tiedossa suunnitteluvaiheessa. (Betonikeskus ry 2002.)

















4.3 Elementtien laatiminen

Elementit valmistetaan aina suunnittelijan laatiman elementtipiirustuksen ja tämän työselityksen mukaan. Piirustusten on siis syytä olla selkeitä ja helposti luettavia, toisin sanoen; älä piirrä piirustusta liian tukkoon. Pyritään esittämään asiat vain kertaalleen, jolloin vältetään ristiriitaisuuksilta ja korjailu on tällöin helpompaa, sekä vältetään väärinkorjaukselta. Suunnittelijan täytyy myös ymmärtää omasta työstään joka ainut merkki ja viiva. Suunnitelmista täytyy aina tehdä niin paljon leikkauksia ja detaljia, että rakenne kokonaisuudessaan tulee käytyä läpi. Suunnitelman voi katsoa olevan valmis silloin, kun itse osaisi rakentaa kyseessä olevan rakennelman suunnitelmien avulla. Liitteissä 4-12 on kuvattu millaisia elementtisuunnitelmat ovat. (Betonikeskus ry 2002; Passinmäki 2009.)







4.3.1 Elementtityypit

Pilari-elementit. Yleensä pilarit tukeutuvat alapäistään paikalla valettuihin perustuksiin peruspulttien tai holkkien välityksellä. Pilarien betonin lujuusluokka on oltava vähintään K 40-1. Valmistuksen yhteydessä elementteihin asennetaan piirustuksissa esitetyt tartunnat, varaukset ja asennuslaakerit. (Betonikeskus ry 2002.)

Pilarin mittoja valittaessa tulisi ensisijaisesti ottaa huomioon arkkitehtoniset, toiminnalliset ja taloudelliset seikat. Suositeltavaa on, että samassa kohteessa käytettäisiin samankokoisia poikkileikkauksia. Tarkoituksena on pyrkiä pitämään pilareiden poikkileikkaus samankokoisina myös eri kerroksissa. Betonin lujuuden ja raudoitusten määrän avulla voidaan säädellä pilarin kantokykyä. Taloudellisesta näkökulmasta edullisinta on ensin kasvattaa betonin lujuutta ja vasta sitten raudoitusten määrää. Kuvioissa 1 ja 2 esitetty eri pilareiden moduulimittoja. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

		PILARIN LEVEYS				
		2M 180	3M 280	4M 380	5M 480	6M 580
PILARIN KORKEUS	2M 180					
	3M 280					
	4M 380					
	5M 480					
	6M 580					
	7M 680					
	8M 780					
						

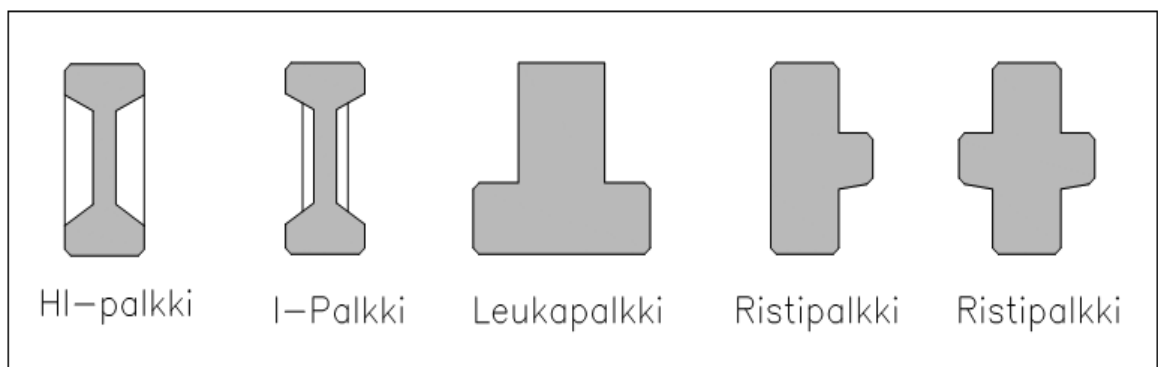
Kuvio 1. Suorakaidepilareiden moduulimitat. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

PILARIN HALKAISIJA					
2M 180	3M 280	4M 380	5M 480	6M 580	7M 680
					

Kuvio 2. Pyöreiden pilareiden moduulimitat. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Ensisijaisesti tulisi suosia ja käyttää neliöpilareita. Erityisesti vaakakuormitetuissa pilareissa suorakaidepilareiden käyttö on suositeltava esimerkiksi mastopilareissa, jotka toimivat hallirakennusten tuulipilareina. Suorakaiteen muotoisten elementtipilareiden taloudellinen maksimipituus on noin 15 metriä eli 3 – 4 kerrosta ja pyöreitä pilareita käyttäessä pystyvaletun pilarin suositeltava maksimipituus on noin 7 metriä eli kahden kerroksen korkuisia. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Palkkielementit. Palkit ovat normaalisti teräsbetoni- ja jännebetonipalkkeja. Esimerkiksi suorakaide-, leuka- ja ristipalkit ovat teräsbetonisia tai jännitettyjä kun taas HI- ja I-palkit ovat jännitettyjä palkkeja. Palkkien betonin lujuusluokka on vähintään K 40-1. Palkkien sivut ja alapinnat ovat usein muottipintoja. Kuviossa 3 on esitetty malliksi muutamia eri palkkeja. (Betonikeskus ry 2002; Runkorakenteet [viitattu 18.2.2012].)



Kuvio 3. Palkkielementtityypit.

Palkin muotoa ja tyyppiä valittaessa on otettava huomioon muun muassa jänneväli, kuormitukset ja käyttötarkoitus. Ala- ja välipohjissa on yleensä käytetty suorakaide-, leuka- ja ristipalkkeja sekä kattokannattajina suositetaan käytettäväksi I-palkkeja. Yleensä kohtuullisilla jänneväleillä suorakaidepalkki on edullisin vaihtoehto, kun taas leukapalkkia käytetään tilanteessa jossa laataston alla on tilan tarvetta. Ristipalkkia on suositeltavaa käyttää vain poikkeustapauksissa, kuten silloin kun palkin korkeus on yli metrin tai palkilla on pitkä valmistussarja. Poikkileikkaukset pitäisi pyrkiä pitämään mahdollisimman samanlaisina samassa rakennuskohdassa. Kuviossa 4 on esitetty eri palkkien moduulimittoja. (Runkorakenteet [viitattu 18.2.2012].)

		PALKIN LEVEYS				
		2M 180	3M 280	4M 380	5M 480	
PALKIN KORKEUS	3M 280					
	4M 380					
	5M 480					
	6M 580					SUOSITELTAVIN
	7M 680					SUOSITELTAVA
	8M 780					
	9M 880					
	10M 980					

Kuvio 4. Suorakaidepalkkien moduulimitat. (Runkorakenteet [viitattu 28.1.2012].)

Seinäelementit. Seinäelementtejä voidaan valmistaa raudoittamattomana, jolloin elementtien reunaan sijoitetaan reunan suuntainen pielirauditus. Teräsbetoniset elementtirakenteiset seinät ovat molemmista pinnoista raudoitettuja. Usein asuinrakennuksissa rasitukset ovat niin pieniä, että seinät on mahdollista toteuttaa raudoittamattomana. Toisaalta asuinrakennuksia suuremmat toimisto- ja liikerakennukset joudutaan usein raudoittamaan jäykistävien seinien osalta. Esimerkiksi toimistoissa on vähemmän betonisia väliseiniä, siksi jäykistyksessä käytetyt seinät saavat suuria puristus- ja vetoraudoituksia. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Seinäelementeille suositeltava maksimikorkeus on noin 3,6 metriä. Mittaan sisältyy myös elementin nostolenkit tai kiinnitykseen tarvittavat mahdolliset tapit. On myös mahdollista valmistaa korkeampiakin elementtejä, jolloin elementin kylkeen lisätään nostolenkit. Tällöin elementti suunnitellaan käännettäväksi ja täten sen nostaminen on helpompaa. Raudoittamattomien seinien suositeltava maksimipituus on 5, metriä kun raudoitetuilla seinäelementeillä se on 8–9 metriä. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Teräsbetoniset väliseinäelementit valmistetaan aina elementtipiirustusten mukaisesti. Betonin lujuusluokan on oltava vähintään K 30. Raudoittamattoman seinän minimipaksuus on vähintään 120 mm. Väliseinän muita yleisesti käytettäviä paksuuksia ovat 160, 180, 200 ja 240 mm. Kantavan ja jäykistävän seinän paksuutena suositellaan vähintään 180 mm ja asuinrakennusten huoneistojen välisen seinän minimipaksuutena 200 mm. (Betonikeskus ry 2002; Runkorakenteet [viitattu 18.2.2012].)

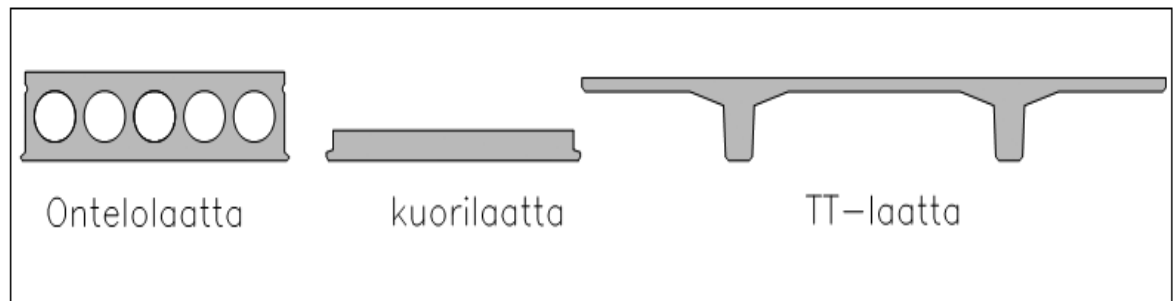
Ulkoseinäelementin sisäkuoren suositeltava minimipaksuus on 120 mm. Asuinkerrostaloissa ja rivitaloissa käytettävien sisäkuorien paksuutena suositellaan pääsääntöisesti käytettäväksi 150 mm. Ulkoseinäelementtien ulkokuoren tulee olla säänkestävää betonia. Suunniteltu käyttöikä on tavallisesti 50 vuotta. Ulkokuoren pinta määritellään julkisivupiirustusten mukaan ja ulkokuoren valmistus, varastointi, kuljetus sekä työmaasuojaukset tulee suunnitella ja tehdä siten, että julkisivupinnat pysyvät tasavärisinä. (Betonikeskus ry 2002; Elementtisuunnittelu[viitattu 18.2.2012].)

Kellarin seinät toteutetaan yleensä raudoitettuna, koska kellarin seiniin kohdistuu yleensä suurimmat pystykuormitukset kaikkien seinien osalta. Niissä on yleensä myös muita kerroksia enemmän varauksia ja ne toimivat usein rakennuksen jäykistävinä seininä. Yleensä myös maanpaine rasittaa kellarin seiniä. Kellarin seinien paksuus määritellään kuormitusten mukaan. Suositeltavia paksuuksia ovat 160, 180, 200 ja 240 mm. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Parveke-elementit. Parvekkeiden laatta- ja kaide-elementit ovat teräsbetonirakenteisia elementtejä ja valmistetaan elementtipiirustusten mukaisesti. Elementtien

betonin tulee olla vesitiivistä ja säänkestävää. Suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta. (Betonikeskus ry 2002).

Laattaelementit. Ontelolaatat, kuorilaatat ja TT-laatat valmistetaan esijännitettyinä elementteinä mitta- ja raudituspiirustusten mukaisesti. Elementteihin tehdään rakennepiirustusten mukaiset reiät ja niihin asennetaan valmistuksen yhteydessä piirustuksissa esitetyt tartunnat ja varaukset. Laattatyyppejä valitaan aina sen perusteella, että sen toiminnalliset ja kuormituksen kriteerit täyttyvät. Alla olevassa kuvassa on esitetty erilaisia laattoja. (Betonikeskus ry 2002).



Kuvio 5. Laattaelementtityypit.

4.3.2 Geometrian määrittäminen

Elementtipiirustuksen laatiminen käynnistyy yleensä sen geometrian määrittelystä. Määriteltäviä asioita ovat muun muassa

- elementin päämitat
- elementtiin tulevat aukot kuten ovet, ikkunat tai luukut
- varaukset eli LVIS-aukot, syvennykset tai läpivientiosat
- liittyvien rakenteiden vuoksi tulevat aukot, syvennykset tai lovet.

Elementin geometria tulee piirtää totuudenmukaisena, eikä vain esimerkiksi korjata mittaviivaa, koska suunnitelmien täydennys- ja muutosvaiheessa on mahdotonta muistaa korjaukset. Kuvien selkeyttämiseksi kannattaa käyttää eri viivan paksuuksia, jolloin kuvat ovat helpommin luettavissa. Kaikkien viivojen paksuus on hyvä olla sellainen, että ne eivät kopioidessa katoa näkyvistä. (Passinmäki 2009.)

4.3.3 Elementin katsomissuunta

Elementtejä katsotaan normaalisti rakennuksen julkisivuun nähden sisältä ulospäin. Myös pohjapiirustuksessa oleva elementin tunnus osoittaa katsomissuunnan. Yksittäisessä elementtisuunnitelmassa elementin niin sanottu naamakuva katsotaan muottiin päin eli samoin päin kuin se valmistetaan tehtaalla. Elementin leikkaukset katsotaan vaakaleikkausten osalta alhaalta ylöspäin ja pystyleikkausten osalta oikealta vasemmalle. (Passinmäki.)

4.3.4 Päämitat

Elementin päämitat esitetään mittaviivoilla sitten, että mittaviivan alku- ja loppupää ovat selvästi luettavissa. Eli mittojen ei ole hyvä lähteä esimerkiksi reiän tai kolon kohdalta. Mittaviivoja on hyvä olla kuvassa tarpeeksi ja ne on esitetty selkeästi, jotta välttyttäisiin hankalilta laskutoimituksilta sekä pyrittäisiin vähentämään tuotannossa tapahtuvia virheitä. (Elementtisuunnittelu, 17.2.2012.)

