



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Työturvallisuus teräsrakennesuunnittelussa

Henri von Koch

Opinnäytetyö
Elokuu 2018
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Talonrakennustekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Talorakennustekniikka

VON KOCH, HENRI:
Työturvallisuus teräsrakennesuunnittelussa

Opinnäytetyö 29 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Toukokuu 2018

Opinnäytetyö on tehty Sweco Rakennetekniikalle, ja työn tarkoituksena on antaa tietoa teräsrakennesuunnittelijalle, mitä työturvallisuus asioita on hyvä ottaa huomioon teräsrakenteita suunnitellessa. Työhön on kerätty tietoa eri teräsrakentamiseen liittyvistä standardeista. Lähteinä tässä työssä on käytetty teräs- ja alumiinirakenteiden toteutusta 1090-2 sekä muita kirjallisia lähteitä. Aineiston keräämisen lisäksi tätä opinnäytetyötä varten on tehty puolistrukturoitu, anonymi haastattelu. Haastateltavista toinen oli konepajapäällikkö ja toinen asennuspäällikkö.

Tässä työssä keskityttiin työturvallisuuteen ja suunnittelijan vaikutusmahdollisuuksiin teräsrakenteita valmistettaessa ja asennettaessa. Haastatteluissa kävi ilmi, että suunnittelijan tulee ottaa huomioon useita tekijöitä voidakseen helpottaa konepajalla teräskokoonpanojen valmistusta ja näin parantaa työturvallisuutta. Puolestaan asennuspuolella teräsrakennesuunnittelijalla on huomattavasti pienemmät vaikutusmahdollisuudet työturvallisuuteen.

Lopputuloksena kävi ilmi, että kun teräskokoonpanot suunnitellaan kunnolla, on konepajan helppoa ja turvallista valmistaa kokoonpanot sekä asentajien on turvallista asentaa ne. Hyvä suunnittelija kuuntelee konepajan toiveet ja luo suunnitelmat sen mukaisesti. Opinnäytetyötä pyritään hyödyntämään myöhemmin luomalla sen avulla teräsrakennesuunnittelijoille kevyet ohjeet turvallisempaan suunnitteluun.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction
von Koch, Henri
Work Safety in Steel Construction Design

Bachelor's thesis 29 pages, appendices 1 page
May 2018

This thesis was made for Sweco Rakennetekniikka and the purpose of this thesis was to create a handguide about work safety for steel design engineers. Information was collected from the standard 1090-2 which deals with execution of steel and aluminum structures, and other written sources about steel designs. In addition to collecting data, an interview about work safety was conducted. There were interviewees, a manager of an engineering workshop and an assembly manager.

In this thesis, the focus was on matters related to work safety, and the ways steel design engineers may affect work safety while manufacturing steel constructions and assemblies. According to the interviewees, there were multiple means in which steel design engineers can improve work safety in the engineering workshop, but only few means in the steel assembly.

As a conclusion, if steel formations are designed in correct way, it is easy for engineering workshops to manufacture formations and for mechanics to assemble them. An excellent design engineer takes notice on the engineering workshop's needs and creates plans to implement them. This thesis will be used as a source for a work safety handguide for steel design engineers.

Key words: work safety, workshop, designing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KESKEISET KÄSITTEET	7
2.1	Yleistä	7
2.2	Asennussuunnitelmassa käytävät asiat	8
2.3	Asennuspiirustukset	9
3	TYÖTURVALLISUUDEN HUOMIOINTI KONEPAJALLA.....	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Teräsrakenteiden käsittely ja varastointi.....	10
3.2.1	Teräsrakenteiden leikkaus ja muotoilu.....	11
3.2.2	Rei'itys	12
3.2.3	Aukot.....	13
3.3	Hitsaus	13
3.3.1	Yleistä	13
3.3.2	Lamellirepeily	14
3.4	Ristikkoliitokset	14
3.4.1	Ruuvit.....	15
3.4.2	Reunaetäisyydet	15
3.4.3	Kitkapinnat.....	16
3.5	Pintakäsittely.....	17
3.5.1	Yleistä	17
3.5.2	Sinkitys.....	17
4	TYÖTURVALLISUUDEN HUOMIOINTI ASENNUKSESSA	18
4.1	Mekaaninen kiinnittäminen	18
4.2	Nostot.....	18
5	HAASTATTELUT.....	23
5.1	Konepajapäällikön vastaukset.....	23
5.2	Asennuspäällikön vastaukset	26
6	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	30

