

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikan koulutusala, Lappeenranta
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Talonrakennuksen suuntautumisvaihtoehto

Jari Marttinen

Asennussuunnitelma teräskaarirakenteiselle lasikattorakenteelle esimerkkinä Kauppakeskus Stella

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

Jari Marttinen

Asennussuunnitelma teräskaarirakenteiselle lasikattorakenteelle, 28 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikan koulutusala Lappeenranta

Rakennusalan työjohdon koulutusohjelma

Talonrakennuksen suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: lehtori Vesa Inkilä, Saimaan ammattikorkeakoulu, rakennuttamispäällikkö Raimo Moilanen, SOK Kiinteistötoiminnot

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli antaa kuvaus konepajalla tuotettujen teräsosien kokoamista rakennustyömaalla. Opinnäytetyön rakenne pohjautuu Suomen Rakentamismääräyskokoelmaan B7, jonka pohjalta laadin työjohtoa palvelevan asennussuunnitelman. Opinnäytetyö palvelee rakennusteollisuuden tuotannon työjohtajia, joiden toimenkuvaan kuuluu työjohdollisten tehtävien lisäksi työvaiheiden suunnittelu ja aikataulutus.

Opinnäytetyössä on tuotu esille tärkeimmät seikat, jotka vaikuttavat työtuloksen laatuun ja tehokkuuteen sekä oleellimmat viranomaisien antamat määräykset ja asetukset.

Asiasanat: teräsrakentaminen, työnsuunnittelu, aikataulutus

ABSTRACT

The installation plan of steel arch structure, 28 pages, 2 appendices.

Saimaa UAS, Lappeenranta

Instructors: Mr. Vesa Inkilä, Lecturer Saimaa University, Mr. Raimo Moilanen, SOK Kiinteistötoiminnot, Manager of Construction

The purpose of the thesis is to give a short description of how steel parts produced at engineering works assembled on a building site. Both the framework of the thesis and the installation plan for the management team are based the Finnish b7 code. The thesis provides information for production foremen who work in the construction industry and whose job description includes not only managerial work but also work-flow planning and scheduling.

The thesis highlights the key facts that influence the quality and efficiency of the work as well as the most relevant regulations and acts set by the relevant authorities.

Keywords: Steel construction, work-flow planning, scheduling

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Teräsrakentamisen historiaa	7
3	Yleistä teräsrakentamisesta	7
4	Rakenteiden suunnittelu.....	9
	4.1 Yleiset rakennesuunnitteluperusteet.....	9
	4.2 Rakenteiden luokitus	10
5	Rakenteiden valmistus ja asennus.....	10
	5.1 Perusteet	10
	5.2 Teräksen käsittely.....	11
	5.3 Pultti- ja ruuviliitokset.....	11
	5.4 Reiät	12
	5.5 Liitospinnat	12
	5.6 Hitsaus	12
6	Työnsuunnittelu.....	13
	6.1 Suunnitelmien laatiminen	13
	6.2 Kuljetus ja varastointi.....	13
	6.3 Rakenteiden kokoaminen ja toleranssit	14
	6.4 Laadun varmistus ja valvonta	14
7	Asennussuunnitelma, case Kauppakeskus Stella.....	15
	7.1 Hankkeen perustiedot.....	15
	7.2 Rakenteiden kuljetukset ja varastointi	16
	7.3 Toleranssit ja tarkastukset.....	17
	7.4 Liitokset työmaalla	18
	7.4.1 Hitsausliitokset.....	18
	7.4.2 Ruuviliitokset.....	18
	7.5 Asennusjärjestys	18
	7.6 Nostot.....	21
	7.6.1 Iso kaarielementti.....	22
	7.6.2 Pieni kaarielementti.....	22
	7.7 Työturvallisuus	23
	7.8 Viimeistelytyöt	23
	7.9 Aikataulu.....	23
	7.10 Laadun varmistus	24
	7.11 Valvonta	25

8	Pohdinta.....	26
	Taulukot ja kuvat.....	27
	Lähteet.....	28
	Liitteet	
	Liite 1, lohkojako	
	Liite 2, aikataulu	

1 Johdanto

Teräsrakentaminen on haasteellinen työvaihe rakennustyömaalla. Vaatii paljon ennakkosuunnittelua, jotta työvaiheet saadaan läpivietyä turvallisesti, laaditussa aikataulussa ja kustannustehokkaasti. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa lukijalle selvyys rakennustyömaalla vaadittavista toimenpiteistä, kun rakennetaan teräsrakenteita asennussuunnitelman perusteella. Tätä opinnäytetyötä voidaan toistaiseksi käyttää apuna, kun laaditaan työmaakohtaista asennussuunnitelmaa niin kauan, kun kansalliset määräyskokoelmat ovat voimassa. Tilalle on tulossa euroalueelle yhteiset määräykset, mutta niiden käyttöönotto on siirtynyt useamman kerran.

Tämä opinnäytetyö on laadittu voimassa olevien kansallisten teräsrakentamisen määräysten pohjalta, Suomen rakennusmääräyskokoelma B7, josta yleisimmin tunnetaan lyhennys RakMK B7. Uusien europohjaisten määräysten käyttöönottopäivää ei ole vielä vahvistettu. Eurocode-standardeja eli eurokoodeja voidaan käyttää jo suunnittelussa; rajoituksena on, ettei suunnitteluohjeita voida yhdistää, vaan valittu ohjeistus kulkee läpi suunnittelun.

Rakennesuunnittelua ei tässä opinnäytetyössä juurikaan käsitellä, vaan opinnäytetyöni aiheena on vastata rakennusalan työnjohdonkoulutusohjelman antamaan sisältöön. Opinnäytetyön ulkopuolelle jätän teräksen laadullisten ominaisuuksien, niin hyvien kuin huonojenkin puolien tarkemman käsittelyn. Yleisesti voidaan sanoa, että teräksen käyttö mahdollistaa arkkitehtonisesti erikoiset ratkaisut, mutta muodonmuutosten hallinta palotilanteissa aiheuttaa haasteita. Myös viranomaisten lupaprosessi jätetään opinnäytetyön aihealueiden ulkopuolelle. Lähtökohtaisena oletuksena on, että rakennushanke on saanut lainvoimaisuuden ennen rakennustöiden aloittamista.