Elementin vaakasuorat päämitat tulee aina esittää erikseen sekä ulko- että sisäkuorelle. Myös ulko- ja sisäkuoren suhde toisiinsa tulee aina esittää mittalukuna. Pystysuoran päämitan lisäksi tulee elementtisuunnitelmassa esittää myös elementin todelliset korkeusasemat sekä ala- että yläreunassa. Elementin korkeus esitetään yleensä vain elementtipiirustuksen leikkauksessa. Pysty- että vaakaleikkauksessa voidaan myös esittää elementtien osapaksuudet, mutta elementin kokonaispaksuus esitetään normaalisti vain pystyleikkauksessa. (Passinmäki.)

Pääsääntöisesti aukkojen, eli ovien ja ikkunoiden, mitat esitetään siten, että mittaviiva on sillä puolen elementtiä, jonka kuoren aukosta on kysymys. Aukkojen koot on hyvä esittää myös niin, että sisäkuoren sisäpinnalla oleva aukon koko ja ulko-kuoren ulkopinnalla oleva aukon koko tulisi esitettyä. (Passinmäki.)

4.3.5 Elementin varaukset ja aukot

Ennen suunnittelun aloittamista ovien, ikkunoiden ja aukkomitoituksen perusteet tulee selvittää perusteellisesti. Normaalisti aukkojen pielissä on päästöt eli viisteet, joiden tarkoitus on muun muassa se, että ilman niitä elementin aukkojen reuna-
muottien purku hankaloituu. Elementtikuvissa päästöt ja viisteet esitetään tavallisesti detaljikuvissa, joissa on isompi mittakaava. Normaalisti aukkojen pielidetallit perustuvat arkkitehdin pielidetallijikkaan. Arkkitehdin pielidetallijikka on hyvä käydä läpi kohteen tilaajan, elementtitehtaan sekä rakenne- ja elementtisuunnittelijan kanssa ennen elementtien valmistamisen aloittamista. Pielidetallit tulee saada käyttöön viimeistään suunnittelun aloituspalaverissa. (Passinmäki.)

Arkkitehdin osalta olisi tärkeää, että arkkitehti merkitsisi pohjiinsa todellisen aukon mitan eli elementtiin tulevan aukon koon ainakin vaakamitoituksen osalta, jolloin välttyttäisiin mahdollisilta virheellisiltä mitoituksilta. On suositeltavaa käyttää betonielementtirakenteiden aukoissa mittaa, joka on moduulimitta + 20 mm. Esimerkiksi tapaus, jossa ikkunan moduulimitta on 18M eli 1800 mm, on aukkoon tulevan ikkunan karmin leveys 1790 mm, kun ikkunalle jätetään molemmin puolin asennusvaraksi 15 mm, niin elementissä olevan aukon leveydeksi tulee 1820 mm. Ovien ja ikkunoiden aukot esitetään aina elementtisuunnitelman vaaka- ja pystyleikkauksessa. (Passinmäki.)

Lähtökohtaisesti elementteihin tulevat varausvaateet tulee aina kyseenalaistaa ja pyrkiä minimoimaan. LVI-suunnittelijan olisi hyvä esittää niin sanottuja täsmäreikiä, eli mikäli hänellä on esimerkiksi kaksi pyöreää putkea, joiden halkaisija on 160 mm, saattaa LVI-suunnittelija esittää suorakaiteen muotoista varausta 400 x 200 mm, kun kaksi pyöreää täsmäreikää olisi oikeampi ja parempi vaihtoehto. Reikien vaatima lisäraudoitus tutkitaan aina tapauskohtaisesti. (Passinmäki.)

Yleisesti lämpö- sekä vesijohtojen läpivienneissä käytetään esimerkiksi Sewatek-
valmisosia. Sewatekien avulla varmistetaan reikien täsmällinen sijainti sekä niiden ääni- että palotekninen laatu. Sewatekin käytössä noudatetaan aina valmistajien

ohjeita. Sewatek-osien määrittelyt varauspiirustuksiin tekee tavanomaisesti LVI-suunnittelija. (Passinmäki.)

4.3.6 Elementin varusteluosat

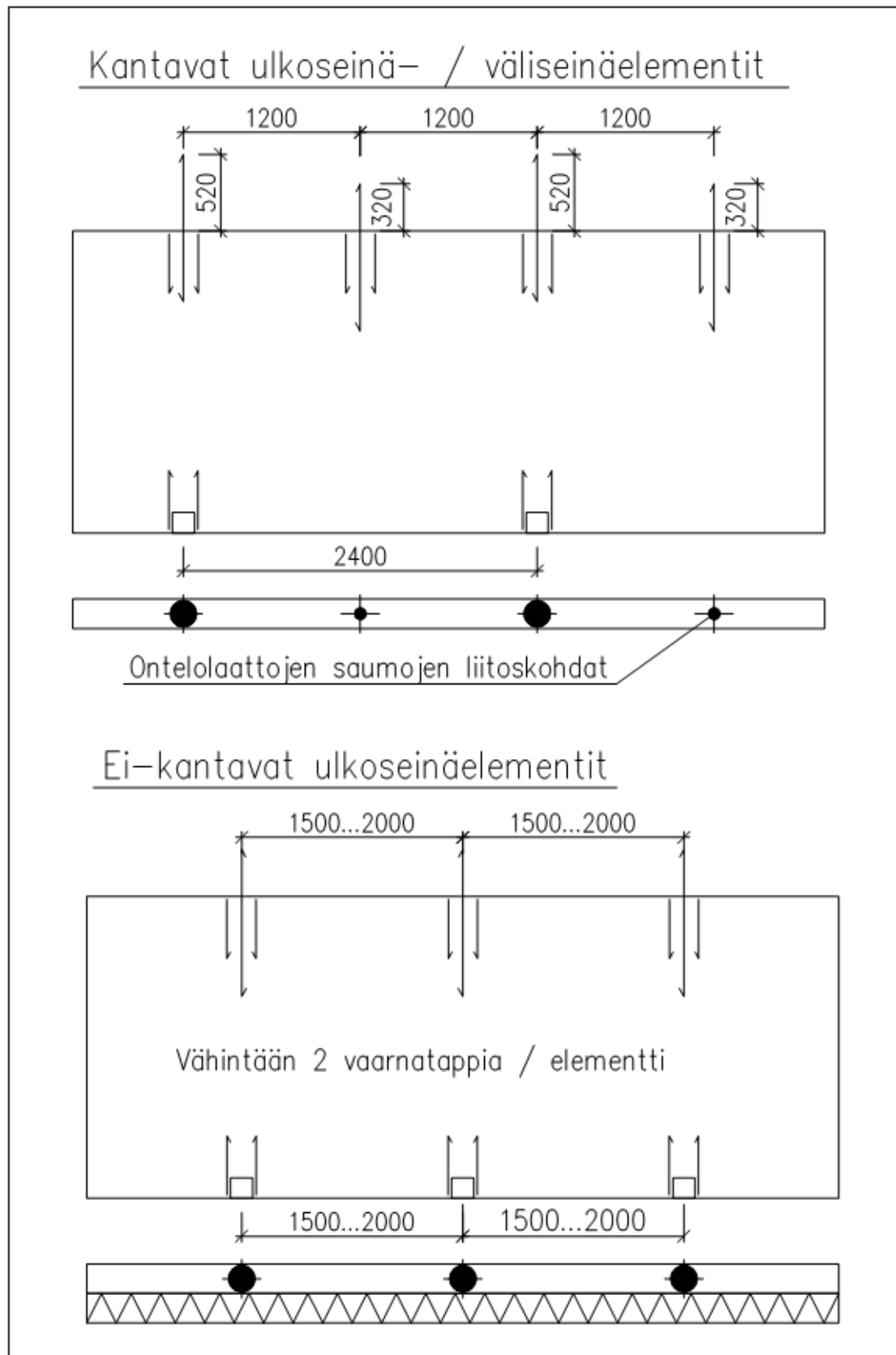
Elementin yleisimpiä varusteluosia ovat muun muassa

- elementin kiinnityksessä tarvittavat osat sekä ala- ja yläreunassa että sivuilla
- elementtiin kiinnitettävien muiden rakenteiden vaatimat liitososat kuten esimerkiksi kiinnityslevyt ja vemot
- elementin nostolenkit
- elementin työmaa-aikaiseen tuentaan tarvittavat vemot tai kiinnityslevyt. (Passinmäki.)

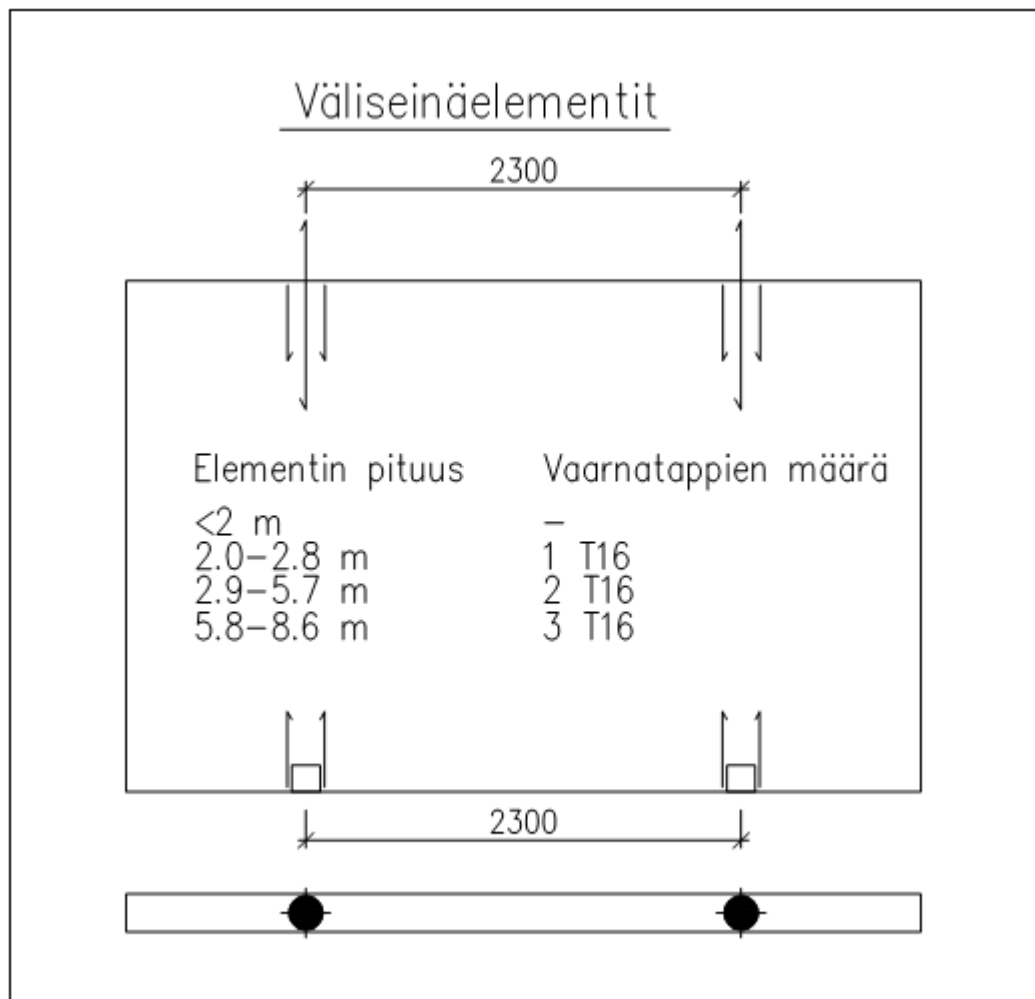
Elementin kiinnityksessä tarvittavat osat. Betoninormien ohjeissa määritetään elementin kiinnityksessä tarvittavien osien vähimmäismäärä. Elementin kiinnityksen tarve määritellään aina tapauskohtaisesti. Elementin kiinnityksessä kuitenkin yleensä noudatetaan tiettyjä perussääntöjä:

- Seinäelementin päissä on yleensä niin sanotut VS-vaijerilenkit 700 mm:n jaolla eli k700, jolloin alimmainen lenkki on elementin alareunasta 700 mm:n etäisyydellä ja siitä jatkuen samalla tiheydellä ylöspäin. Vaijerilenkeillä saattaa olla myös tiheämpi jakoväli, kuten esimerkiksi jäykistävien tai ripustettavien seinien päissä, mutta ei koskaan harvempi.
- Seinäelementin alareunan kiinnitystä varten elementissä on alareunassa yleensä varauskolot esimerkiksi 150 x 150 x 100 mm, joihin tulee vaarnatappi alemmasta seinäelementistä tai anturasta. Normaalikokoisilla seinäelementeillä kolojen määrä on yleensä 2 – 4 kpl.
- Yleensä seinäelementin yläreuna kiinnitetään edellä mainitulla vaarnatapilla yläpuoliseen elementtiin ja ontelolaatan kiinnitys tapahtuu joko alareunan koloon asennettavalla lisäteräksellä tai elementtiin tulevalla niin sanotulla PASI-vaijerisilmukalla. (Passinmäki.)

Kuvioissa 6 ja 7 on kerrottu, miten vaarnatappit tulisi sijoittaa elementteihin.



Kuvio 6. Vaarnatappien sijoittaminen seinäelementeissä. (Yli-Luukko.)



Kuvio 7. Vaarnatappien sijoittaminen väliseinäelementissä. (Yli-Luukko.)