LYHENTEET JA TERMIT

EN	Euroopan standardisoimisjärjestön vahvistama standarditunnus
SFS	Suomen standardisoimisliiton vahvistama standarditunnus
ISO	Kansainvälisen standardisoimisjärjestön vahvistama standarditunnus
Teräskokoonpano	Teräsrakenteen osa, joka koostuu yhdestä tai useammasta osakokoonpanosta
Varusteluosa	Teräksestä valmistettu yksittäinen osa

1 JOHDANTO

Työturvallisuuteen on ruvettu kiinnittämään koko ajan enemmän huomiota. Työturvallisuuden valvontaa on pyritty tehostamaan enemmän ja suunnittelijalla on omat tehtävänsä, joilla huolehtia työturvallisuudesta rakentamisessa. Rakennesuunnittelijan velvollisuudet perustuvat Valtioneuvoston asetukseen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009).

Tässä työssä keskitytään erityisesti teräsrakennesuunnittelijan mahdollisuuksiin vaikuttaa konepajan ja asentajien työturvallisuuteen. Työssä kerrotaan rakennesuunnittelijan työturvallisuustehtävät käyttämällä pohjana Ratu TT 15.10 -kortistoa. Lisäksi opinnäyte-työtä varten kerätään muun muassa toteutusstandardista 1090-2 teräsrakenteita koskevia vaatimuksia ja sen pohjalta voidaan asettaa teräsrakennesuunnittelijalle ohjeistuksen en- tistä turvallisempaan suunnitteluun.

Tässä työssä pyritään opastamaan, siihen miten suunnittelija pystyy vaikuttamaan työtur- vallisuuteen ja miten suunnittelijan täytyy vaikuttaa työturvallisuuteen. On asioita, mitä suunnittelijan täytyy noudattaa sekä asioita, jotka ovat täysin suunnittelijan päätettävissä. Toteutusstandardin lukemisen lisäksi haastattelen konepaja- sekä asennuspäällikköä. Haastattelussa keskitytään asioihin, joita suunnittelijoiden olisi syytä ottaa huomioon suunnitellessaan konepajalle piirustuksia. Työssä ei varsinaisesti haeta pääsuunnittelijan tehtäviä eri hankkeissa, vaan ohjeistusta isommassa projektissa toimiville suunnitteli- joille.

2 KESKEISET KÄSITTEET

2.1 Yleistä

Opinnäytetyössä sivutaan työturvallisuuslakia ja valtioneuvoston asetusta (205/2009). Rakennesuunnittelijan työturvallisuustehtävät ja vastuut perustuvat näihin lakeihin ja määräyksiin. Työturvallisuuslaissa on määritetty tehtävät työturvallisuudesta huolehtimiseen rakennushankkeen eri osapuolille. Seuraavat kohdat on otettu valtioneuvoston asetuksista rakennustyön turvallisuudesta:

- Elementtirakentamisessa vastaavan rakennesuunnittelijan on huolehdittava, että rakennesuunnitelmat ja erityissuunnitelmat ovat asennustyön turvallisuuden kannalta ristiriidattomat ja muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää elementtirakentamisen toteutuksen sille asettamat työturvallisuusvaatimukset (7§).
- Rakennesuunnittelijan on annettava asennussuunnitelman laadintaa varten riittävät tiedot elementtien asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta ja lopullisesta kiinnittämisestä siten, että rakenteellinen vakavuus säilyy asennustyön kaikissa vaiheissa (36§).
- Rakennesuunnittelijan on annettava tiedot elementtien turvallisesta nostosta ja käsittelystä sekä työnaikaisista asennustasoista, suojakaiteista ja muista turvallisuuslaitteista ja niiden kiinnittämisestä siten, että rakenteellinen vakavuus säilyy kaikissa asennustyön vaiheissa (36§).
- Valmisosasuunnitelmien muodostamassa kokonaisuudessa on annettava tiedot elementinkäsittelylujuudesta, nostolenkeistä, elementin painopisteen sijainnista, tukipinnoista, kiinnitysosista, väliaikaistukien tarpeesta, epäkeskeisesti kuormitettujen rakenteiden väliaikaistuista, väliaikaistuntojen purkamisajankohdasta sekä tukitankojen kiinnityksestä maassa, että palkin kiertymän estosta (41§).
- Valmisosasuunnitelmissa on annettava elementin nosto-ohje ja elementin varastointiohje (41§).