Pyrin opinnäytetyössäni tuomaan esiin oleelliset asiat, joita tarvitaan laadittaessa työmaille asennussuunnitelmaa, sekä informoimaan, mistä löytyvät nämä vaadittavat määräykset ja asetukset, jotka ohjaavat teräsrakentamista rakennustyömailla.

2 Teräsrakentamisen historiaa

Raudan jalostamiseen liittyvät keksinnöt 1700- ja 1800-luvuilla tekivät mahdolliseksi riittävän laajan ja edullisen teräksen tuotannon. Metallirakenteiden rationaalinen suunnittelu tuli mahdolliseksi rakenteiden mekaniikan kehittymisen myötä. Teollinen kehitys ja yhteiskunnalliset tarpeet loivat edellytyksiä teräsrakenteiden kasvavalle käytölle. (RIL 167-1 Teräsrakenteet 1 s.12–16.)

Teräsrakentamisessa käytettiin 1700-luvun alkupuolelle asti valurautaa, jota pidettiin hauraana ja epäluotettavana. 1700-luvun lopulla alkoi takoraudan eli ”keittoraudan” valmistus. Kun samalla kehittyi takomisen korvaava valssaustekniikka, voitiin valmistaa rakenteissa tarvittavia tankoja ja levyjä. Takorauta oli sitkeää ja sopi sellaisen myös vetojännityksen alaisiin rakenteisiin. (RIL 167-1 Teräsrakenteet 1 s.12–16.)

Bessemer korvasi lieskauunimellotuksen konvertterilla 1855. Siinä melloitus tapahtui puhaltamalla ilmaa sulan raudan läpi. Tämä tapahtuma oli alkuna edullisen teräksen laajamittaiselle tuotannolle ja käytölle rakenteiden materiaalina. Liittämistekniikan kehitys 1800-luvulla mahdollisti valssaustuotteiden kokoamisen niittaamisella sekä sen avulla suurempien, monimuotoisempien teräsrakenteiden kokoamisen. Suuremmat palkkiprofiilit niitattiin levyistä ja leveälaattatangosta. Kulmateräksiä käyttäen suuret puristussauvat koottiin kahdesta Utangosta kytkemällä ne yhteen niitatuin sidelevyin tai muodostamalla niistä kotelon kahden leveälaattatangon avulla. Myöhemmin niittiliitokset on korvattu ruuvi- ja kitkaliitoksilla. 1920- ja 1930-luvulla kehittynyt kaarihitsaus korvasi osittain niittaamisen. Hitsauksen ongelmana oli liitosten sitkeyden puute. (RIL 167-1 Teräsrakenteet 1 s.12–16.)

3 Yleistä teräsrakentamisesta

Teräkseksi kutsutaan rautaa, johon on lisätty eri seosaineita. Eri teräksillä on erilaisia ominaisuuksia, koostumuksesta riippuen. Terästen ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa muun muassa seostuksen, muokkauksen ja lämpökäsittelyjen avulla. Terästä käytetään rakennusaineena pääasiallisesti sen lujuuden, sitkey-

den, muovattavuuden ja työstettävyyden vuoksi. Teräs on erinomainen rakennusaine, koska sitä on helppo muokata haluttuun muotoon valssaamalla tai takomalla. Muun muassa näiden ominaisuuksien ansiosta terästuotteille saadaan aikaiseksi hyvinkin kevyitä ja siroja rakenteita. Verrattuna betoniseen rakentamiseen, teräsrakenteinen runko voi painaa jopa yli puolet vähemmän. Kevyet rakenteet alentavat muun muassa nosto- ja kuljetuskustannuksia. (Piiroinen E & Saarni R, s.29.; Teknologiateollisuus ry, s.9.)

Teräsrakentaminen on komponenttirakentamista. Rakennusrungossa ja rakennusosissa käytetään valmisosia, jotka ovat mittatarkkoja ja kevyitä. Asennuksessa käytetään teräsrakentamiseen kehitettyjä liitososia ja – menetelmiä. Materiaaliominaisuutena teräksellä on suuri lujuus, jota hyödynnetään erityisesti vetolujuutta vaadittaessa. Metallin johtama lämpö, korkeat lämpötilat aiheuttavat teräkselle muodonmuutoksia. Teräsrakenteen on tästä syystä suojattava paloa vastaan tai mitoitettava muuten palotilassa kestäväksi. Suojaamattomana teräs on altis korroosiolle, etenkin ulkoilmassa ja kosteissa olosuhteissa. Tästä syystä teräs tarvitsee korroosiosuojausta. (RT 82–10765, s.2.)

Teräsrakentaminen mahdollistaa useita perinteisistä rakentamistavoista poikkeavia tapoja. Niitä ovat muun muassa

- komponenttirakenteesta johtuva hyvä muuntelumahdollisuus ja joustavuus
- rakennusosat ovat tarkkamittaisia
- esivalmistusastetta nostamalla voidaan lyhentää rakennusaikaa
- teräsrakentaminen on kuiva rakennustapa, eikä vuodenaika rajoita rakentamista

(RT 82–10765, s. 2).

Laadunvarmistamiseksi teräsrakenteet valmistetaan konepajalla, jossa saadaan hallitusti tuotettua suunniteltuja teräsosia muun muassa rakennusteollisuuden tarpeisiin. Konepajoilta löytyvät tarkoituksen mukaiset materiaali- ja leikkauslinjat, kokoonpano-, hitsaus- sekä pintakäsittelyosastot. (Teräsrakentaminen, Hämeenlinnan ammattikorkeakoulu, s.96–101.)

4 Rakenteiden suunnittelu

4.1 Yleiset rakennesuunnitteluperusteet

Teräsrakenteiden rakennelaskelmissa määritetään suunniteltavan kohteen rakenteen kestävyys ja käyttötilanteen kelpoisuus. Rakenteiden suunnittelussa noudatetaan kuormituksia koskevia määräyksiä ja niiden yleisiä suunnittelupeusteita. Laskelmissa käytettävän rakennemallin on kuvattava riittävällä tarkkuudella todellisen rakenteen toimintaa. (RakMK B7 s.6.)