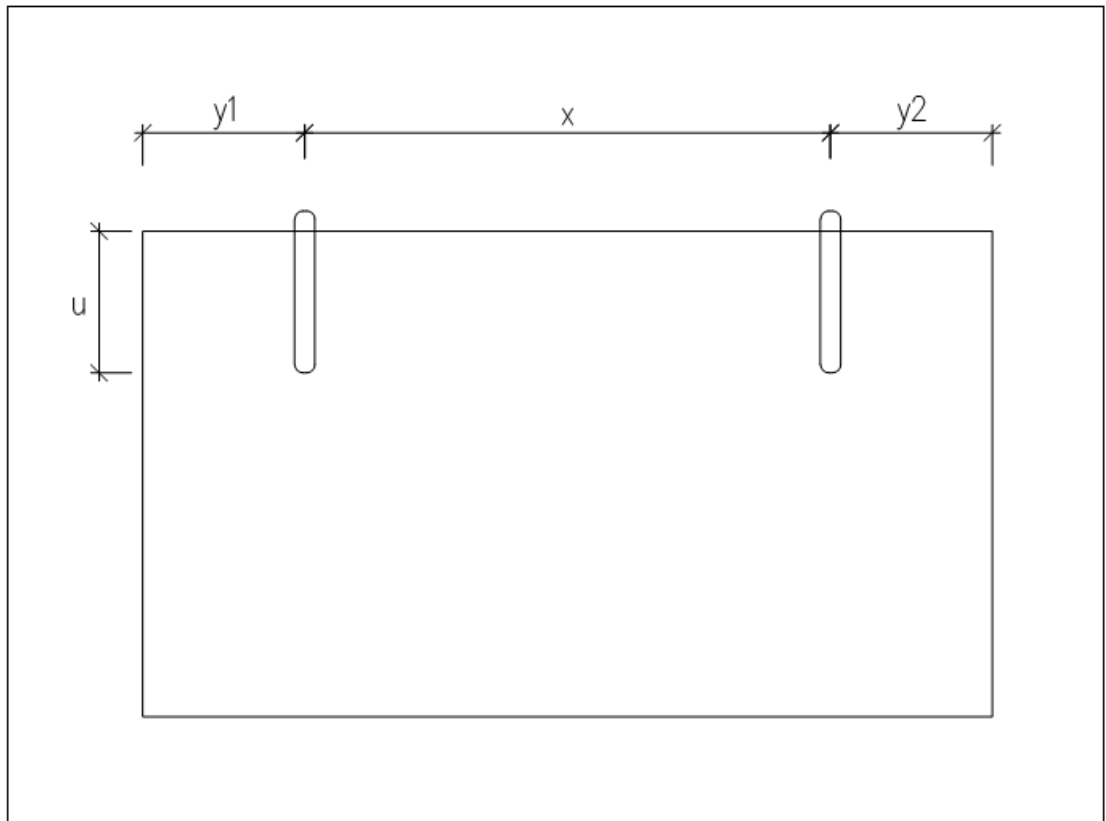
Liittyvien rakenteiden vaatimat tarvittavat liitososat. Elementtiin tulee varusteluosia liittyvistä rakenteista johtuen muun muassa seuraavasti:

- Parvekkeiden kiinnitykset vaativat varauskolojen lisäksi usein myös kiinnityslevyn.
- Porrastasolaatat saattavat vaatia esimerkiksi kiinnityslevyn tai pultin seinäelementtiin.
- Delta- tai betonipalkit vaativat yleensä esimerkiksi kiinnityslevyjä tai pultin seinäelementtiin.
- Päätyseinillä ontelolaatat vaativat saumajaolla olevan vaarnatapituksen sisäkuori-elementin yläreunaan. (Passinmäki.)

Nostolenkit. Elementtiin tulevia nostolenkkien määrittelyä ohjaa ensisijaisesti elementin paino ja sen painopisteen sijainti. Nostolenkkien valinnassa tulee suunnittelijan olla erityisen tarkkana ja niiden suunnittelussa ja käytössä tulee aina noudattaa tuotetoimittajien ohjeita. Mikäli nostolenkin sijoitusta ikkuna- tai ovipalkkiin ei voi välttää, tulee palkin kapasiteetti tarkastaa nostovoimalle. Tarkoituksena on ensisijaisesti sijoittaa nostolenkit ehjän seinän kohdalle kuitenkin tasapainoehdotta noudattaen. Nostolenkkien sijoittelusta ja reunaetäisyyksistä löytyy lisätietoa valmistajien sivuilta ja oppaista. Alla olevassa taulukossa ja kuvassa on esitetty nostolenkkien nostovoimat sekä nostolenkkien sijoittaminen elementtiin. (Passinmäki.)

Taulukko 2. Nostolenkkien sallitut nostovoimat.

Pintos Oy:n valmistamien nostolenkkien sallittuja nostovoimia elementin paksuuden mukaan, kun lenkki on asennettu elementin suuntaisesti, betoni K 15.											
Le- vyn pak- suus mm	PB 12 JB 12 kN	PB 14 JB 14 kN	PB 16 JB 16 kN	PB 20L JB 20L kN	PB 20 JB 20 kN	PBK 10 JBK 10 kN	PBK 20 JBK 20 kN	PBR 12 JBR 12 kN	PBR 16 JBR 16 kN	PBR 20L JBR 20L kN	PBR 20 JBR 20 kN
80	12	14	15	19	23	9	26	8	12	17	23
100	15	17	18	24	29	11	33	10	16	22	29
120	18	20	22	28	35	13	40	12	19	26	35
140	19	24	26	33	41	15	46	14	22	30	41
160	19	27	29	38	46	17	53	16	25	34	46
180	19	28	33	42	52	19	59	18	28	39	52
200	19	28	35	47	58	20	66	20	31	43	58
220	19	28	35	52	58	20	73	22	34	47	64



Kuvio 8. Nostolenkkien sijoittaminen elementtiin.

$$y_1 = y_2 = u \quad (1)$$

Nostolenkkien sijainti y tulee olla vähintään elementin reunasta tai aukosta vähintään nostolenkin upotussyvyyden u :n verran.

$$x = 2u \quad (2)$$

Nostolenkkien välinen etäisyys x on vähintään kaksi kertaa nostolenkin upotussyvyyden verran.

(Pintos OY 2011, 16.)

4.3.7 Piirustusten tasot

Tasojen numeroinnissa on käytettävä sovittuja yleisperiaatteita. Arkkitehdin tason on hyvä yhdistää yhdelle tasolle, koska arkkitehtitasojen sytyttely ja sammuttelu vievät yleensä runsaasti aikaa eivätkä vie suunnittelua eteenpäin. Suunnittelun kannalta on hyvä piirtää rakenteiden eri osat omalle tasolle, jolloin niiden sammuttaminen tai sytyttäminen usein auttaa paremmin havainnollistamaan suunnittelua. (Passinmäki 2009.)

4.3.8 Suunnitelmien koko

Tuotantopiirustukset mallinnetaan yleensä vähintään A3:lle tai suuremmalle paperiarkille. Pienempiä paperikokoja, kuten A4:sta, voidaan käyttää silloin, jos esitetään vakiotyyppisiä elementtejä, kuten ontelo- tai kuorilaattoja. Piirustuksen ei ole pakko mahtua yhteen A3:lle, vaan tarvittaessa voi olla useitakin sivuja esittämään tiettyä elementtiä. Taulukossa 3 on esitetty yleisimpiä käytettyjä paperiarkkeja. (Elementtisuunnittelu, 17.2.2010.)

Taulukko 3. Yleisiä paperiarkkien kokoja.

4A	1682 x 2378
2A	1189 x 1682
A1	841 x 1189
A2	594 x 841
A3	297 x 420
A4	210 x 297

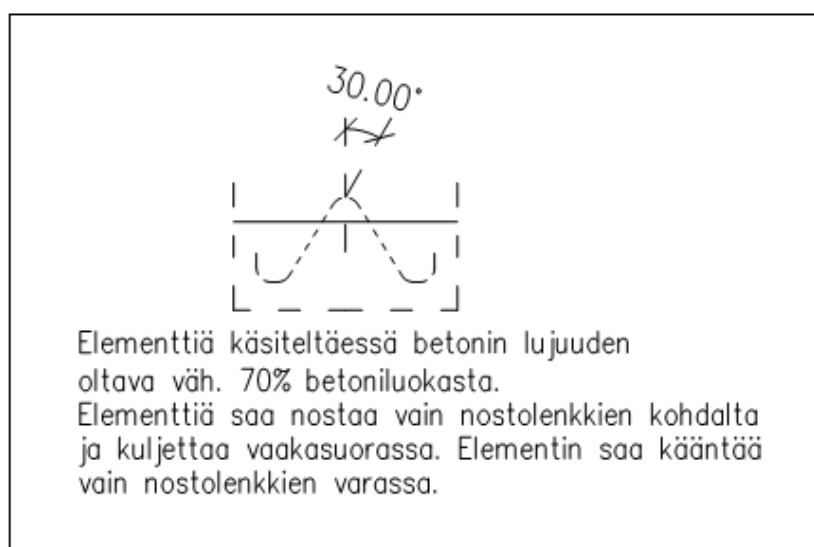
4.3.9 Elementtisuunnitelmien yleistekstit

Suunnittelukäyttöikä 50 v.	
Paino:	3,63 t
Betoni:	K35-1
Rasitusluokka:	XC1
Betonipeite:	20 mm
Sallittu mittapoikkeama:	10 mm
Mittatarkkuus	SBK 1.20 normaaliluokka
Teräs:	T=A500HW, #=B500K
Terästen jatkospituudet:	Ø12=600mm, Ø10=500mm Ø8=450mm
	Verkot 2 silmäväliä
Eristeenä rappausalustaksi kelpaava, esim. Paroc FAL 1	
Katsomissuunta	Sisältä, elementtitunnuksen lukusuunnasta

Kuvio 9. Elementtisuunnitelman yleisteksti.

Kuviossa 9 on esitetty mitä elementtisuunnitelman yleistekstin pitää sisällyttää. Esitettäviä asioita ovat ainakin:

- suunniteltu käyttöikä
- elementin paino
- betonin lujuusluokka
- rasitusluokka
- betonipeite
- suurin sallittu mittapoikkeama
- mittatarkkuus
- teräksien merkinnät ja niiden jatkospituudet
- elementin pinakäsittelyt
- katsomissuunta.



Kuvio 10. Elementin nostaminen.

Elementtipiirustuksiin on lisättävä myös elementin nosto-ohje. Kuviossa 9 on esimerkki, miten kyseessä oleva ohje voidaan ilmoittaa.

4.4 Tiedonsiirto

Toimiva tiedonsiirto perustuu yhteisesti hyväksytyjen ja sovittujen aikataulujen sekä toimintatapojen noudattamiseen. Menettelytavoista sovitaan aina hankekohdaisesti sopimuksessa tai viimeistään suunnittelun aloituskatselmuksessa. (Elementtisuunnittelu, 17.2.2010.)

Projektinhallintatyökaluna sekä suunnitelmien ja työn edistymisen seuraamiseen on hyvä käyttää projektipankkia, josta löytyvät valmiit piirustukset ja suunnitelmat sekä muut tarvittavat tiedot rakennusprojektista. Siksi valmiiden suunnitelmien lähettäminen projektipankkiin on syytä tehdä heti suunnitelmien valmistuttua. Tämä nopeuttaa ja parantaa muun muassa työmaan, arkkitehdin sekä suunnittelijoiden välistä informaation kulkua. Tällöin myös taataan se, että kaikilla projektiin osallistuvilla olisi päivitettyt suunnitelmat käytössä ja vältettäisiin ristiriitaisuuksia.

5 ELEMENTTIEN TUNNUKSET

Jokaisesta elementistä laaditaan aina elementtipiirustus tunnuksineen, jonka mukaan elementit valmistetaan. Elementtien nimeämisessä ei ole ainoastaan yhtä ja oikeaa tapaa, sillä usein elementtien nimeämistyylit vaihtelee eri rakennuskohteiden mukaan. Onkin syytä perehtyä ennen elementtien valmistamista siihen, mikä on paras ratkaisu kyseisessä projektissa elementtien numerointiin. Taulukoissa 4-7 on lueteltu elementtien tunnuksia.

Taulukko 4. Elementtien tunnuksat. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Elementtityyppi	Elementti	Tunnus
Perustuselementti	Anturaelementti	A
	Pilariholkkielementti	PH
	Sokkelielementti (ei kantava)	AN
	Sokkelielementti (kantava)	AS
	Sokkelipalkki	AK
	Sokkeliruutuelementti (maanpaine)	AR
	Sokkelielementti (maanpaine, yksi kuori)	AV
	Tukimuurielementti	TKE

Taulukko 5. Elementtien tunnuksset. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Pilari	Pilari	P
Seinäelementit	Väliseinä	V
	Väliseinä (seinämäinen palkki)	VSP
	Ruutuelementti (kantava)	S
	Ruutuelementti (ei kantava)	R
	Sisäkuorielementti (kantava)	SK
	Sisäkuorielementti (ei kantava)	RK
	Sisäkuorielementti (kantava, eriste + rappaus)	SKR
	Sisäkuorielementti (ei kantava, eriste + rappaus)	RKR
	Nauhaelementti (kantava)	NK
	Nauhaelementti (ei kantava)	N
	Kuorielementti	KE

Taulukko 6. Elementtien tunnuksset. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Palkkielementit	Palkkielementti (teräsbetoni)	K
	Jännebetonipalkki (I-profiili)	I
	Jännebetonipalkki (HI-profiili)	HI
	Jännebetonipalkki (muut profiilit)	JK
Laattaelementit	Laattaelementti (massiivilaatta, välipohja)	L
	Alapohjalaatta (massiivilaatta, eristetty)	EL
	Jännitetty laattaelementti	JL
	Ontelolaatta	O
	Kuorilaatta	KL
	TT-laatta	TT
	HTT-laatta	HTT

Taulukko 7. Elementtien tunnuksset. (Runkorakenteet [viitattu 28.2.2012].)

Parveke-elementti	Parveke-elementti	C
	Jännitetty parvekelaattaelementti	JCL
	Parvekepieli-elementti	M
	Parvekekaide-elementti	Z
	Parvekkeen kattoelementti	CX
	Jännitetty parvekkeen kattoelementti	JCX
Porraselementit	Porraselementti	T
Hissikuilun elementit	Hissikuiluelementti	HK
	Hissikuilun pohjaelementti	HKA
	Hissikuilun yläpään elementti	HKY
Erikoiselementit	Hormielementti	H

Pienimmissäkin elementtirakenteisissa rakennuskohteissa elementtien valmistusmäärä on suuri, täten myös elementtipiirustuksia on paljon. Olisikin suotavaa elementtien sarjatuotannon kannalta valmistaa samanlaisista elementeistä vain yksi piirustus, jossa kerrotaan valmistettävien elementtien tuotantomäärä. Tämä olisi kaikkien rakennusprojektiin osallistuvien kannalta paras vaihtoehto. Erityisesti suunnittelun työmäärä vähentyisi tällöin huomattavasti.