2.2 Asennussuunnitelmassa käytävät asiat

Työturvallisuuslaissa (205/2009) määrätään suunnittelijan velvollisuuksista seuraavallisesti:

- Sen joka toimeksiannosta luovuttaa työympäristön rakennetta, työtilaa, työ- tai tuotantomenetelmää, konetta, työvälinettä tai muuta laitetta koskevan suunnitelman, on huolehdittava siitä, että suunnitelmassa on sen kohteen ilmoitetun käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla otettu huomioon tämän lain säännökset (57§).

Valtioneuvoston asetuksessa (205/2009), liitteessä 3, on esitetty asennussuunnitelmaan kuuluva sisältö. Alla on sisällön tärkeimmät asiat vastaavan rakennesuunnittelijan kannalta. Teräsrakennesuunnittelijalle tärkeät kohdat on alleviivattu.

- rungon stabiliteettiselvitys asennuksen aikana
- kuvaus rungon lopullisen stabiliteetin toiminnasta
- asennusjärjestys ja väliaikaisten tukien käyttö
- väliaikaisten tukien purkuajankohta
- saumausbetonien lujuusvaatimukset ja laadunvalvonta
- vaatimukset liitoksien lujuudenkehitykselle
- vaatimukset talvibetonoinnille
- selvitys hitsausmenetelmistä ja hitsausohjeet
- vaatimukset hitsattaessa kylmissä tai kosteissa olosuhteissa
- hitsien tarkastuslaajuus ja -menetelmä
- vinoon asennettavien rakenteiden tuenta asennuksen aikana
- minimitukipinnat laatoille ja palkeille
- ristikoiden ja korkeiden palkkien kiepahdustuenta asennuksen aikana
- elementtien nosto-ohjeet ja apuvälineiden käyttöohjeet
- elementtien kuljetus ja varastointiohjeet
- putoamissuojaussuunnitelma
- luettelo hankkeen osapuolista ja asennussuunnitelman laatijoiden pätevyyydet ja allekirjoitukset

2.3 Asennuspiirustukset

Teräsrakennesuunnittelijalle laatii asennuspiirustukset kohteesta kokonaisuudessaan tai sitten osa kokonaisuudesta. Asennuspiirustukseen kuuluvat asiat on otettu Ratu TT 15.10:stä.

- asennusaikana tarvittavat kiepahdusta estävät tuet (tönärit ja tylyt) sekä niille tuleva kuormitus (tasopiirustukset)
- kaikkien toispuolisesti asennettavien leukapalkkien tuenta, mikäli valmisosasuunnittelija ei erikseen ole antanut lupaa tuennan poisjättämiseen
- asennushitsien tarkastuslaajuus, joka merkitään suunnitelmiin
- hitsausliitosten korroosionsuojaus.

Jotta turvallinen asentaminen voidaan tehdä työmaalla, täytyy rakennesuunnittelijan tuottaa asennuspiirustukset, jotka lähetetään työmaalla vastaavalle mestarille.

Asennuspiirustukset tulee esittää sellaisessa mittakaavassa, missä kaikkien kokoonpanojen tunnuksat näkyvät. Piirustuksissa täytyy myös olla asennukselle tarvittavat mitat, korrosijainnit, ruuviliitoksissa näkyvät ruuvien koko, pituudet ja kappalemäärä. Mikäli suunnittelija on valinnut käytettäväksi työmaahitsejä, niin nämä täytyy olla merkittyinä asennuspiirustuksiin. Yli viisi tonnia painavat kokoonpanot, sekä selkeästi epäsäännöllisten kappaleiden painopisteet, tulisi esittää erikseen piirustuksissa.

Perustuspiirustuksissa täytyy esittää kaikki perustukseen liittyvät kokoonpanot, mahdolliset leikkauspalat mittoineen sekä anturan mitat ja koloukset. Lisäksi täytyy merkitä tukipinnan tavoitetaso sekä vertailutaso. Mikäli asennusjärjestyksessä on erityistä huomiota, täytyy suunnittelijan merkitä asennuspiirustuksiin tietty asennusjärjestys.