Suunnittelijan tehtävät on määritelty RakMK A2:ssa kohdassa 3 sekä tarkemmin rakennesuunnittelijan tehtäväluettelo, RAK 95:ssä, RT 10–10577. Suunnittelutehtävän vaativuus ja suunnittelijan pätevyudet on määritelty RakMK A2 kohdassa 4, s. 10 alkaen.

Rakennesuunnittelun tehtäväluetteloon kuuluu laatia ja tuottaa tilaajalle:

- suunnitteluasiakirjat
- rakennelaskelmat
- määräluettelot
- piirustukset (yleis-, asennus-, tuotanto-, erityis-, täydentävät / työnaikaiset piirustukset)
- kaupallisiin asiakirjoihin tekniset erittelyt ja vaadittavat yksikköhintaluettelot
- palosuojausmenetelmät ja – materiaalit
- laadun varmistus.

Teräsrakenteiden rakennesuunnittelun tärkeimpiä osatehtäviä ovat:

1. rungon valinta
2. rakenneosien mitoitus, jossa on huomioitava mm. taloudellisuus, kuormitusten aiheuttamat rasitukset ja mahdolliset muodonmuutokset sekä palonkestävyys
3. liitosten, rakenteiden jäykistäminen ja pintakäsittelyn suunnittelu.

Teräksen lujuuden ja laatuluokan valinnassa vaikuttavia tekijöitä on käyttötarkoituksen lisäksi kustannusvaikutus. Käytetyimpiä teräslaatuja kantaviin raken-

teisiin ovat S 235 ja 355, jotka ovat hinta-laatusuhteelta tämän päivän teräsrakentamisessa parhaita. (Teräsrakenteiden suunnittelu, 2001, s. 20 – 21.)

Valmisosien suunnittelussa on huomioitava myös kuljetusta sekä asennusta varten vaadittavat tuennat ja suojat. Näillä työaikaisilla toimilla varmistetaan, ettei teräsosiin tule pysyviä muodonmuutoksia, jotka voivat heikentää rakennetta tai estää osien yhteenliittämisen.

4.2 Rakenteiden luokitus

Teräsrakenteen jaetaan kolmeen rakenneluokkaan (taulukko 1). Rakenneluokat on jaettu sen perusteella, mikä on mahdollisista vaurioista seuraava henkilövahinkojen suuruus ja yhteiskunnallinen menetys.

Rakenneluokka	Rakenne-esimerkkejä
1	Rakennukset, joissa usein on suuri joukko ihmisiä, kuten <ul style="list-style-type: none">- vähintään 4-kerroksiset asuin-, konttori- ja liikerakennukset- konserttitalit, teatterit, urheilu ja näyttelyhallit, katsomot Teollisuuden raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rungot Erikoisrakenteet, kuten <ul style="list-style-type: none">- suuret mastot ja tornit
2	Rakennukset, jotka eivät kuulu luokkiin 1 tai 3
3	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä, kuten <ul style="list-style-type: none">- pienet varastot- pienet maatalouden tuotantorakennukset

Taulukko 1. Rakenneluokat (RakMK B7 s.3)

Terästen laatuluokat löytyvät standartista SFS-EN 10025.

5 Rakenteiden valmistus

5.1 Perusteet

Rakenteet valmistetaan käyttäen suunnitelmien mukaisia rakenneaineita ja tarvikkeita. Valmistuksesta vastaavan henkilöstön ja työnjohdon on oltava päteviä. Valmistuspaikan olosuhteiden on oltava sellaiset, että tarkoitettu lujuus ja laatu-

taso saavutetaan. Valmistuksessa on käytettävä asianmukaisia työvälineitä. (RakMK B7 s.37.)

RakMK A1:ssa on määritelty viranomaisvaatimuksia muun muassa työnjohdolle (kohta 4), rakennustyöntarkastusasiakirjalle (kohta 7), laadunvarmistusselvitykselle (luku 8) ja rakennuttajan valvonnalle (kohta 11).

Terästuotteet valmistetaan konepajoilla valmiista teräsprofiileista, jotka toimitetaan valssaamoilta konepajoille. Valmiita profiileja ovat kuumavalssatut tangot. Pyörö-, latta- ja kulmatankojen lisäksi tähän ryhmään luetaan myös HEA-, HEB-, HEM-, IPE-, UNP- ja UPE-tangot. Muita, konepajoille jalostettaviksi toimitettavia tuotteita ovat kuuma- ja kylmävalssatut levyt, räätälöidyt hitsatut palkit sekä usein pilareina käytetyt rakenneputket. (Teräsrakentaminen, Hämeen AMK, s.33–36.)

5.2 Teräksen käsittely

Rakennusaineet ja tarvikkeet on puhdistettava tarvittaessa niin, että valmistusta ja tarkastusta haittaavat epäpuhtaudet poistuvat. Rakennusaineisiin ja tarvikkeisiin syntyvät viat voidaan poistaa valmistusvaiheessa, kun tällä toimenpiteellä varmistetaan vaadittu laatu- ja lujuustaso eikä toimenpiteellä ole haitallisia vaikutuksia. Osien leikkaus, taivutus ja oikaisu tapahtuvat siten, ettei se aiheuta lujuu- tai heikentäviä säröjä, lovia, jännityksiä ja kiderakennemuutoksia. Rakennusosien yhteensovittamisessa on varmistettava, ettei se aiheuta lisäjännityksiä tai kylmämuokkautumia. (RakMK B7 s. 37.)

5.3 Pultti- ja ruuviliitokset

Kantavissa rakenteissa käytettävät pultit ja ruuvit ovat yleensä lujuusluokkaa 8.8, jolloin ainelujuus on 640 N/mm². Pulttiliitokset on jaoteltu liitosten rasitustavan sekä käytettyjen tuotteiden ja niiden kiristystavan mukaisesti seuraavasti:

- a) tavalliset pulttiliitokset
- b) kitkaliitokset
- c) vedetyt liitokset.

Pulttiliitosten muoto valitaan mahdollisimman symmetriseksi tai kiristämiseksi on varattava riittävästi tilaa. Liitosta, jossa ruuvin kierteet ovat leikkaustasossa, ei saa käyttää rakenteissa, joissa siirtymät ovat haitallisia, ellei näitä siirtymiä huomioida. (RakMK B7, s.29.)