Kaikki elementit omalla tunnuksella. Elementtien suunnitelmat voidaan toteuttaa kaikki omana piirustuksena. Tällöin elementtipiirustuksia on myös huomattavan paljon, joka saattaa aiheuttaa ristiriitaisuuksia rakennustyömaalla. Myös elementtien valmistavan tehtaan kannalta tällainen elementtien numerointi aiheuttaa lisätyötä, sillä tunnuksista ei näe suoraan mitkä elementit ovat samanlaisia, jotka voitaisiin valmistaa käyttäen samaa elementtimuottia. Elementtien suunnittelullekin tämä aiheuttaa enemmän työtä, mutta toisaalta jokainen elementti on omana suunnitelmana, jolloin tiedetään tarkkaan mistä elementistä on kyse. Tässä tapa-

uksessa myös sähkövarausten suunnittelun on helpompaa, sillä sähkösuunnittelija voi elementtikohtaisesti tehdä sähkösuunnitelmat. Tästä johtuen sähkövarausten erilaisuus ei myöskään aiheuta revisiointia, jos sähkövaraukset ovatkin eri kohdilla elementeissä.

Elementeillä sama tunnus. Rakennusprojekti, jossa elementtejä on useita samanlaisia, on hyvä merkitä kaikki samanlaiset elementit samalla tunnuksella. Tällainen ratkaisu helpottaa huomattavasti elementtien tuotantoa niin elementtitehtaan kuin suunnittelijankin kannalta. Erityisesti suunnittelun määrä vähentyy huomattavasti. Tässä tapauksessa elementtipiirustukseen merkitään elementin tunnus, kappalemäärä sekä elementtien mahdolliset yksilölliset tunnukset. Tällaisessa numerointityylissä elementtien lopulliset tunnukset voidaan päättää vasta elementtien käytyä sähkö- ja LVI-suunnittelussa, jolloin ollaan varmoja siitä, että mahdolliset varauksetkin ovat samanlaisia. Kuvion 14 nimeämistyyliä voidaan käyttää myös tässä tapauksessa.

Kuvioissa 11 ja 12 on esitetty elementtien numerointia. Ensimmäiset kolme numeroa ovat elementin tunnus ja viimeinen numero on elementin yksilötunnus. Elementtien ollessa täysin samanlaisia nimiöön voidaan lisätä valmistettävien elementtien kappalemäärä.

Aaro Kohonen FMC GROUP			RUUKINTIE 8A FI-60100 SEINÄJOKI tel +358 6 4216 000 fax +358 6 4216 010	
K.osa/Kyö	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistomerkintä	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS	Juoks. n:o
Rakennuskohteen nimi			Piirustuksen sisältö EI-KANTAVA SISÄKUORIELEMENTTI	Mittakaavat 1:20
			Valmistetaan 1 kpl	
			ELEMENTTIPIIRUSTUS	
Piirt.	Liittyy piir. n:o		Suun.ala	Työ n:o
Tark.			Suun.laji	Piir.n:o
			Muutos	
Hyy.	Suunn.	Pvm	Tilaaajan piir. n:o	
			RAK 123456 E SK-1231/	

ACad 2008

Aaro Kohonen FMC GROUP			RUUKINTIE 8A FI-60100 SEINÄJOKI tel +358 6 4216 000 fax +358 6 4216 010	
K.osa/Kyö	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistomerkintä	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS	Juoks. n:o
Rakennuskohteen nimi			Piirustuksen sisältö EI-KANTAVA SISÄKUORIELEMENTTI	Mittakaavat 1:20
			Valmistetaan 1 kpl	
			ELEMENTTIPIIRUSTUS	
Piirt.	Liittyy piir. n:o		Suun.ala	Työ n:o
Tark.			Suun.laji	Piir.n:o
			Muutos	
Hyy.	Suunn.	Pvm	Tilaaajan piir. n:o	
			RAK 123456 E SK-1232/	

ACad 2008

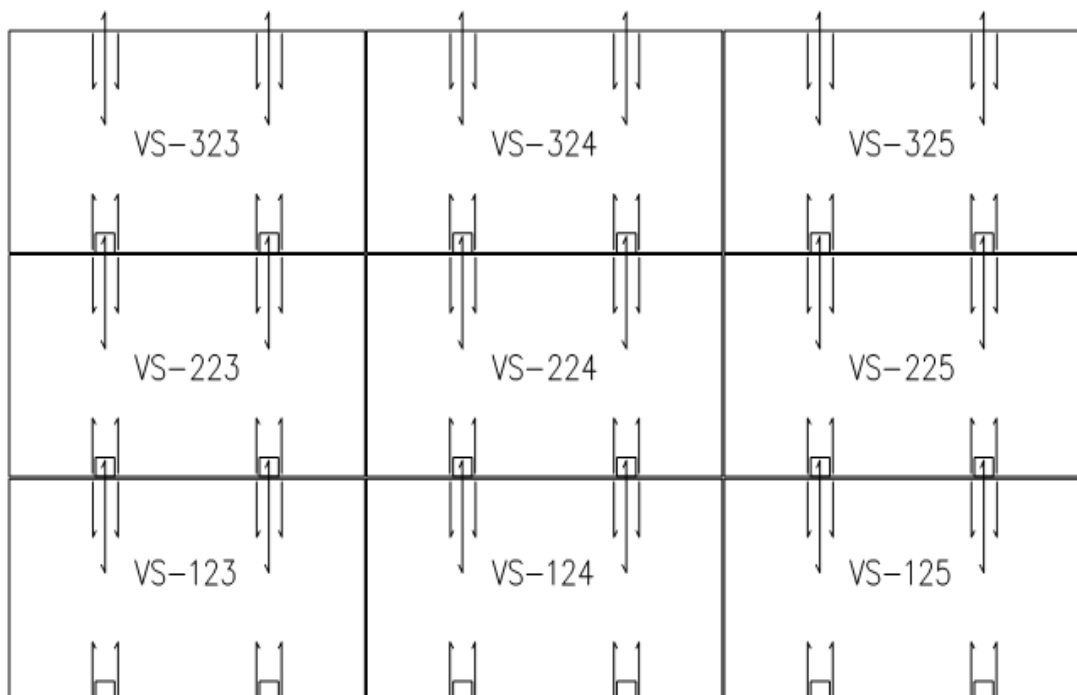
Kuvio 11. Elementtien numerointi samoin tunnuksin.

<h1>Aaro Kohonen</h1> FMC GROUP			RUUKINTE 6A FI-60100 SEINÄJOKI tel +358 6 4216 000 fax +358 6 4216 010				
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistomerkintä				
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustustyyppi RAKENNEPIIRUSTUS	Juoks. n:o			
Rakennuskohteen nimi			Piirustuksen sisältö EI-KANTAVA SISÄKUORIELEMENTTI	Mittakaavat 1:20			
			Valmistetaan 5 kpl				
			ELEMENTTIPIIRUSTUS				
Piirt.	Liittyy piir. n:o		Suun.n:o	Työ n:o	Suun.laji	Piir.n:o	Muutos
Tark.			RAK	123456	E	SK-123/	
Hyv.	Suunn.	Pvm	Tilaajan piir. n:o				

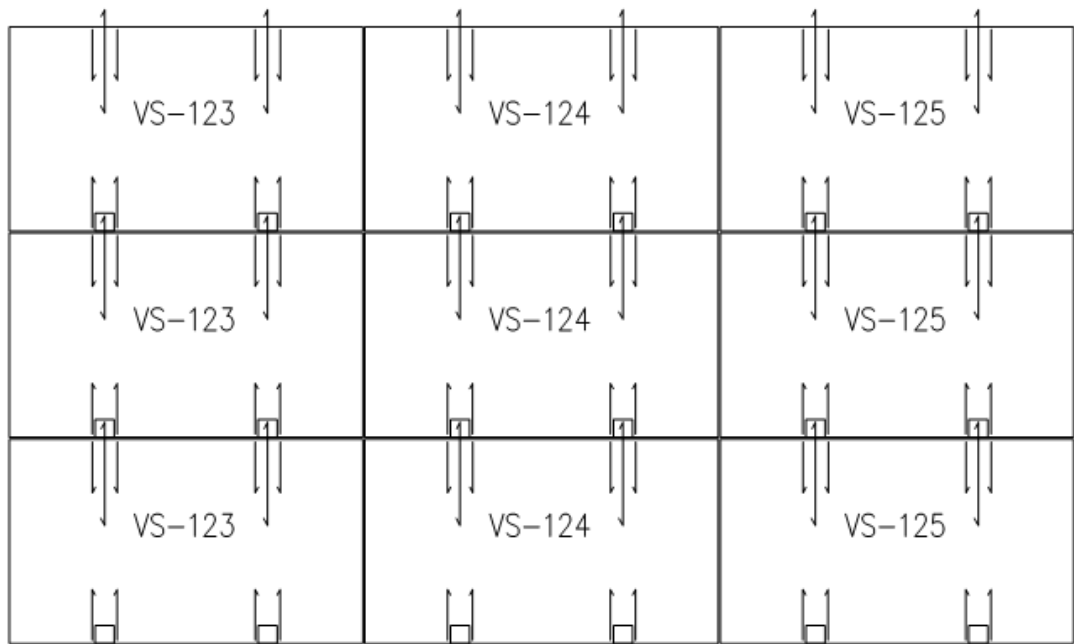
ACad 2008

Kuvio 12. Elementtien numerointi kappalemäärän mukaan.

Päällekkäiset elementit samoin tunnuksin. Monikerroksisissa rakennusprojekteissa kuten esimerkiksi asuinkerrostaloissa elementtien numerointi tulee pyrkiä toteuttamaan siten, että päällekkäisillä elementeillä on sama numerointi. Tämä helpottaa muun muassa elementtien paikantamisessa eri kerrosten välillä. Kuviot 13 ja 14 havainnollistaa miten elementtejä voidaan nimetä.



Kuvio 13. Päällekkäiset elementit samoin tunnuksin.



Kuvio 14. Pällekkäiset elementit samoin tunnuksin.

6 AIKATAULUT JA AJAN KÄYTTÖ

Ajankäyttö kuuluu keskeisenä asiana suunnitteluprosessiin, koska aikaa ei voi käyttää rajattomasti, vaan ajankäyttö on aina suhteutettava käytössä olevaan suunnittelupalkkioon. Rajallisessa ajassa on pyrittävä löytämään paras mahdollinen suunnitteluratkaisu. Etukäteen on hyvä suunnitella ainakin karkeasti kunkin suunnittelutehtävän ajankäyttö. (Passinmäki 2009.)

Ajan säästämiseksi on hyvä käyttää jo olemassa olevia vanhoja suunnitelmia mallina, eikä tehdä kaikkea uusiksi alusta saakka. Valmiiden detaljikirjastojen käyttö nopeuttaa huomattavasti myös suunnittelun edistymistä. (Passinmäki 2009.)

Aikataulut vaihtelevat aina eri projekteissa, joten ne on sovittava aina erikseen projektikohtaisesti tarkka toteutusaikataulu. Alla olevassa luettelossa on lueteltu toiminnoittain ohjeelliset ajat aikataulusuunnittelua varten. Ajat ovat viikkoa ennen toimituksen aloittamista.

– valmisosien tarjouspyyntö	13–18
– toimitussopimus	10–15
– valmisosasuunnittelun aloituskatselmus, arkkitehdin lähtötiedot, aloituskokous, alustava työmaasuunnitelma	12–14
– suunnittelun lähtötiedot	9–14
– valmisosasuunnittelun aikataulu ja aloitus	9–13
– tieto erikoismateriaaleista ja erikoiskuljetuksista	8–10
– elementtikaaviot	8–9
– punossuunnittelu, koe-elementit	6–7
– mallielementtikatselmus	5–6
– valmistuskuvat lohkoittain tehtaalla, valmistuksen aloitus, karkea asennusaikataulu	4–6
– elementtien asennusaikataulu lohko-/ kerrostarkkuudella	3–4

- asennustyön aloituskokous työmaalla
(Betonikeskus ry 2009, 5.)

1–2

6.1 Suunnitelma-aikataulu

Suunnittelun johtamisen avuksi laaditaan suunnitelma-aikataulu eli piirustusaikataulu, joka on keskeinen johtamisen työkalu kuvaamaan suunnitelmien valmistamisen tarpeesta. Suunnittelun vaatima aika tulee siis sovittaa laadittuun yleisaikatauluun. Suunnitelma-aikataulun tarkoitus on kuvata suunnittelun sisältöä sekä suunnittelun ajoitusta. Toisin sanoen suunnitelma-aikataulu määrittää tarkoin päivämäärät, jolloin arkkitehti-, rakenne- ja mahdolliset erikoissuunnitelmat tulee olla tehtynä sekä valmistavan tehtaan käytössä. Erityisesti suurissa kohteissa piirustusten toimittamista eteenpäin suositellaan lähettämään toimituserissä tietyin jaksoin tai lohkein. Suunnitelma-aikataulu muodostetaan yleensä yhdessä hankinta-aikataulun kanssa ennen urakkasopimuksen tekemistä. Suunnitelma-aikataulu tarkistetaan varsinaisen rakentamisen työaikataulun hyväksymisen jälkeen. (Elementtisuunnittelu, 17.2.2010; Talonrakennusteollisuus ry 2011, 48.)