3 TYÖTURVALLISUUDEN HUOMIOINTI KONEPAJALLA

3.1 Yleistä

Teräsrakenteiden suunnittelu tarkoittaa yleensä jonkin kokoonpanon, varusteluosan tai liitoksen suunnittelua. Esimerkiksi teräsrakennesuunnittelijalle annetaan tehtäväksi suunnitella huoltotaso ja huoltotasolle kiinteästi kiinnitettävät tikkaat. Teräsrakennesuunnittelijan täytyy selvittää mitä kuormia kyseiselle tasolle tulee, jotta hän voi suunnitella oikeat teräsprofiilit ja riittävän lujat liitokset. Tässä esimerkissä teräsrakennesuunnittelija mallintaa huoltotasolle sekundääripalkiston, ritilän, tikkaat ja liitokset. Tikkaat koostuvat eri osista hitsattuun kokoonpanoon, palkistot toimivat omana kokoonpanona, ja liitoksessa käytetään asennusosia, joilla tikkaat kiinnitetään sekundääripalkkeihin.

Suunnittelija piirtää kyseisistä osista piirustukset, osista yhdistetään kokoonpano, ja se lähetetään konepajalle. Tämän jälkeen kokonaisuudesta tehdään asennuspiirustus. Työturvallisuus tulee mukaan siinä, miten osat ja kokoonpanot valmistetaan. Esimerkiksi suunniteltaessa teräväkärkisiä levyjä, pohdittaessa ovatko sekundääripalkit niin isoja, että vaaditaan nostolenkit tai suunniteltaessa kuinka hitsata vaikeissa asemissa isoja hitsejä. Asennuskuvassa kerrotaan, kuinka tuotteet asennetaan, jotta saadaan toimiva kokonaisuus. Mikäli tilanteessa tarvittaisiin työnaikaisia tukia ne täytyisi merkitä asennuskuvaan.

3.2 Teräsrakenteiden käsittely ja varastointi

Seuraavassa taulukossa on esitetty teräsprofiilien ja levyjen käsittelyyn liittyviä ohjeita, joihin teräsrakennesuunnittelija pystyy vaikuttamaan. Taulukko 1. on koostettu standardi SFS 1090-2:en taulukosta 8.

TAULUKKO 1. Teräsrakenteiden käsittelyyn liittyviä ohjeita (SFS 1090-2, 31.)

Nostot	
2	Yhden pisteen nostojen välttäminen käyttämällä tarvittaessa pitkien kokoonpanojen nostoissa jakopalkkeja
3	Yksitellen nostettaessa reunan vauriolle, kiertymälle ja vääristymiselle herkkien ohutlevykokoonpanojen niputtaminen. Paikallisten vaurioiden välttäminen kokoonpanojen kosketuskohdissa, nostokohtien jäykisteettömissä reunoissa ja muissa kohdissa, joissa merkittävä osa nipun painosta kohdistuu yksittäiseen vahvistamattomaan reunaan*
Korroosionesto	
7	Veden kerääntymisen välttäminen**
9	Alle 4mm:n aineesta valmistettujen kylmämuovattujen teräskokoonpanojen tarkoituksen mukainen korroosionestokäsittely ennen kuin kokoonpanot lähtevät tehtaasta. Suojauksen tulee kestää ainakin kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana odotettavissa olevat rasitukset
Ruostumattomat teräkset	
15	Ruostumattomien terästen suojaaminen suoralta kosketukselta seostamattomaan teräkseen nostotaljoissa tai käsittelyvälineissä kuten ketjuissa, koukuissa, vanteissa, teloissa, haarukoissa tai haarukkatrukeissa käyttämällä eristäviä materiaaleja, ohutta vaneria tai imukuppeja. Sopivien asennustyökalujen käyttäminen, jotta varmistetaan, että pintojen kontaminaatiota ei tapahdu

* Ongelma voidaan korjata lisäämällä jäykistelevyjä kokoonpanoon alueelle, jossa kiertymistä tai muuta vastaavaa tapahtuu.

** Sateelle alttiit rakenteet yleensä tulpataan, mikäli riskinä on veden kertyminen teräsosalle. Monissa tapauksissa käytetään vedenpoistoreikiä veden kertymisen estämiseksi.