Käytettävien muttereiden ja aluslevyjen on vastattava lujuudeltaan ja laadultaan käytettäviä pultteja ja ruuveja (RakMK B7, s.37). Lujuusluokan 8.8 ruuvit kiristetään RakMK B7 kohdan 9.3.4 mukaisesti.

Ruuviliitoksissa noudatetaan Suomen RakMk:n osan B7 kohtaa 11.3.2.

5.4 Reiät

Reiät tehdään poraamalla, tai ainepaksuuden ollessa maksimissaan 25 mm voidaan reikä tehdä lävistämällä. Reiän maksimikoko on 2 mm suurempi kuin käytettävän pultin tai ruuvin. Porauksen yhteydessä reiän ympärille mahdollisesti syntyvät purseet on poistettava ennen ruuvin paikalleen asentamista. (RakMK B7 9.3.2.)

5.5 Liitospinnat

Liitospintojen on oltava puhtaita, kuivia ja tasaisia ennen valmisosien yhteenliittämistä. Osien yhteensovituksessa on huomioitava, etteivät pultit tai ruuvit joudu taivutusrasitukseen asennusvaiheessa.

Kitkaliitospinnat käsitellään ennen yhteenliittämistä, jotta saavutetaan suunnitelman mukainen kitka. Kitkaliitoksissa pinnat puhdistetaan soveltuvan standardin mukaisesti ruosteenpoistoasteeseen Sa2. Asennuksen jälkeen pinnat suojataan välittömästi vedeltä.

5.6 Hitsaus

Hitsausliitoksissa noudatetaan Suomen RakMk:n osan B7 kohdan 9.4 ohjeita. Hitsaajalla tulee olla voimassa oleva hitsaustodistus. Hitsaustyön luokat on määritelty C standardin SFS 25817 mukaisesti. Hitsausliitokset tarkastetaan Suomen RakMk:n osan B7 kohdan 11.3.3 mukaisesti.

Työmaalla hitsaamisessa on kiinnitettävä huomiota työ- ja paloturvallisuuteen, riskien minimoimiseen sekä ennaltaehkäisyyn huolehtimalla riittävän alkusammutuskaluston läheisyydestä. Varsinkin vanhojen materiaalien hitsattavuus on varmistettava.

6 Työnsuunnittelu

6.1 Suunnitelmien laatiminen

Onnistuneen hankkeen läpiviennin edellytyksinä on ennakkosuunnittelu. Viranomaiset ovat laatineet määräykset ennakkoon laadittavista suunnitelmista, joiden avulla varmistetaan rakenteen rakennusaikainen stabiliteetti, minimoidaan asennustyön turvallisuusriskit, varmistetaan selkeä työnjako ja oikeanlaiset työvaiheet tuotannon aikana. Pää toteuttajan velvollisuuksiin kuuluu laatia koko työmaata koskeva aluesuunnitelma sekä yleisaikataulu. Asennustyön suunnitelmasta huomioidaan työnaikaiset nostot, hitsaukset sekä mittaukset ja dokumentointi. Asennussuunnitelman laatimisesta on RakMK B7 kohdassa 9.5.1 ohjeet ja listaus, josta työmaan tarpeiden mukaisesti huomioidaan asennussuunnitelmassa mainittavat asiat. Rakennesuunnittelijan laatimia asennuspiirustuksia käytetään asennussuunnitelmaa laadittaessa. (Teräsrungon asennus, Teräsrakenneyhdistys ry, s. 34–39.)

6.2 Kuljetus ja varastointi

Rakenneosien ja osakokonaisuuksien kuljetukset konepajalta rakennustyömaalle on huomioitava jo rakennesuunnitteluvaiheessa. Liian suuret kokonaisuudet nostavat kuljetuskustannuksia, koska rakenneosat joudutaan kuljettamaan työmaalle usein erikoiskuljetuksina, jotka vaativat ennakkoilmoitukset viranomaisille. Tällöin joudutaan ennakkosuunnittelemaan ajoreitit muun muassa matalien siltojen osalta ja turvautumaan etuautojen käyttöön, jotka nostavat kuljetuskustannuksia.

Rakenneosien suojaaminen kuljetuksen ajaksi on tehtävä huolella. Suojaamisessa on käytettävä ehjiä ja siistejä suojapeitteitä, jotka suojaavat riittävästi kuljetettavia teräsosia. Siirrettävien rakenneosien sidonta kuljetuskalustoon on

varmistettava niin, etteivät tuoteosat pääse kuljetuksen aikana liikkumaan eikä niihin syntymään hankaumia ja muita laatua tai asennusta heikentäviä vaurioita.

Varastoinnissa on varmistettava, ettei varastointi aiheuta rakenneosille laadullisia vaurioita. Muodonmuutokset ja laadun heikentyminen esimerkiksi suojaavan maalauskerroksen rikkoutuminen on estettävä varastoinnin aikana. Varastoalueen alustalla on oltava riittävä kantavuus, jotta se säilyttää muotonsa rakenneosien kuormituksessa. Kosteudenhallinta ja riittävä ilmanvaihto on varmistettava mahdollisen varastoinnin aikana. (Rautaruukin putkipalkkikäsikirja, s.227.)

6.3 Rakenteiden kokoaminen ja toleranssit

Rakennesuunnittelija on laatinut asennussuunnitelmat, joita on noudettava teräsrakenteiden kokoamisessa. Tätä suunnittelijan laatimaa suunnitelmaa käytetään laadittaessa asennussuunnitelmaa.

Rakenteiden kokoamisessa on huomioitava valmisosien yhteensovittaminen ja pysyminen vaadituissa toleransseissa ilman, että rakennesuunnittelijan täytyy laatia tarkastuslaskelmia rakenteista.

Asennustoleranssien osalta noudatetaan Suomen RakMk:n osan B7 kohdan 9.5.3.2 vaatimuksia.