Lähtökohtaisesti suunnitelma-aikataulun tulee lähteä hankkeen toteuttamisen edellyttämien suunnitelmien tarpeesta. Suunnitelma-aikataulun pohjalla tulisi olla toimiva töiden yleisaikataulu sekä suunnittelun yleisaikataulu, jotta suunnitelma-aikataulusta saataisiin mahdollisimman toimiva ja realistinen. Yleensä suunnitelmien valmistuspäivämäärät määräytyvät toiminnallisten ja kaupallisten tavoitteiden pohjalta sekä tilaajaorganisaation taholta. Hankintaprosessin kesto muodostaa suunnittelu-aikataululle reunaehdot, joilla tarkoitetaan laskentasuunnitelmien, tarjouspyyntöjen, tarjousten, neuvottelujen ja työpiirustuksien vaatimaa aikaa. Yleensä piirustusaikataulun laatijana toimii työnsuunnittelija tai työmaainsinööri yhdessä vastaavan työnjohtajan ja suunnittelijoiden kanssa. (Talonrakennusteollisuus ry 2011, 48–49.)

Suunnitelma-aikataulun seuranta. Sovittujen menettelyjen noudattaminen on oleellista suunnitelma-aikataulun toteutumisessa eli pyritään pysymään siinä mitä on luvattu. Yhteisesti hyväksytyä suunnitelma-aikataulun toteutumista valvotaan

muun muassa suunnittelukokouksissa sekä työmaakokouksissa. Kokouksissa käydään läpi ja tarkistetaan avoimeksi jääneiden asioiden eteneminen ja kesken-eräisten suunnitelmien aikataulutilanne sekä tilaajalta saatujen lähtötietojen aikataulussa pysyminen. Suunnittelu-aikataulun toteutumista seuraa projektin vetäjä ja seuranta tehdään normaalisti kahden viikon välein joko suunnittelijoiden kokouksissa ja palaverissa tai henkilökohtaisilla yhteydenotoilla. Yksittäisen suunnittelijan tulee pitää huolta siitä, että mikäli käytettävissä oleva suunnittelu-aika ei näytä riittävän, tulee siitä informoida esimiestä hyvissä ajoin. (Talonrakennusteollisuus ry 2011, 50; Passinmäki 2009.)

6.2 Elementtien aikataulut ja ohjaus

Elementtien tuotantopiirustuksille ja luetteloille laaditaan erikseen aikataulu, jolloin suunnitelmien on oltava valmistavalla tehtaalla. Ennen suunnittelu-aikataulun laadintaan täytyy olla sovittuna lähtötietojen toimituspäivämäärät, sekä milloin LVIS-, reikä- ja varauskierros tullaan tekemään. Suunnitelmia laadittaessa täytyy siis ottaa huomioon myös elementtien sähköistämissuunnittelun vaatima aika. Liitteessä 3 on esimerkkejä aikatauluista. (Elementtisuunnittelu, 17.2.2010.)

Elementtien suunnittelu-aikataulusta päättävät yhdessä suunnittelija ja tilaaja. Ennen kuin aikatauluista voidaan sopia, on laatijoilla oltava tiedossa elementtien kappalemäärät ja elementtikaaviot.

Rakennuskohteen asennusjärjestyksen muuttuessa suunnittelija ja elementtitoimitaja sopivat tarpeen vaatiessa elementtien uusista suunnittelu- ja valmistusjärjestyksistä ja laadinnasta uudet välitavoitteet sekä informoivat tästä aina tilaajaa. Mahdollisista asennusaikatauluun tai -suunnitelmiin tulevista muutoksista täytyy aina sopia pää- ja asennusurakoitsija, suunnittelijan ja valmistavan tehtaan kesken. Elementtien aikataulut on aina hyvä olla suunnittelijoiden nähtävissä, että suunnittelupoikkeamiin voitaisiin reagoida mahdollisimman nopeasti. (Elementtisuunnittelu, 17.2.2010.)

Olemassa olevat elementtien niin sanotut viikkokäsitteet eivät ole aikatauluohjauksena riittäviä, vaan on sovittava piirustusten täsmälliset toimituspäivämäärät. Ohjeellisina aikatauluina toimittamiseen ja suunnitteluun voidaan pitää:

- seinäelementit 6 viikkoa
- ontelolaatat 4–6 viikkoa
- runkoelementit 6 viikkoa ennen kyseisen elementtien toimitusta.

(Elementtisuunnittelu, 17.2.2010.)

7 POHDINTA

Työharjoitteluni suoritin Aaro Kohonen Oy:ssä, jossa pääasiassa tein rakenne-suunnittelua. Erityisesti työharjoitteluni aikana keskityin betonirakenteisten elementtien suunnitteluun. Tästä johtuen valitsinkin opinnäytetyön aiheeksi betonirakenteisten elementtien suunnitteluun liittyvän aiheen. Mielestäni kyseinen aihe opinnäytetyökseni oli minulle sopivin, sillä opinnäytetyötä pohtiessa tuli elementtien suunnitteluun perehdyttyä vielä syvällisemmin kuin työharjoittelun aikana.

Opinnäytetyö tehtiin Aaro Kohonen Oy:n toimeksiantona ja työssä oli tarkoituksena käydä elementtisuunnittelun prosessia vaiheittain läpi. Tavoitteena oli pyrkiä käymään alusta loppuun läpi, millainen ja mitä elementtien koko suunnitteluprosessi on ja mitä se pitää sisällään. Työni tarkoituksena oli myös opastaa elementtien laadukkaaseen ja oikeanlaiseen suunnitteluun. Työstäni käy ilmi, että elementtien suunnittelu ei ole pelkästään elementtikuvien piirtämistä, vaan koko elementtisuunnitteluprosessi sisältää useita eri vaiheita, jotka tulee ottaa huomioon.

Elementtien suunnittelulle ei ole olemassa yhtä ja oikeaa tapaa, miten suunnittelun tulisi toteuttaa. Mielestäni suunnittelua voitaisiin kehittää muun muassa sopimalla insinööritoimiston sisällä yhteiset säännöt, miten ja millaisia suunnitelmien tulee olla. Erityisesti elementtisuunnitelmien esitystavoissa saattaa ilmetä erilaisuuksia eri rakennusprojektien välillä. Yleensä tyyppielementtejä pidetäänkin pohjana suunnittelulle. Suunnitelmat ovat tietysti aina rakennusprojektikohtaisia, joten joissakin rakennusprojekteissa erilaiset suunnitelmien esitystavat toimivat paremmin kuin toiset.

Mielestäni erityistä huomiota suunnitteluprojektissa tulisi kiinnittää ajankäyttöön. Tärkeää on muistaa, että kireäkään aikataulu ei saa olla huolellisesti tehdyn suunnitelman esteenä. On myös tärkeää osata arvioida omaa ajankäyttöä suunnittelua tehtäessä. Mieluummin varaa hieman enemmän aikaa suunnittelulle, kuin yrittää suoriutua tehtävistään liian tiukalla aikataululla, jolloin virheiden todennäköisyys

kasvaa. Myös erilaisten ongelmatilanteiden ilmentyessä, mielestäni on hyvä kääntyä vanhemman suunnittelijan puoleen kysymään neuvoa ja mielipiteitä, eikä pysähtyä pohtimaan yksinään ongelmaa pitkäksi aikaa.

Mielestäni kyseinen opinnäytetyö voi toimia insinööritoimistossa elementtisuunnittelun apuna. Opinnäytetyössä käydään läpi tärkeimmät asiat elementtisuunnittelu-prosessin läpiviemiseksi, joiden avulla voidaan suunnitella oikeanlaisia betonirakenteisia elementtejä.

LÄHTEET

Betonikeskus ry. 2009. Valmisosatoimitusten toimintamalli.

Betonikeskus ry. 6.9.2002. BELLA - laatukoulutus 20.11.2002 Kurikka.

Elementtisuunnittelu. 17.2.2010. Elementtisuunnittelun yleisohje. [www-dokumentti]. [Viitattu 12.1.2012]. Saatavana:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus>

Mallintava suunnittelu. Ei päiväystä. [www-dokumentti]. Elementtisuunnittelu. [Viitattu 18.1.2012]. Saatavana:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>

Passinmäki, J. Ei julkaisuaikaa. Sandwich-elementin suunnitteluohje. Aaro Kohonen OY. Julkaisematon.

Passinmäki, J. 2009. Perehdytyskansio. Aaro Kohonen OY.

Pintos OY. 4.2.2011. PB-, PBK- ja PBR-nostolenkkien käyttöohje.

RT 10-10577. 1995. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo. Helsinki: Rakennustieto.

Rakentamisprosessi. Ei päiväystä. [www-dokumentti]. Elementtisuunnittelu. [Viitattu 1.2.2012]. Saatavana:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/rakentamisprosessi>

Runkorakenteet. Ei päiväystä. [www-dokumentti]. Elementtisuunnittelu. [Viitattu 28.2.2012]. Saatavana: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet>

Talonrakennusteollisuus ry. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Tampere: Rakennustieto Oy.

Yli-Luukko, E. Ei julkaisuaikaa. Dowel-location instructions. Aaro Kohonen Oy. Julkaisematon.

LIITTEET

Liite 1. Tuoteosasuunnittelun tarjouspyyntöasiakirjojen sisältö

Liite 2. Seinä- ja laattaelementtien määrälaskentaohje

Liite 3. Elementtisuunnittelun aikatauluja

Liite 4. Kantava sisäkuorielementti

Liite 5. Ei-kantava sisäkuorielementti

Liite 6. Kantava sandwich-elementti

Liite 7. Kantava väliseinäelementti

Liite 8. Kantava sokkelielementti

Liite 9. Perusmuurielementti

Liite 10. Kuorielementti

Liite 11. Parvekelaattaelementti

Liite 12. Pilarielementti

LIITE 1. Tuoteosasuunnittelun tarjouspyyntöasiakirjojen sisältö

BETONIELEMENTTI- RAKENTAMISEN LAADUNVARMISTUS	SUUNNITTELU TOIMI- JA LIIKETILATUOTANTO	LO-01-01-S-T L (1)
---	--	---------------------------

TUOTEOSASUUNNITTELUN TARJOUSPYYNTÖASIAKIRJOJEN SISÄLTÖ

Lähtötiedot:

Rakennuttaja antaa lomakkeen LO-03-01-S-T mukaiset lähtötiedot tuoteosasuunnittelijan käyttöön myöhemmin kaikkien osapuolien hyväksymän aikataulun mukaisesti.

Tarjouspyynnön mukana seuraa seuraavat asiakirjat

- arkkitehdin pohjakuvat
- arkkitehdin julkisivut
- arkkitehdin leikkauskuvat
- rakennesuunnittelijan elementtikaaviot (alustavat)
- rakennesuunnittelijan tyyppielementit
- rakennesuunnittelijan pääliitostyytit
- työselitykset
- asemapiirros
- kohteen määrätiedot (krm², brm², m³ jne.)

Tarjouspyynnössä tulee määrittää mm. seuraavat vaatimukset:

1. CAD-työskentelyä koskevat vaatimukset

- AutoCAD _____ tai yhteensopiva, erikseen tarjouksen yhteydessä ilmoitettava CAD-ohjelmisto
- ScaleCad

2. Suunniteltavien elementtien määrittäminen

- Kohteen kaikki elementit tai
- Palkit
- Pilarit
- Julkisivu
- Vs
- Laatat
- Sokkelit
- Muut, mitkä

3. Suunnitelmien toimitusta ja arkistointia koskevat määrittäykset

- Tulosteena
- Tiedostona
- Tietopankin kautta
- Arkistointi

Suunnitelmien sisältöä koskevat määrittelyt

- Mitat
- Raudoitus
- Raudoitusluettelo
- Tarvikeluettelo
- Kuvaussuunta muottiin päin
- Teräsosat ja tarvikkeet
- Elementtikaaviot
- Piirustukset elementtityöselostuksen mukaisesti
- Piirustukset BY 38-1: n mukaisesti
- Elementtiluettelo
- ID-luettelo

Suunnittelijoiden välistä yhteistyötä koskevat täsmennykset

- Reikä- ja varausmerkinnät suunnittelijat (cad / mittakaavassa)
- Reikä- ja varausmerkinnät urakoitsijat (cad / mittakaavassa)
- Sähkö- ja reikämerkintöjen yhteensopivuus (LVIAS)
- Sähkövaraukset suunnitelmiin
- Koneiden yhteensopivuus
- Osallistuminen mallielementtikatselmuksiin
- Osallistuminen työmaakokouksiin (elementtityötä koskien)

Tarjouksen kaupallisen osan täsmennykset**Tarjouksessa on mainittava:**

- Kokonaishinta
- Yksikköhinta
- Tuntiarvio
- Selvitys laatujärjestelmästä
- Selvitys resursseista

LIITE 2. seinä- ja laattaelementtien määrälaskentaohje

Betonikeskus ry

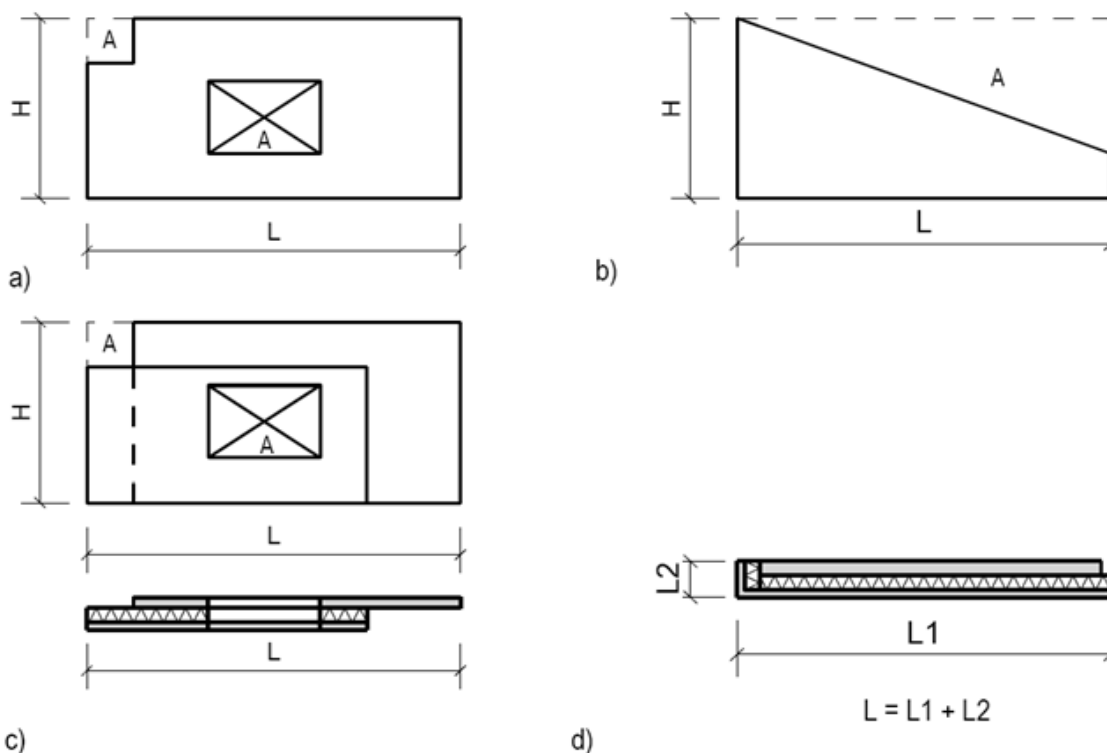
9.12.2011

Betonisten seinäelementtien määrälaskenta 2011

Ohjeen tavoite on yhdenmukaistaa seinäelementtien määrälaskentaa suunnittelussa, tarjoustoiminnassa ja betonisten seinäelementtien toimitussopimuksissa sekä ohjeistaa laskenta- ja suunnitteluohjelmien tuottamaa informaatiota. Ulko- ja väliseinäelementtien lisäksi ohjetta voidaan käyttää myös muille tasomaisille elementeille, kuten porrashuonelaatat, parvekelaatat, -kaiteet ja -pielet, sokkielementit sekä tukimuuri- ja meluste- elementit. Ohjeen ulkopuolelle on rajattu kaarevat ja tilaelementit sekä 2- tai 3 tasomaista osaa sisältävät elementit (esim. hissikuilu- tai parvekelaattaelementit, joissa on kaide valmiina).