3.2.1 Varusteluosien leikkaus ja muotoilu

Teräsprofiileille ja levyille on mahdollista käyttää erilaisia leikkausmenetelmiä, esimerkiksi sahaaminen, mekaaninen leikkaus, laserleikkaus, vesisuihkutekniikat ja polttoleikkaus. Käsipolttoleikkausta käytetään vain, mikäli koneellinen polttoleikkaus ei ole käytännöllistä. (SFS-EN 1090-2.)

Esimerkiksi työmaalla leikkausmenetelmänä voitaisiin käyttää polttoleikkausta, mutta lähtökohtaisesti suunnittelija pyrkii suunnittelemaan teräsosat siten, että kaikki osien muotoilu ja leikkaus tehtäisiin konepajalla eikä työmaalla.

3.2.2 Rei'itys

Teräsrakenteiden liitosten suunnittelussa tulee väkisin vastaan profiilien ja levyjen rei'ittäminen. Reikiä suunnitellessa esimerkiksi pulteille on hyvä muistaa teräksen lämpölaajeneminen ja toleranssit. Mikäli suunnittelet halkaisijaltaan 12 millimetrin pultille tasan tarkkaan 12 millimetrin reiän, on hyvin todennäköistä, että pultti ei asennettaessa mene paikalleen.

Seuraava taulukko on standardista SFS 1090-2 ja siinä on annettu nimellisvälyksen erikokoisille rei'ille.

TAULUKKO 2. Ruuvien nimellisvälykset

Ruuvien tai niveltapin nimellishalkaisija (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27 ja yli
Normaalit pyöreät reiät ^a	1 ^{b,c}		2				3	
Ylisuuret pyöreät reiät	3		4			6		8
Lyhyet pidennetyt reiät (pituudelle) ^d	4		6			8		10
Pitkät pidennetyt reiät (pituudelle) ^d	1,5 d							
^a Torneille, mastoille ja vastaaville sovellutuksille normaalien pyöreiden reikien nimellisvälystä pienennetään 0,5 mm, ellei erikseen toisin eritetä								
^b Pinnoitetuille kiinnittimille 1 mm:n nimellisvälystä voidaan suurentaa kiinnittimen pinnoitteen paksuuden verran.								
^c Ruuveille, joiden nimellishalkaisija on 12 tai 14 mm ja uppokantaruuveille voidaan käyttää myös 2 mm:n välystä standardissa EN 1993-1-8 esitettyjä ehtoja noudattaen								
^d Pidennetyissä rei'issä ruuvien nimellisvälyksen tulee leveysuunnassa olla sama kuin normaaleilla pyöreillä rei'illä.								

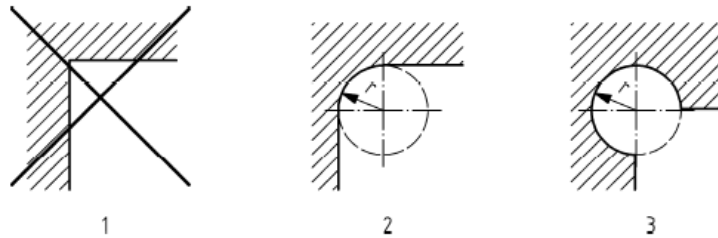
Reiät voidaan tehdä eri menetelmillä (poraaminen, lävistys, laser, plasma tai muu polttoleikkaus). (SFS 1090-2, 37.)

3.2.3 Aukot

Monesti liitoslevyihin täytyy tehdä eri muotoja ja aukkoja. Aukkoja tehdessä täytyy muistaa, että teräviä kulmia ei saa jättää levyihin. Niihin yleensä muodostuu suuria jännitys-piikkejä ja näin ollen voi menettää kapasiteetin.

Standardissa SFS 1090-2 on annettu määräyksen millä säteillä sisäkulmat ja kolot täytyy pyöristää.