6.4 Laadun varmistus ja valvonta

Tilaaaja määrittää halutun laadun hankesuunnitteluvaiheessa. Laatua ohjaa myös suunnittelulle ja rakentamisella asetetut laatuvaatimukset, esim. Runko-RYL, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, Talon rakennuksen runkotyöt, RT 14–11016. Mikäli urakoitsijalla ei ole erillistä laatujärjestelmää käytettävissä, laatii urakoitsija projektikohtaisen laatujärjestelmän. Ennen töiden aloittamista pidetään työmaalla työvaiheen aloituspalaveri, jossa läpikäydään ennalta laadittu asennussuunnitelma ja kartoitetaan riskilliset työvaiheet. Aloituspalaverista laaditaan muistio, joka dokumentoidaan hankkeelle. Laadunvarmistusselvitys on määritelty RakMK A1:n kohdassa 8 ja laadunvarmistustoimenpiteiden dokumentointi on määritelty RakMK B7:ssä kohta 11.3.3.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 124 § määrää kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtäväksi yleisen edun kannalta valvoa rakentamista ja huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan lakeja ja sen nojalla annettuja asetuksia ja määräyksiä (RakMK A1, kohta 3.4). Rakennuttaja voi nimetä rakennustyömaalle palkkaamansa valvontaorganisaation, joka laatii viranomaisille hyväksyttäväksi valvontasuunnitelman RakMK A1, kohta 11. Rakennuttajan valvoja on velvollinen raportoimaan viranomaisille.

7 Asennussuunnitelma, CASE Kauppakeskus Stella, Mikkeli

Asennussuunnitelma on laadittu RakMK B7 kohdassa 9.5.1 annettujen ohjeiden mukaisesti ja noudattaa tämän opinnäytetyön luvun 6, Työsuunnittelu, sisältöä.

7.1 Hankkeen perustiedot

Hanke sijaitsee Mikkelin ydinkeskustassa vanhan linja-autoaseman ja Sokoksen kiinteistöjen alueella. Projekti sisältää vanhojen kiinteistöjen purkamista, uuden pilariperusteisen liikerakennuskiinteistön rakentamisen sekä vanhojen suojeltujen kiinteistöjen saneeraukset.

Rakennuttajana hankkeessa toimii Kiinteistö Osakeyhtiö Mikkelin Maaherrankatu 13 c/o Osuuskauppa Suur-Savo ja Mikkelin kaupunki kauppahallin osalta. Kokonaispinta ala on noin 25.000 m² ja hankkeen budjetoitu kustannusarvio 35,7 milj. €.

Rakennuttajat pilkkoivat urakat pienempiin kokonaisuuksiin ja osa urakoista sekä hankinnoista olivat tilaajan suoria hankintoja, jotka alistettiin pääurakoitsijalle. Pääurakoitsijana hankkeessa oli Lemminkäinen Talo Oy, Kaakkois-Suomi, jolle kuului päätoteuttajan velvollisuudet. Lvia-urakoitsijana toimi LVI-Kaari Oy, Mikkelin. Sähköurakoitsijana Sähköliike Murtola Oy, Iisalmi / Saimaan Sähkötyö O, Mikkelin.

7.2 Rakenteiden kuljetukset ja varastointi

Rakenteet kuljetettiin maantiekuljetuksena työmaalle kuorma-autoilla. Kuljetus suoritettiin tarkoitukseen soveltuvalla alihankkijan kuljetuskalustolla erikoiskulje-

tuksena. Isojen kattokaarien kuljetus tapahtui pienipyöräisellä matalalavettirekalla, jonka maavara on erittäin pieni. Lavetissa oli kääntyvät takapyörät. Ajoreitin, Enon tehdas - Mikkelin kaupunki on oltava kuljetuskalustolle kunnossa ja esteetön. Ajoreitissä huomioitiin mahdolliset matalat sillat sekä muun liikenteen määrä (ks. kohta 6.2 Kuljetukset ja varastointi). Kuljetuksissa oli myös huomioitava, että työmaalle oli mahdollista purkaa vain yksi auto kerrallaan ja toinen oli odottamassa vuoroaan (kuva 1). Muiden ajoneuvojen oli odotettava kaupunkialueen ulkopuolella tilan puutteen takia.



Kuva 1 Teräskaari odottaa nostoa, 10.7.2010

Työmaalla monttuun menevän ajoluiskan oli oltava riittävän loiva ja tasainen. Ajoluiska, kuva 2, tarkastettiin yhdessä maanrakennusurakoitsijan vastaavan työnjohtajan kanssa.



Kuva 2 Ajoluiska

Työmaalla ei voitu tehdä varastointia tilan puutteen vuoksi. Asennusnostot tehtiin suoraan kuljetuskaluston päältä.

7.3 Toleranssit ja tarkastukset

Asennustoleranssien osalta noudatettiin Suomen RakMk:n osan B7 kohdan 9.5.3.2 vaatimuksia. Asennusaikana tehtiin normaalia tarkemmat rakenteiden linjaus- ja muut rakenteelliset mittaukset. Suoritetut mittaukset dokumentoitiin urakoitsijan arkistoihin. Tarkemmittauksista vastasi teräsrakenteiden asennustyön vastaavaa työnjohtaja (ks. kohta 6.3 Rakenteiden kokoaminen ja toleranssi).

Viranomaiset, kaupungin rakennusvalvonta, kävi asennustöiden aikana tutustumassa Mikkelissä poikkeukselliseen teräskaarirakenteeseen. Erillistä katselmuspöytäkirjaa ei teräskaarirakenteiden tarkastuksesta oltu rakennuslupaehdoissa vaadittu.

7.4 Liitokset työmaalla

7.4.1 Hitsausliitokset

Hitsausliitoksia ei asennuksessa pääsääntöisesti ollut. Muutama tuotannosta johtuva virhe jouduttiin korjaamaan työmaalla, kuva 8. Hitsausliitokset korjattiin urakoitsijan ohjeistuksen mukaisesti.

Hitsausliitoksissa noudatettiin Suomen RakMk:n osan B7 kohdan 9.4 ohjeita. Hitsaajalla tuli olla voimassaoleva hitsaustodistus kyseiselle materiaalille. Hitsaustyön oli oltava vähintään luokkaa C standardin SFS 25817 mukaan. Hitsausliitokset tarkasteltiin Suomen RakMk:n osan B7 kohdan 11.3.3 mukaisesti.

Hitsausliitokset tarkasti asennustyönjohtaja silmämääräisesti. Hitsausliitoksissa oli otettava huomioon sääolosuhteet ja tehtävä tarpeelliset suojaukset. Tulitöiden tekemiseen tarvittiin tulityölupa.