Suunnittelu-, määrälaskenta- ja hinnoitteluohjelmissa käytetään elementtien ja aukkojen lukumäärän lisäksi seuraavia seinien määrätietoja:

1. Seinäelementin **bruttoala A1** (m²). Kyseessä on kuvan mukainen pinta- ala L x H suorakaidelaatikolle, jonka sisälle seinäelementti mahtuu. Pinta- ala rajautuu elementin ulkopinnan mukaisiin linjoihin, jolloin elementtien välisten saumojen pinta-ala ei ole mukana neliöissä. Kuvan c) bruttoala on sandwich- elementin projektiopinta-ala L x H. Ulkoseinäelementtien hinnoittelua varten laskettavat julkisivuneliöt sisältävät aina kääntyvän nurkan pinta-alan, joten bruttoalaa laskettaessa mitta $L = L1 + L2$.



2. **Aukkoala A** (m²). Seinäelementissä olevien kaikkien läpimenevien aukkojen (valoaukko) yhteispinta- ala.

Aukkoja on kolme tyyppiä:

- rajoittuu elementin reunalinjaan kahdelta sivulta, esim. reikä nurkassa.
- rajoittuu elementin reunalinjaan yhdeltä sivulta, esim. varaukolo tai oviaukko.
- ei rajoitu varsinaiseen muottiin sivuiltaan, esim. ikkuna- aukko.

3. Seinäelementin **nettoala A2** (m²). Pinta- ala määräytyy elementin reunojen mukaan siten, että reunaviisteitä tai -pyörityksiä ei oteta huomioon. Pinta- alasta on vähennetty kaikki elementin läpimenevät ikkuna- ja muut aukot. Ikkuna- aukon pinta- ala vähennetään elementin valoaukon mukaan. $A2 = A1 - A$.

Elementtien hinnoittelussa ja toimitussopimuksissa käytetään yleensä nettoalaa A2.

Ontelo- ja kuorilaattojen määrälaskenta 2011

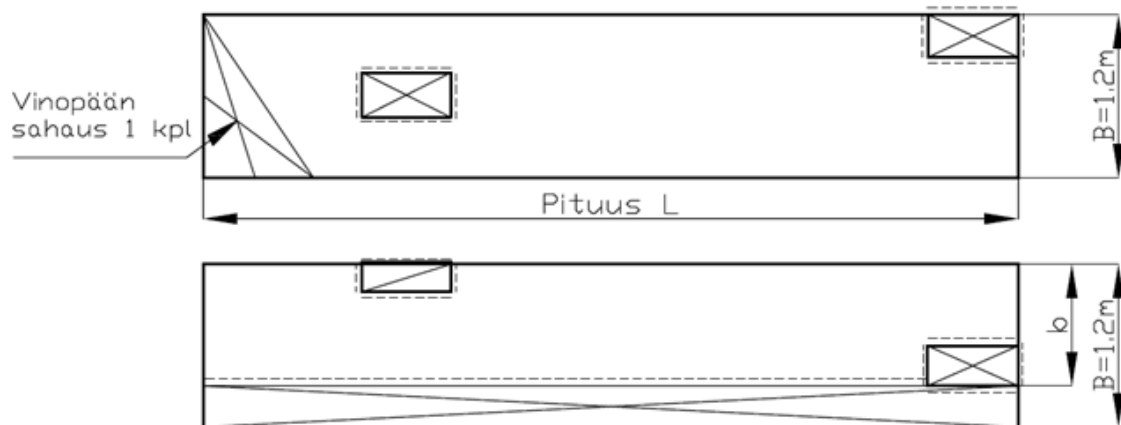
Ohjeen tavoite on yhdenmukaistaa laattaelementtien määrälaskentaa tarjouslaskennassa ja toimitussopimuksissa sekä ohjeistaa laskenta- ja suunnitteluohjelmistojen tuottamaa informaatiota.

Laattojen määrät ilmoitetaan bruttopinta- alana $A \text{ (m}^2\text{)} = 1,2 \text{ m} \times L$.

Reiät, varaukset, sahausket ja eristeen poistot mitataan niiden piirien juoksumetreinä (kuvassa katkoviiva), kuitenkin vähintään 1 jm/kpl.

Laatan vinopään sahausket lasketaan kappaleina (kpl/laatan pää).

Normaalilevyinen laatta



Kavennettu laatta

LIITE 3. elementtisuunnittelun aikatauluja



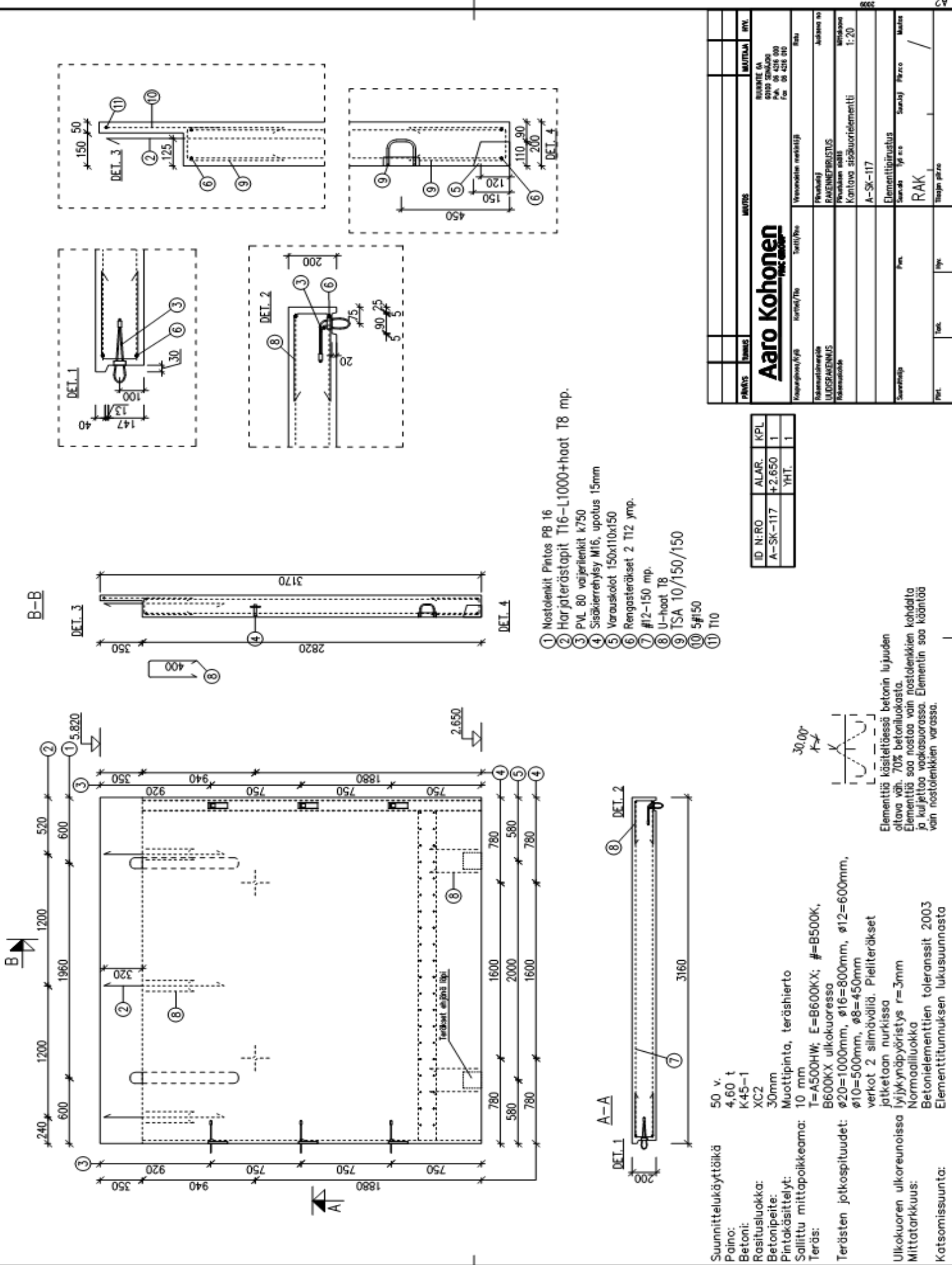
Elementtisuunnittelun aikataulu

12.12.2011

Elementtisuunnittelun aikataulu

Vko 1 2.-6.1.2012	Arkkitehdin lähtötiedot Reikäpiirustukset LVI-suunnittelija
Vko 2 9.-13.1.2012	Rakennesuunnittelijan lähtötiedot Reikäpiirustukset sähkösuunnittelija Tuoteosasuunnittelun aloituskatselmus
Vko 3 16.1.-20.1.2012	Reikäpiirustukset palautettu Elementtisuunnittelu alkaa
Vko 4 23.1.-27.1.2012	Suunnitelmakatselmus
Vko 5	Elementit sähkösuunnittelijalle (1vko/kerros)
Vko 10	Elementtipiirustukset tehtaalle kerroksittain
Vko 13	Tehdaskatselmus
Vko 16	Työmaan aloituskatselmus
Vko 18	Elementtiasennus kerroksittain

LIITE 4. Kantava sisäkuorielementti



LIITE 5. Ei-kantava sisäkuorielementti

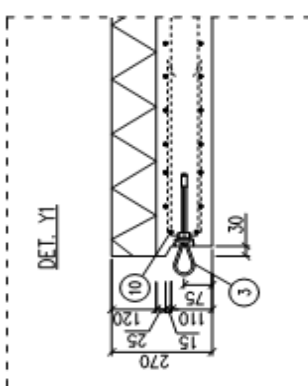
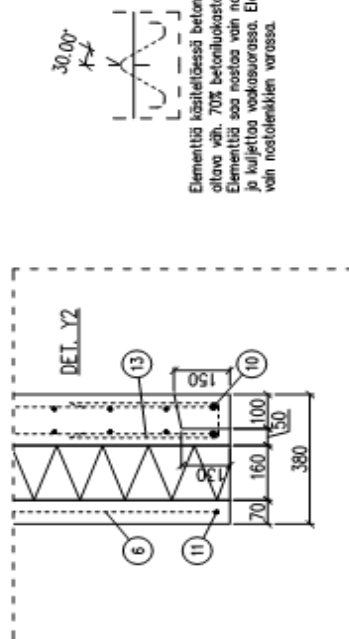
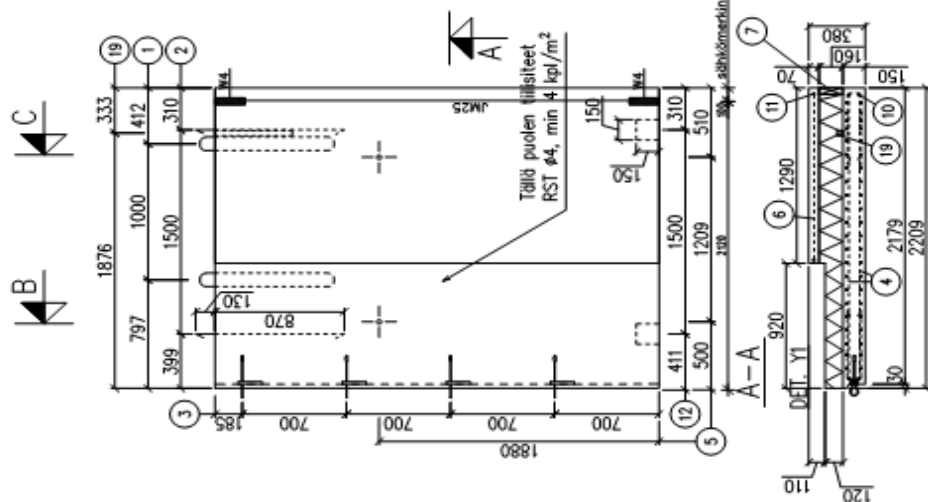
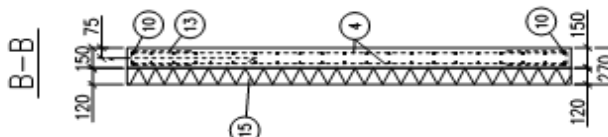
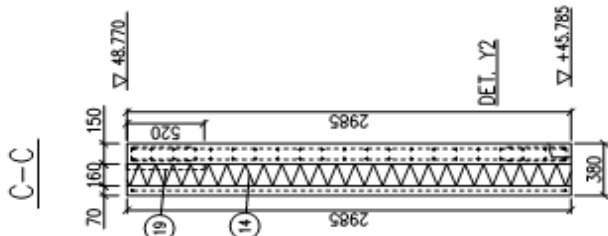
Suunnittelukäyttökäikö 50 v.
Paino: 3,15 t
K35-1, pakkasenkestävä,
Betoni ulkokuori: suojuhuokoisuusuhde >0,2
K35-1
Betoni sisäkuori: XC3,4, XF1
Rasitusluokka ulkokuori: XC1
Rasitusluokka sisäkuori: XC1
Betoni peite ulkokuori: 30 mm
Betoni peite sisäkuori: 30 mm
Pintakäsittelyt: Ruostumaton teräs 25mm
Sallittu mittapoikkeama: Sisäpinta teräshierto, Ulkopinta muuttipinta
10 mm
T=A500HW, #=B500K, Ansaat k300=AISI 304,
E=B600KX
Terästen jatkospituudet: $\phi 20=1000\text{mm}$, $\phi 12=600\text{mm}$,
 $\phi 10=500\text{mm}$, $\phi 8=450\text{mm}$
verkot 2 silmäväliä,
Lämmönieriste: EPS Platina Seinä ja EPS 100 S
elementin ylä- ja alareunassa,
lämmönieristelevyjen saumat tiivistetään
polyuretaanilla tai villakaistoin,
aukkojen pielissä palamaton min.villa
100kg/m³, b=100