- 5 mm toteutusluokissa EXC2 ja EXC3
- 10 mm toteutusluokassa EXC4



Selite

- | | |
|---|--|
| 1 | Ei sallittu |
| 2 | Muoto A (suositeltava täysin mekanisoidulle tai automaattiselle leikkaukselle) |
| 3 | Muoto B (sallittu) |

KUVIO 1. Aukkojen ja sisäkulmien esimerkit (SFS 1090-2)

3.3 Hitsaus

3.3.1 Yleistä

Teräsrakenteiset kokoonpanot kasataan pääsääntöisesti konepajalla. Teräsrakennesuunnittelija määrittää mitkä osat liitetään yhteen, jotta saadaan tarvittava kokoonpano. Nämä osat liitetään toisiinsa hitsaamalla. Suunnittelijan tehtävänä on määrittää, millä hitsillä mikäkin osa kiinnitetään.

Konepajalla tehtävät hitsit suoritetaan tiukan valvonnan alla, ja siellä on vaadittava laitteisto hitsin tekemiseen. Työmaalla suoritettavat hitsit tehdään yleensä ulkoilmassa ja mahdollisesti haastavissa paikoissa. Suunnittelijan täytyy ottaa huomioon sään vaikutus ja

mahdollisesti hankala työstettävyys työmaahitseissä. Näissä tapauksissa on hyvä, että hitsit ovat mahdollisimman yksinkertaisia ja hitsaajalle helppoja.

3.3.2 Lamellirepeily

”Lamellirepeily on hitsistä tai perusmateriaalista aiheutuva virhe materiaalissa, joka voidaan havaita ultraäänitarkastuksella. Lamellirepeilyn riski on pääosin, T- ja nurkkaliitoksissa ja kun käytetään läpihitsattuja liitoksia.” (Vaajasaari 2016, 76.)

Lamellirepeilyä esiintyy hitsausliitoksissa, missä liitoksessa olevaan levyyn kohdistuu poikittaista vetoa. Liitokset, missä on käytetty suuria levypaksuuksia sekä suuria hitsejä täytyy tarkistaa alttius lamellirepeilylle.

Standardissa SFS-EN 1993-1-10 esitetään kaava, jolla voidaan lamellirepeily jättää huomioimatta.

(1) Lamellirepeily voidaan jättää huomioon ottamatta, jos seuraava ehto on voimassa:

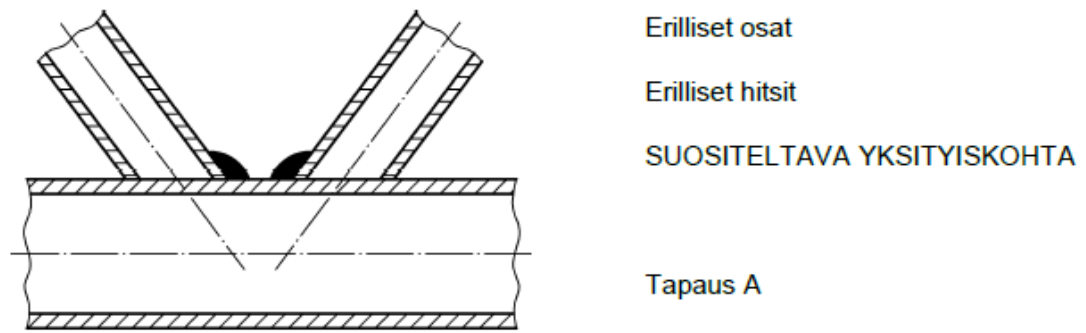
$$Z_{Ed} \leq Z_{Rd}$$

KUVIO 2. Lamellirepeilyn ehto (SFS-EN 1993-1-10)

3.4 Ristikkoliitokset

Teräsrakenteisissa ristikoissa rakennesuunnittelijan tulee olla tarkkana suunnitellessaan diagonaalien liitoksia. Paarteiden ja uumasauvojen välinen kulma ei saa olla alle 30° (1993-1-8, 110.)

Suunnittelijan tulee huomioida rakenneputkien liitoksissa hitsien vaatima tila. Standardissa 1090-2 esitetään suositeltava liitos yksityiskohta, missä rakenneputkien väliin jätetään selvä rako, jotta luotettava hitsaus olisi mahdollista. Riittävä tila vapaavälisissä liitoksissa vapaavälin täytyisi vähintään olla rakenneputkien seinämävahvuuksien summa. (1993-1-8, 110.)



KUVIO 5. Esimerkki vapaavälisestä liitoksesta (1090-2, 161)

Mikäli liitoksessa on limitetty kaksi uumasauvaa, täytyy limitysken olla tarpeeksi suuri, jotta leikkausvoima siirtyy sauvasta toiseen. (1993-1-8, 111.)