7.4.2 Ruuviliitokset

Ruuviliitoksissa noudatettiin Suomen RakMk:n osan B7 kohtaa 11.3.2. Ruuviliitosten kiristäminen suoritettiin em. kohdan mukaisesti. Kiristämisen jälkeen rikottiin ruuvinkierre mutterin vierestä.

7.5 Asennusjärjestys

Työmaa eteni lohkoittain (liite 1, vaiheistus/lohkojako) pääurakoitsijan laatimassa aikataulussa. Teräskaarien asennus alkoi lohkolta V, vk 29/2010 ja eteni vaiheittain lohkolle VI. Asennusjärjestyksessä oli huomioitava muiden työvaiheiden eteneminen sekä näiden yhteensovittaminen.

Ennen asennusten aloittamista kaarien alapään betonielementeissä olevat pulttiryhmät tarkemmitattiin mitoituspiirustuksen mukaisesti. Asennuslinjat ja -korot merkitsi tilaajan mittamies. Asennus aloitettiin linjalta O pienillä kaarilla, kuva 3.



Kuva 3 Ensimmäinen kaari paikallaan

Nostaminen tehtiin 4-haaraketjulla. Nostopisteet sijaitsivat kaarella kaarien keskilinjalta reunoille päin olevien ensimmäisten väliputkien takana. Näin varmistettiin, etteivät nostovälineet päässeet luistamaan noston aikana. Ennen kaarielementtipaketin lopullista asennusnostoa varmistettiin, että kaarielementti roikkuu nostovälineissä vaakatasossa ja oli muutenkin tasapainossa (ks. kohta 6.1 Suunnitelmien laatiminen).

Kaarielementtipaketti nostettiin peruspulttiryhmien päälle ja varmistettiin mittauksin, että kaaret olivat tarkalleen suunnitelman mukaisessa paikassa. Myös ristimitta tuli tarkistaa. Kun mittauksin oli todettu, että kaaret olivat tarkalleen oikeassa paikassa, suoritettiin peruspulttien kiristys.



Kuva 4 Liikuntanivelen jälkikiristys

Seuraavaksi nostettiin seuraava kaarielementtipaketti paikoilleen ja tehtiin vastaavat asennusmittaukset kuin edelläkin tehtiin. Edellä asennettujen kaarien väliset väliputket asennettiin ja suoritettiin liitosten kiristys.

Asennuslohkojaon vuoksi osa kaarista jouduttiin kuljettamaan työmaalle ja myös asentamaan paikoilleen yksittäisinä kaarina. Näihin kaariin asennettiin maassa ollessa kaaret yhdistävä ylimmäinen vaakaputki. Kaaren nosto paikoilleen tehtiin kolmihaaraketjuilla. Kaksi ketjun haaraa oli sijoitettu nostettavaan kaareen em. nostopisteiden mukaisesti. Yksi ketjuhaara kannatti väliputkea. Ketjujen pituudet valittiin siten, että nostettava kokonaisuus oli vaakatasossa.

Pienien kaarien asennus eteni em. tavalla kohden I-linjaa lohkojaon (liite 1) mukaisesti. Isojen kaarien asennus alkoi I-linjalta ja eteni lohkojaon mukaisesti kohden D-linjaa. Isojen kaarien asennus tapahtui vastaavalla tavalla kuin pienien kaarien asennus. Kaikissa kaarien asennustarkkuuksissa tuli huomioida, että

kaarien päälle tulivat lasirakenteet, joiden asettamat mittatarkkuusvaatimukset tuli täyttyä.

7.6 Nostot

Teräskaarien asennusnostot suoritettiin työmaalla jo olevalla nosturilla, kuva 5. Nostettavien osien paikoilleen ohjaamisessa käytettiin tarvittaessa ohjausnarua. Narujen pituus oli sellainen, ettei ohjausta suorittavan henkilön tarvinnut missään vaiheessa olla nostettavan taakan alla.



Kuva 5 Lyhyemmän kaariparin asennus

Henkilönostimena käytettiin holville nostettuja nivelpuominostimia, esim. DINO 160, jonka omapaino on 1980 kg. Nostimen holville kohdistama tukijalkakuorma sai olla maksimissaan 7 kN. Suurin sallittu kuormitus holville oli 10 kN/m². Nostimen tukijalkojen alla oli käytettävä vanerilevyjä.



Kuva 6 Asennuksessa käytetty nostin

Saumavalujen tuli olla riittävän kuivia ennen holvin kuormittamista henkilönostimella. Kun työskenneltiin nostimen korissa, kuului käyttää aina turvavaljaita. Henkilönostimet sijoitettiin niin, etteivät ne olleet missään vaiheessa nostettavan taakan alla.

7.6.1 Iso kaarielementti.

Iso kaarielementti sisälsi kaksi väliputkilla yhteen liitettyä kaarta väliputkineen:

- pituus 25 000 mm
- leveys 4 500 mm
- paino 10 000 kg
- yksittäisen kaarielementin paino oli 3940 kg.

7.6.2 Pieni kaarielementti

Pieni kaarielementti sisälsi kaksi väliputkilla yhteen liitettyä kaarta väliputkineen:

- pituus 13 500 mm

- leveys 4 500 mm
- paino 5 800 kg
- yksittäisen kaarielementin paino oli 1880 kg.

7.7 Työturvallisuus

Työturvallisuudessa noudatettiin voimassa olevia asetuksia ja määräyksiä, urakoitsijan työturvallisuusohjetta sekä tilaajan laatimaa työturvallisuusasiakirjaa. Urakoitsija vastasi asentajiensa työturvallisuudesta. Asentajilla oli aina henkilökohtainen turvavarustus kuten turvajalkineet, suojakypärä ja huomioväriäinen suojatyöasu. Turvalajaita käytettiin henkilönostimissa työskennellessä. Turvalajaat ja turvaköydet olivat viranomaisten hyväksytyä mallia. Turvaköysien alapää kiinnitettiin turvalajaisiin, jotka olivat varustettu putoamisvaimentimella. Turvaköysien pituudet säädettiin aina sellaiseksi, että mahdollisessa putoamistilanteessa turvaköysi esti putoamisen.