Mittatarkkuus: SBK 1,20 normaaliluokka
Katsomissuunta: Sisältä, elementtitunnuksen lukusuunnasta
Ulkokuoren ulkoreunoihin lyijykynäryöstys r=3mm

- ① Nostolenkit Pintos PB 14
- ② Horjotterästäpik T16-L1000
- ③ PVL 80 voijerilenkit k700
- ④ 5 # 150 MP
- ⑤ Sisäkirierhyys M16 (Verno 1168-A), upotus 15 mm, valupinta
- ⑥ E #4-150 RST keskeillä
- ⑦ Kertopuu 160 x 50
- ⑩ Rengasteräkkeet 2T10
- ⑪ E7 ymp.
- ⑫ Varauskolat 100x150x150
- ⑬ U T10 k150
- ⑭ EPS 100 S
- ⑮ Mineralivilla 120 mm Paroc Cos 5t
- ⑯ 40x40x2 holkki
L=520 k≤2400

Sähkömerkinnät kts piir. ES-1
Mittakaava ennen pienennystä A2→ A3 1:25

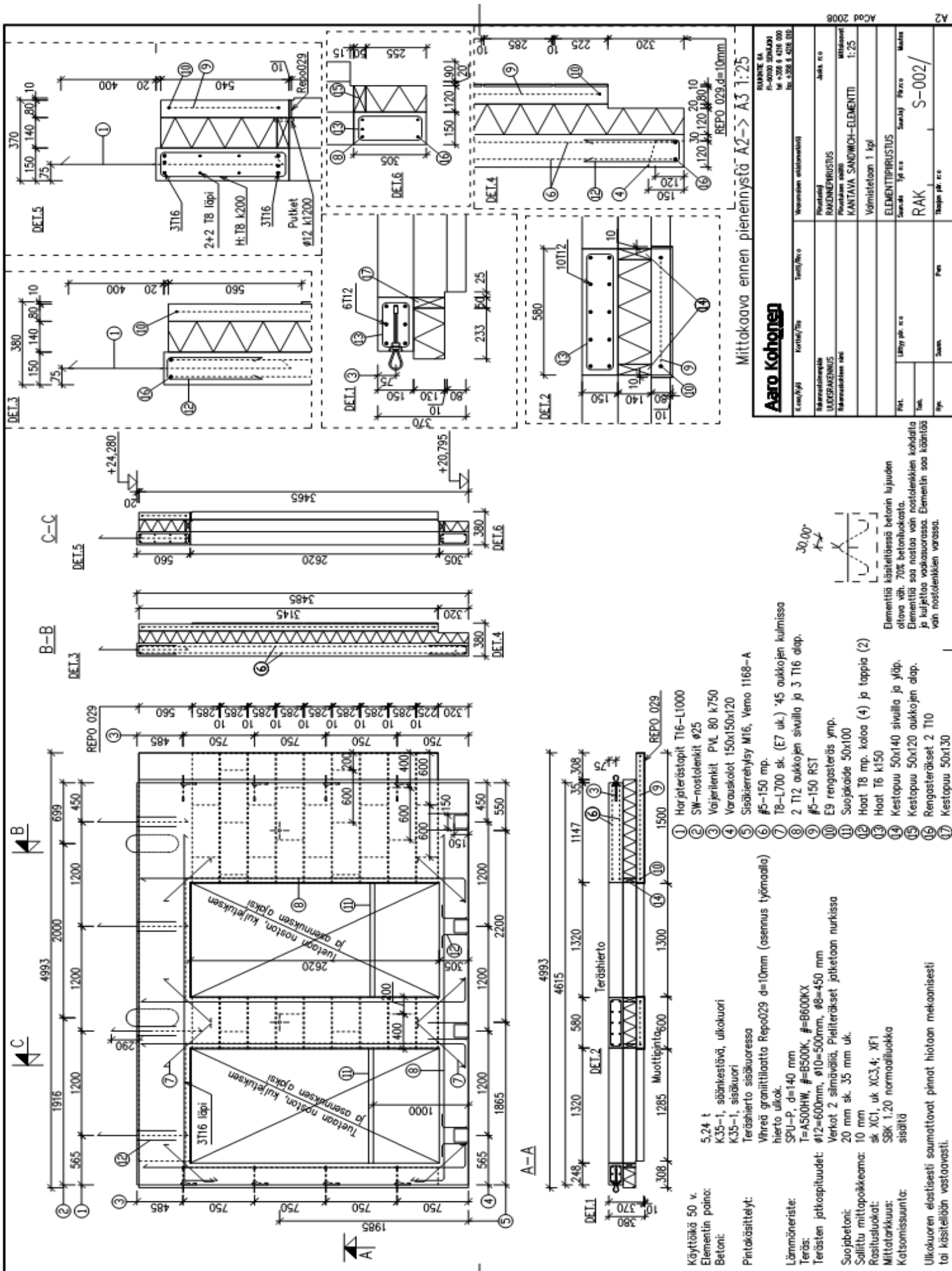
Aaro Kohonen		Tyyppi/Reo		Varustuksen valinnat	
		Koosi/Kyli	Kortti/Itä	Pintatyyppi	Wälis n:o
Elementin merkitys		RAKENDUS		Mittakaava	
RAKENDUS		SISÄKUORIELEMENTTI		1:25	
Päivä		Lähtö pö. n:o		Suoritus	
		RAK		2-RK-412	
Pö. n:o		Suoritus		Päivä	



Elementtiä käsitellessä betonin lujuuden
alava väh. 70% betoniluokasta.
Elementtiä saa nostaa vain nostolenkien kohdalla
ja kuljettaa vaakaosassa. Elementin saa könttää
vain nostolenkien varassa.

30,00°
K₁

LIITE 6. Kantava sandwich-elementti



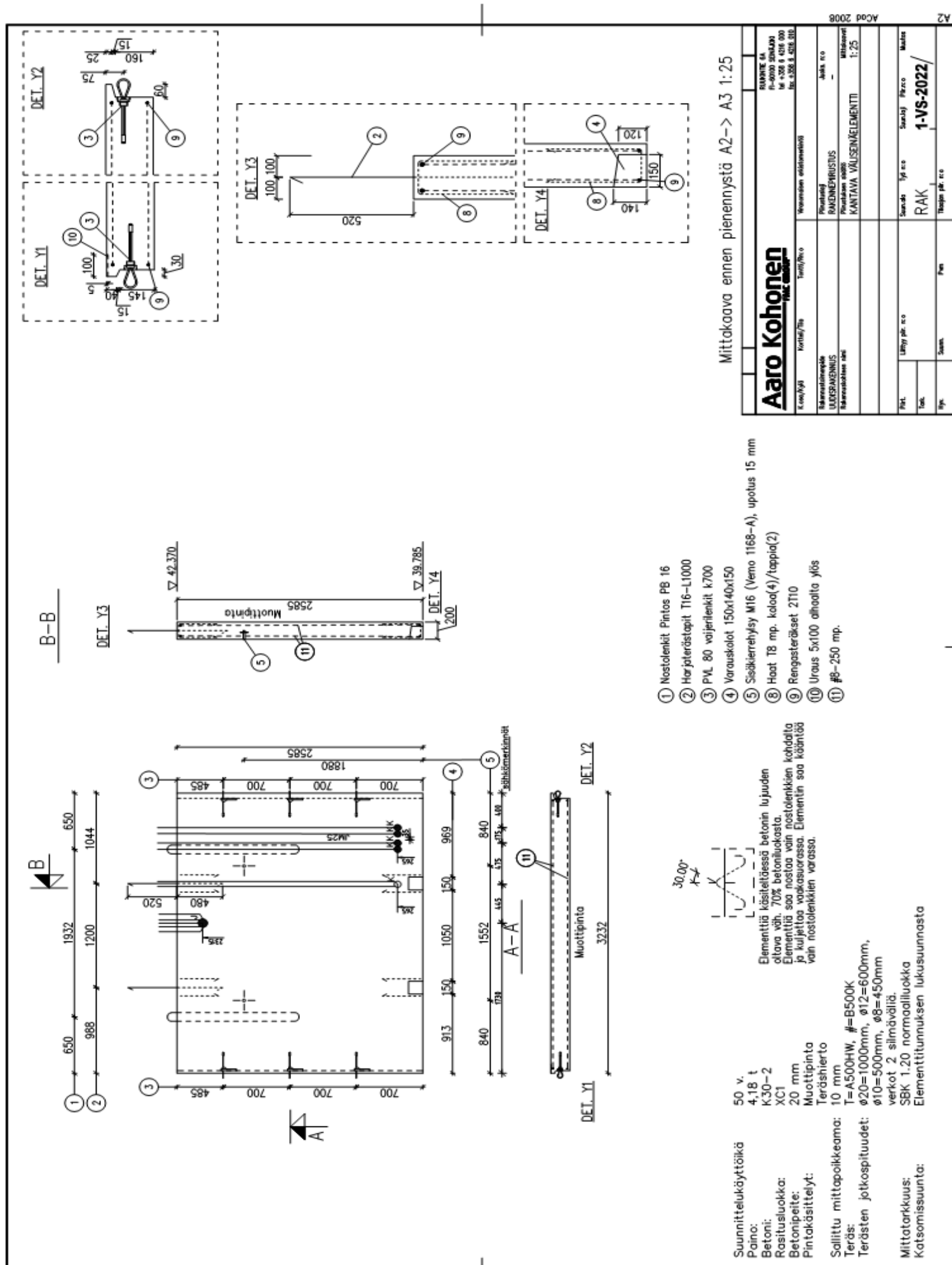
Mittakaava ennen pienennystä A2 -> A3 1:25

Aaro Kohonen		Wentzenin valmistaja	
Koivu/Agri	Korttila/Te	Tuntti/Reko	Juonika n:o
Eläinlääkäri	Luokanjohtaja	Luokanjohtaja	Juonika n:o
Luokanjohtaja	Luokanjohtaja	Luokanjohtaja	Mittakaava
Luokanjohtaja	Luokanjohtaja	Luokanjohtaja	Mittakaava
KANTAVA SANDWICH-ELEMENTTI		1:25	
Valmistelu 1 kpl			
ELEMENTTIPIIRUSTUS			
Suunnit. / kpl n:o		Suunnit. / kpl n:o	
Suunnit. / kpl n:o		Suunnit. / kpl n:o	
RAK S-002/			
Suunnit. / kpl n:o		Suunnit. / kpl n:o	
Suunnit. / kpl n:o		Suunnit. / kpl n:o	