7.8 Viimeistelytyöt

Kuljetus-, nosto- tai asennustöissä teräsrakenteille aiheutetut vauriot korjattiin. Vaurioalueet paikkamaalattiin pensselillä, tarvittaessa ruosteenpoisto tehtiin teräsharjalla. Sääolosuhteet oli otettava huomioon ja tehtävä tarpeelliset työnaikeiset suojaukset.

7.9 Aikataulu

Pääurakoitsija oli laatinut kohteelle yleisaikataulun, jota tarkennettiin useaan otteeseen hankkeen edetessä. Tilaajan antama aikataulu kauppakeskuksen avautumiselle onnistui, mutta rakennuttamisen näkökulmasta valmiiksi saattamisen aikataulu ei onnistunut. Valmistumisvaiheen alkaessa oli rakentamisvaiheen töitä liikaa kesken, mikä johti loppuvaiheessa kohonneisiin kustannuksiin.

Asennustyöt suoritettiin urakoitsijan laatiman liitteenä olevan aikataulun mukaisesti (Liite 2). Töiden eteneminen laaditussa aikataulussa onnistui.

7.10 Laadun varmistus

Teräsrunгон pystyttävä yritys laati työmaakohtaisen laatujärjestelmän sekä asennussuunnitelman. Ennen töiden aloittamista pidettiin työvaiheen aloituspalaveri, jossa läpikäytiin toteutukseen liittyvät asiat, kartoitettiin riskilliset työvaiheet sekä korostettiin työturvallisuuden merkitys varsinkin nostojen ja asennusten aikana (ks. kohta 6.4 Laadunvarmistus ja valvonta). Rakennusosien ennakkotarkastus konepajalla ja kuljetuksen jälkeen oli suoritettava virheiden minimoimiseksi. Työnaikaiset mittaukset oli suoritettava asennussuunnitelman mukaisesti sekä näiden tulosten tulkinta ja dokumentointi.

Konepajatuotannossa tapahtui pieniä virheitä, kuva 7, joiden takia työmaalla jouduttiin keskeyttämään teräskaarien asennustyö korjaus- ja muutostöiden ajaksi. Korjaustoimina joudettiin työmaalla polttoleikkaamaan teräskaarirakenteisiin uuden reiät peruspulteille. Tämän jälkeen liitos vahvistettiin teräslevyllä, jotka hitsattiin kiinni teräskaareen, kuva 8.



Kuva 7 Peruspulttien reiät väärässä kohdassa teräsrakenteessa



Kuva 8 Korjattu asennus

7.11 Valvonta

Urakoitsija noudatti työmaakohtaista laatusuunnitelmaa, johon kuului oman työtarkastukset niin konepajalla kuin Kauppakeskus Stellan rakennustyömaalla. Mittaukset dokumentoitiin ja havaituista virheistä oli raportoitava välittömästi. Mikäli havaittu virhe vaikutti aikatauluun tai toisten urakoitsijoiden työvaiheisiin, niin tästä oli informoitava pääurakoitsijaa ja rakennuttajaa välittömästi virheen havaittua, viimeistään seuraavassa viikoittaisessa urakoitsijapalaverissa. Edellä mainittuja virheitä ei ollut, lukuun ottamatta kohdassa 7.10 esille tuotua ongelmaa, tai ne olivat vähäisiä.

Rakennusvalvontaa pyydettiin pitämään rakennusluvassa vaaditut rakennusai- kaiset katselmukset työvaiheiden etenemisen mukaisesti. Rakennuttajan valvontaorganisaatiolle raportoitiin viikoittain töiden etenemisestä sekä käytettävissä olevista resursseista.

Rakennuttaja oli hankkeelle ostopalveluna hankkinut sähköisen projektipankin, jonka avulla hallittiin hankkeen dokumentointia, niin suunnittelun kuin urakoitsijan asiakirjoissa.

8 Pohdinta

Hanke, johon pääsin mukaan joulukuussa 2009, oli toistaiseksi Etelä-Savon suurin kaupallinen hanke. Nyt, vuosi hankkeen valmistumisesta, koen olleeni jopa etuoikeutettu seuraamaan tuon laajuista hanketta hyvin sen sydämessä. Työskentely tuki vahvasti Saimaan ammattikorkeakoulun antamaa opetusta ja toi opitun teorian käytännössä esille. Samalla paljastui, että oppilaitoksen tarjoama tieto on vain pieni osa siitä, mitä tullaan työmaalla tarvitsemaan. Mutta elämähän on jatkuvaa oppimista ja uuden tiedon hakemista sekä omaksumista.

Teräksen käyttö rakentamisessa on mielestäni perusteltua monesta syystä. Se mahdollistaa muun muassa hoikat ja monimuotoiset rakenteet, jotka ovat arkkitehtonisesti näyttäviä. Teräksen ominaisuus pienissä muodonmuutoksissa, heikentämättä sen kantokykyä, on huomattavasti parempi kuin esimerkiksi betonirakenteilla. Teräs on myös rakentajien kannalta järkevä valinta, vaikkakaan ei edullisin, sillä teräs on suhteellisen helppoa työstää työmaalla.

Teräsosien asentaminen vaatii huolellista paneutumista ennakkosuunnitteluun, koska materiaalina se on raskasta, asennustoleranssit ovat pienet ja epäonnistumisen riskit suuret. Korjaustoimenpiteet ovat yleensä aikaa vaativia ja kustannuksia kasvattava tekijä.

Pidin opinnäytetyötä läpihuutojuttuna, mutta melko pian työn alku vaiheessa havaitsin, että olin valinnut liian laajan aihealueen, joten jouduin supistamaan työtäni huomattavasti. Lopputuloksena on tämä konkreettinen asennussuunnitelma, joka sellaisenaan palvelee rakennusteollisuuden parissa työskenteleviä työnjohtajia. Myös perheellisenä, toisella paikkakunnalla työskentelevänä koin ajankäytön suhteen suuriakin ongelmia.

TAULUKOT JA KUVAT

Taulukko 1. Rakenneluokat, s.10

Kuva 1. Teräskaari odottaa nostoa, 10.7.2010, s.16

Kuva 2. Ajoluiska, s.17

Kuva 3. Ensimmäinen teräskaaripaikallaan, s.19

Kuva 4. Liikuntanivelen jälkikiristys, s.20

Kuva 5. Lyhyemmän kaariparin asennus, s.21

Kuva 6. Asennuksessa käytetty nostin, s.22

Kuva 7. Peruspulttien reiät väärässä kohdassa teräsrakenteessa, s.24

Kuva 8. Korjattu asennus, s.25

LÄHTEET

A1 Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus: Määräykset ja ohjeet 2006. Suomen Rakennusmääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto

A2 Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Määräykset ja ohjeet 2002. Suomen Rakennusmääräyskokoelma Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto

B7 Teräsrakenteet. Ohjeet 1996. Suomen Rakennusmääräyskokoelma Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto

Hitsatut profiilit, käsikirja, Teräsrakenneyhdistys ry, Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu 2000

Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet, Lepola Pertti ja Makkonen Matti, Werner Söderström Oy, Helsinki 2005

MaalausRYL 2011. Maalaustöiden yleiset laatuvaatimukset 2001 ja käsittelyyhdistelmät

Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset RYL 2000

Ratu 08-3035, rakennustyömaan hitsaukset

Ratu 31-0241, teräsrunkotyö

RIL 167-1 Teräsrakenteet 1, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry., Helsingin Kirjapaino Oy 1988 Hanko

RT 10-10577, Rakennesuunnittelijan tehtäväluettelo

RT 80–10437, Teräs- ja teräsbetonelementtien liitokset

Teknologiateollisuus ry, Täyttä terästä, Oppimateriaali, [PDF- dokumentti], [http://www.teknologiateollisuus.fi/file/.../Taytta_Terasta_web.pdf.html]1.3.2011.

Teräsrakentaminen, Hämeen ammattikorkeakoulu, Saarijärven Offset Oy, Saarijärvi 2008

Teräsrakentaminen, Tampereen teknillinen korkeakoulu ja Rakennustieto, Kirjapaino Tammer-Paino Oy, Tampere 1996

Teräsrakenteiden palosuojausmaalaus 2007. Teräsrakenneyhdistys ry

Teräsrakenteiden suunnittelu, Teräsrakenneyhdistys ry, Kirjapaino Tammer-Paino Oy, Tampere 2001

Teräsrungon asennus, Teräsrakennusyhdistys ry, Kirjapaino Tammer-Paino Oy, Tampere 1997

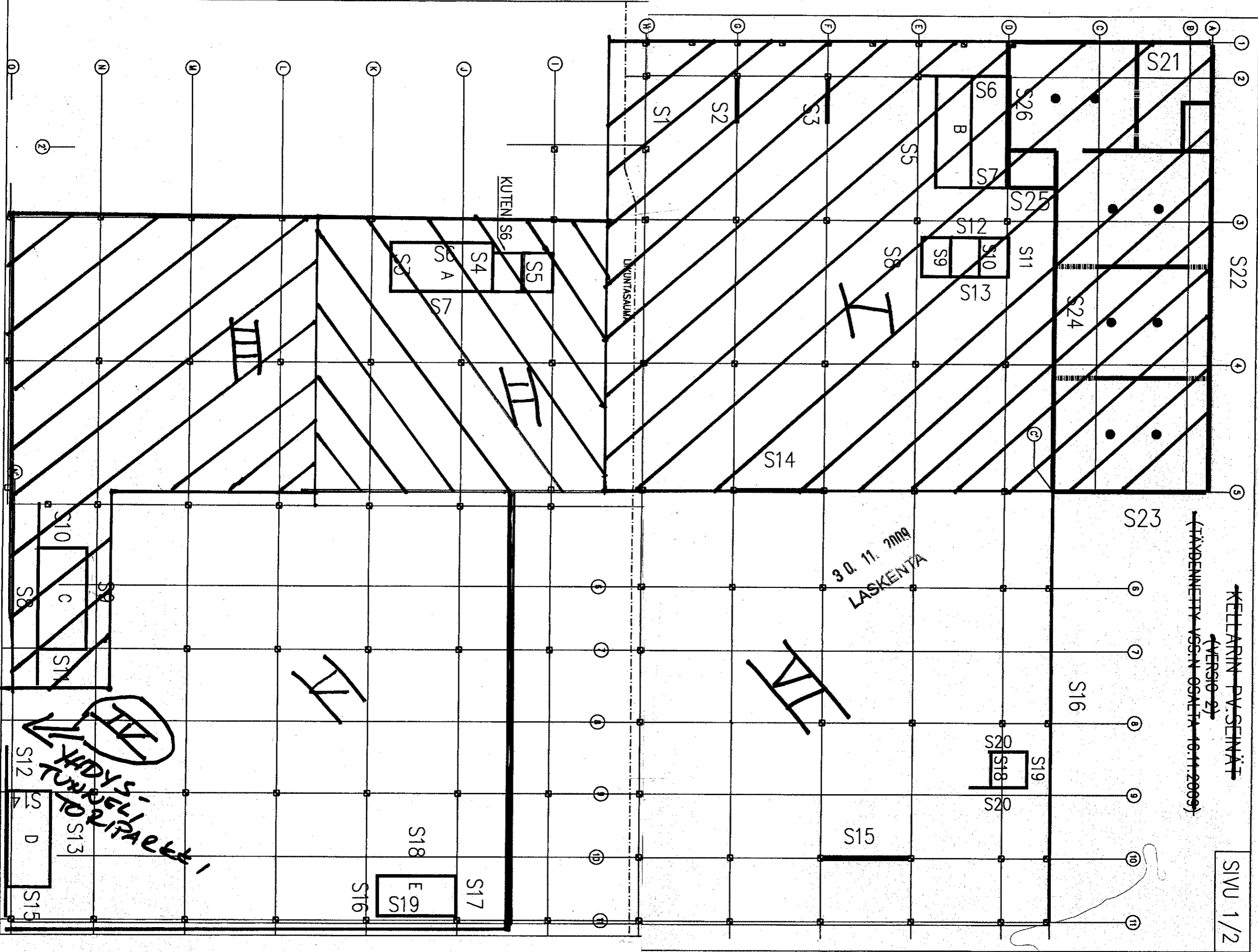
YPAITEISTUS 18.1.2010

KELLARIN PV. SEINÄT

(VERSIO 2)

(TÄYDENNETTY VSS:N OSALTA 10.11.2009)

SIVU 1/2



30.11.2009
LASKENTA

**HYDYS-
TUURIPAKKI!**