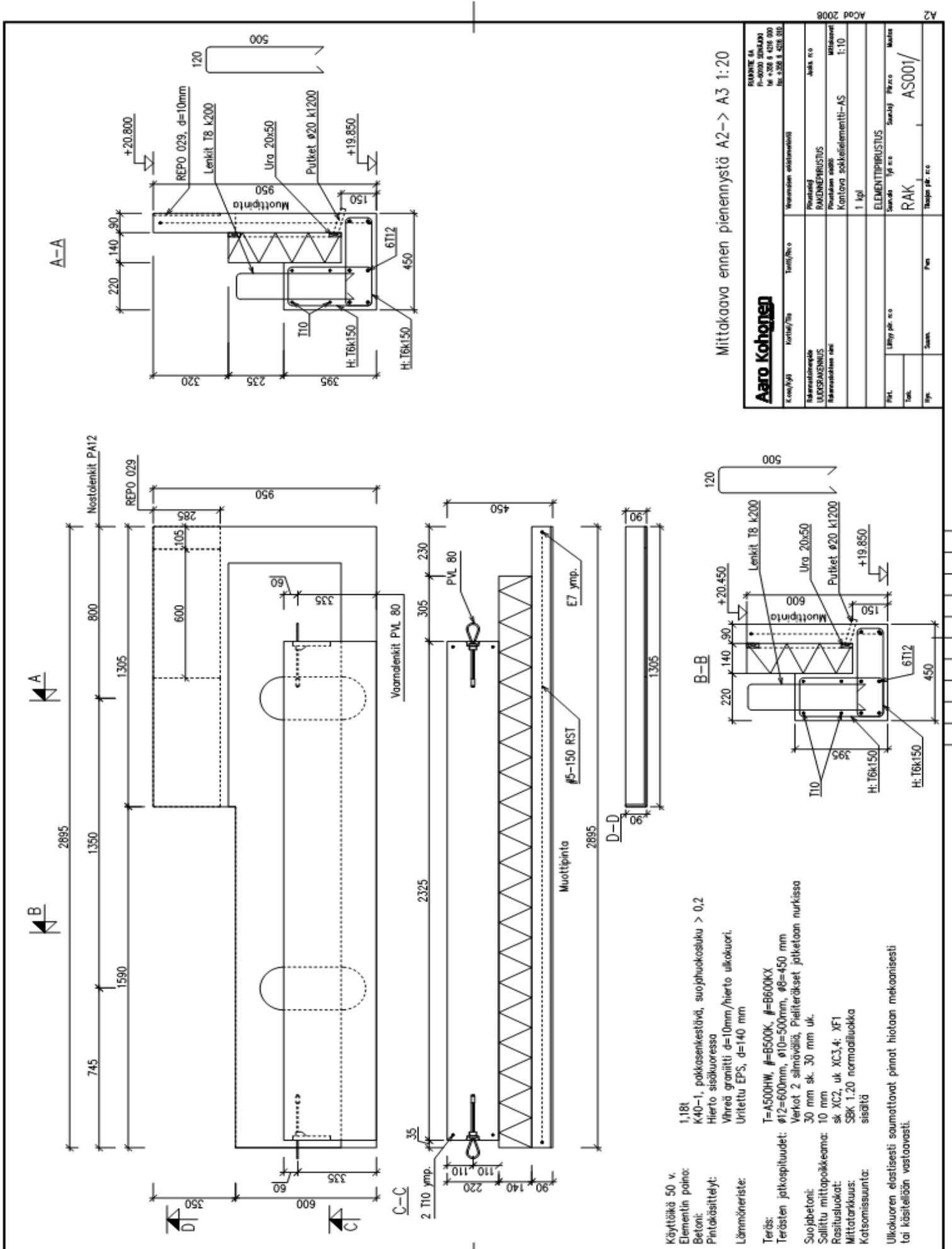
- Käyttökä 50 v.
 Elementin paino:
 Betoni:
 Pintakäsittelyt:
 Lämmöneriste:
 Teräs:
 Terästen jatkospituudet:
 Suojabetoni:
 Rasitusluokat:
 Mittatarkkuus:
 Katsomissaunta:
- 1 Harjiteräsbetit T16-L1000
 - 2 SW-nostolenkit Ø25
 - 3 Vaijerilenkit PVL 80 k750
 - 4 Varauskolet 150x150x120
 - 5 Sisäkerhyys M16, Vemo 1168-A
 - 6 #5-150 mp.
 - 7 T8-L700 sk. (E7 uk.) 45 aukkojen kulmissa
 - 8 2 T12 aukkojen sivulla ja 3 T16 alap.
 - 9 #5-150 RST
 - 10 E9 rengusteräs ymp.
 - 11 Suojakäide 50x100
 - 12 Hoat T8 mp. kolon (4) ja tappia (2)
 - 13 Hoat T6 k150
 - 14 Kestopuu 50x140 sivulla ja yläp.
 - 15 Kestopuu 50x120 aukkojen alap.
 - 16 Rengusteräskäiset 2 T10
 - 17 Kestopuu 50x130
- 5,24 t
 K35-1, säänkestävä, ulkkokuori
 K35-1, sisäkuori
 Teräshierto sisäkuoressa
 Teräshierto sisäkuoressa
 Vihreä graniittilaatta Repo029 d=10mm (osennus työmaalla)
 hierto ulkok.
 SPU-P, d=140 mm
 T=A500HW, #=B500K, #=B600KX
 Terästen mittopituudet:
 #12=600mm, #10=500mm, #8=450 mm
 Verkot 2 sälmävälillä. Pieliteräskäiset jatketaan nurkissa 20 mm sk. 35 mm uk.
 Suojabetoni:
 Saliliitu mittopökköma: 10 mm
 sk XC1, uk XC3.4; XF1
 SBK 1.20 normaaliuuokko sisiltä
- Elementtiä käsiteltävässä betonin lujuuden alttava väh. 70% betoniuuokasta.
 Elementtiä saa nostaa vain nostolenkin kohdalla ja kuljettaa vaakasuorassa. Elementin saa kiävittää vain nostolenkin varassa.
- Ulkokuoren elastisesti saumattavat pinnat hitaon mekaanisesti tai käsiteltäisiin vastaavasti.

ACad 2008 A2

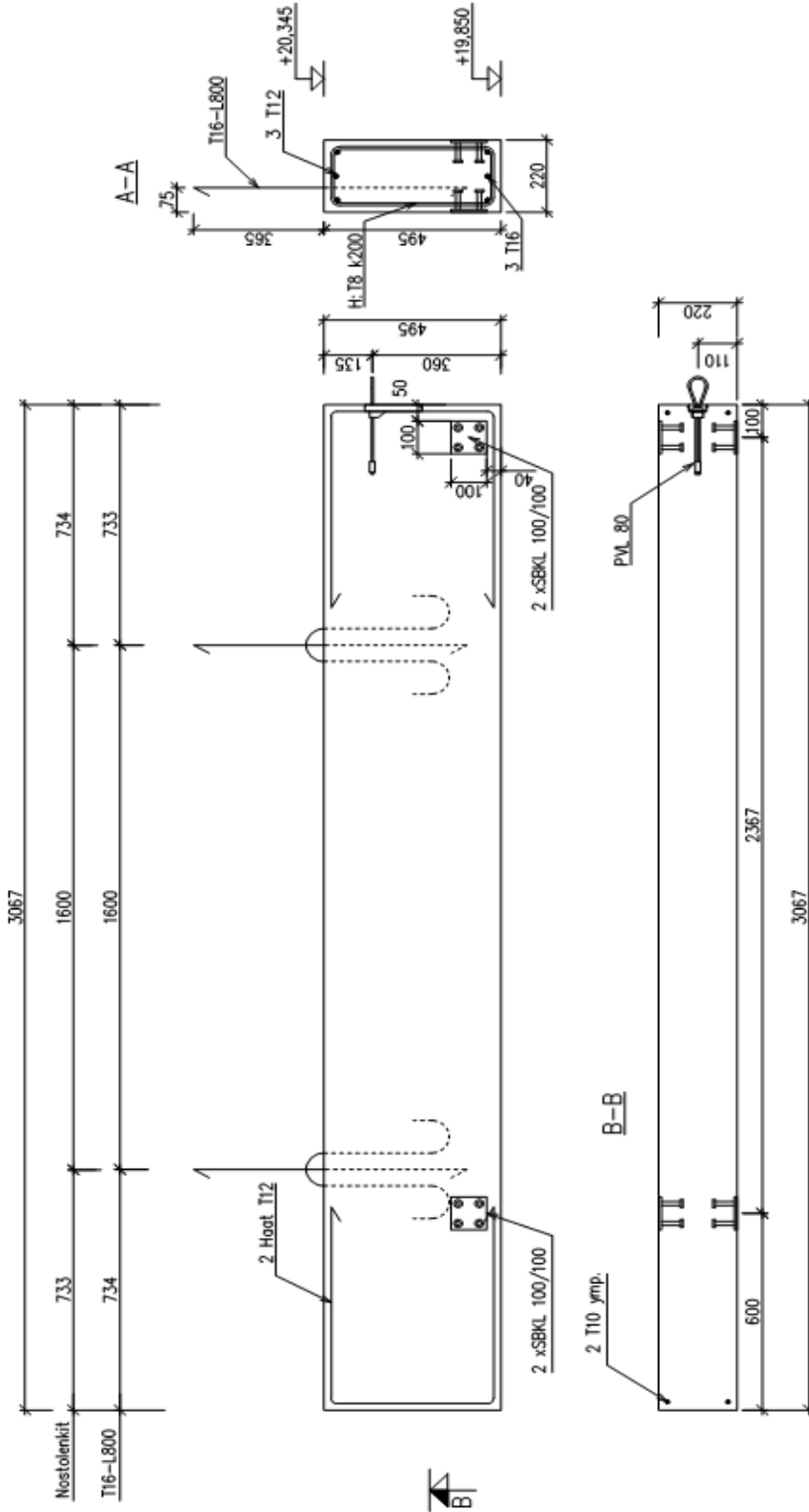
LIITE 7. Kantava väliseinäelementti



LIITE 8. Kantava sokkielelementti



LIITE 9. Perusmuurieleменти



Käyttökä 50 v.
Elementin paino:
Betoni:
Pintäkäsittelyt:

Teräs:
Terästen jatkospluudet:
Suojabetoni:
Sallittu mittopalkkeama:
Rasitusluokat:
Mittatarkkuus:
Katsomissaunta:

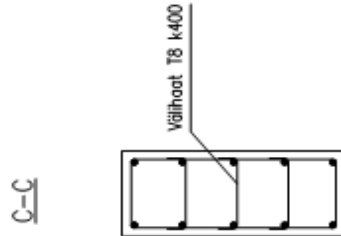
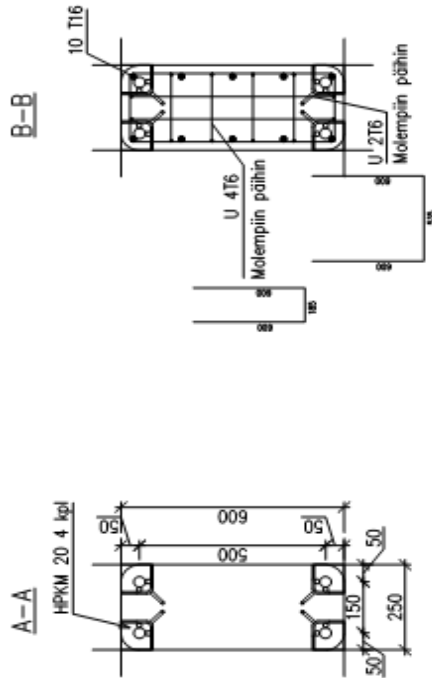
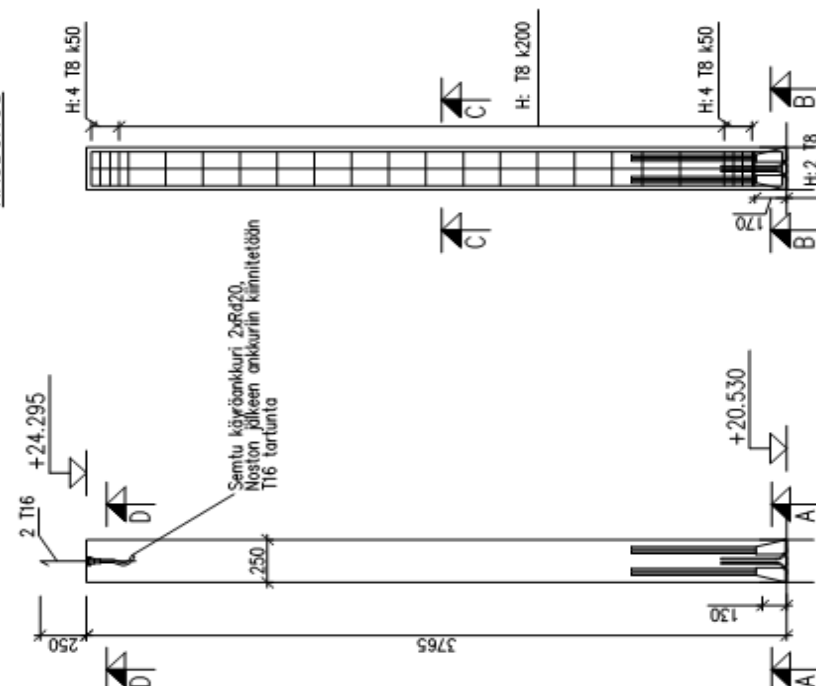
0.83 t
K40-1,
Muuttipinta/säie valu
T=A500HW, #=B500K, #=B600KX
Ø12=600mm, Ø10=500mm, Ø8=450 mm
Verkot 2 silmävällä, Pieliteräksset jatketaan nurkissa
30 mm
10 mm
XC2
SBK 1.20 normaaliuokka
elementtikaoiviossa lukusuunta

Mittakaava ennen pienennystä A2 → A3 1:10

Aaro Kohonen		Wananselän edustan 10/8	
K:000/000	Kortti/70	Tuuri/Reo	Arkk. n:o
Talustalon nimi	LUKEMINEN	PIIRIT	Arkk. n:o
Talustalon nimi	LUKEMINEN	PIIRIT	Mittakaava
Talustalon nimi	LUKEMINEN	PIIRIT	1:10
Proj. nro	Liityt. nro	Suunn. nro	Arkk. nro
000		RAK	E K006/
Op. nro	Suunn. nro	Proj. nro	Muut. nro

LIITE 12. Pilarelementti

RAUDOITUS



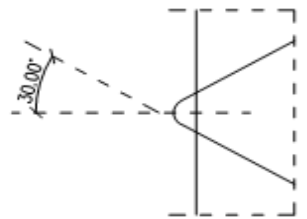
Käyttökä 50 v.
 Elementin paino:
 Betoni:
 Pintakäsittely:

Teräs:
 Terästen jatkosuhteet:
 Suojabetoni:
 Saltiltu mittopölkkeä:
 Rasitusluokat:
 Mittatarkkuus:
 Katsomissaunta:

1,42 t
 K45-1,
 Muottipinta, käsittely modausalustaksi
 T=A500HW,
 Verkot 2 silmäväliä, Pieliferäkset jätetään nurkissa
 25 mm
 10 mm
 XC1
 SBK 1.20 normaaliuokka
 elementtikaovoissa lukusuunta
 Elementin käsittely:
 Viisteet 10x10

Mittakoava ennen pienennystä A2-> A3 1:20

Aaro Kohonen		Suomen valtion	
K:osa/ku	Kortti/ty	Tuote/ku	Wenäjän valtion
Suunnittelija		Suunn. n:o	
LUKEMINEN	RAKENTAMINEN	RAKENTAMINEN	
Suunnitelman nimi		Suunnitelman nimi	
Suunnitelman nimi		Suunnitelman nimi	
Suunnitelman nimi		Suunnitelman nimi	
Suunnitelman nimi		Suunnitelman nimi	
PHL	Ulkop. p. n:o	Suunn. p. n:o	Suunn. p. n:o
Tot.		RAK	E
Upe.	Suunn.	Pun.	P1/



A304 2008

A2