Liitoksia suunniteltaessa täytyy muistaa huomioida aina toleranssit. Standardissa 1090-2 on esitetty oleellisia ja toiminnallisia toleransseja. Hyvin harvoin kokoonpano on täysin suunnittelijan luomissa mitoissa. Jos toleranssit on otettu huomioon, on elementtien asentaminen ja hitsien tekeminen huomattavasti helpompaa ja näin myöskin liitos on paljon luotettavampi.

3.4.1 Ruuvit

Ruuvikokoonpanoja suunniteltaessa ei lähtökohtaisesti saa käyttää alle 12 mm ruuveja rakenteellisissa liitoksissa. Lisäksi suunnittelijan täytyy olla tarkkana, että käytössä ovat oikean mittaiset ruuvit. Oikean mittaisessa ruuvissa mutterin täytyy olla kokonaisuudessaan kierteellisellä alueella, ja lisäksi kierrettä on tultava mutterin ylitse vähintään yhden täyden kierteen verran. (SFS 1090-2, 55.)

Mikäli suunnittelija käyttää leikkausliitoksissa pultin kierteettömän osan halkaisijaa täytyy leikkauskohta huomioida tarkasti. Vedolle sen sijaan olisi suotavaa käyttää koko kier-teistä ruuvia, jotta vetojännitys kohdistuisi ruuvin koko pituudelle.

3.4.2 Reunaetäisyydet

Liitoksia mitottaessa täytyy ottaa huomioon levyssä olevien ruuvireikien etäisyydet toisistaan ja levyn reunoista. Standardin SFS-EN 1993-1-8 taulukossa 3.3 on esitetty eu-roopassa käytetyt minimi- ja maksimiarvot reunaetäisyyksistä ruuviliitoksissa.

3.4.3 Kitkapinnat

Suomessa teräsrakenteiden liitossunnittelussa käytetään ensisijaisesti esijännittämättömiä ruuveja. Teräsprofiileissa vaikuttavat voimat välitetään esijännittämättömissä ruuviliitoksissa ruuvien varressa vaikuttavan leikkausjännityksen sekä ruuvien varren ja liitettävän osan välillä vaikuttavan reunapuristuksen välityksellä (RIL 167-3 1992, 61). Esimerkiksi seinäsideliitoksessa ruuveihin kohdistuu leikkausvoimaa, joka tulee veto/puristussauvan normaalivoimasta. Jos käytetään esijännitettyjä ruuveja, voidaan esikäsitellä kahden levyn pinta niin, että liitoksessa oleva voima ei välity leikkausvoimana ruuvien kautta vaan kahden levyn välissä olevan kitkavoiman avulla. Kitkaliitoksia käytetään enemmän kohteissa, missä esiintyy dynaamisia kuormia esimerkiksi maanjäristyskuormat.

Mikäli suunnittelija valitsee käytettävän kitkaliitoksia, täytyy seuraavat asiat varmistaa ennen asentamista:

- kosketuspintojen tulee olla puhtaita öljystä, liasta, maalista ja muista epäpuhtauksista. Liitettävien osien tiiviin asettumisen estävät purseet tulee poistaa
- pinnoittamattomissa pinnoitteissa ei saa olla ruostekerroksia eikä muuta irtonaista ainetta. Tulee noudattaa huolellisuutta, ettei vahingoiteta tai tasoiteta karhennettua pintaa. Kiristettyjen liitosten ympärillä olevia käsittelemättömiä pintoja ei saa käsitellä ennen kuin liitoksen tarkastaminen on kokonaan suoritettu. (SFS 1090-2, 57.)

Yleensä kitkakerroin kahden liitoslevyn välissä määritetään eri menetelmien avulla. Kitkaliitokset täytyy koetastata tasaisin välein. Standardin SFS 1090-2 taulukon mukaan voidaan olettaa kitkakerroin ilman testausta tietyillä luokilla ja pintakäsittelyillä.

Pintakäsittely	Luokka	Kitkakerroin μ
Pinnat, joilta irtonainen ruoste on poistettu hiekka- tai teräsraepuhalluksella, ei pistemäisiä syöpymiä.	A	0,50
Hiekalla tai teräsraakeilla puhalletut pinnat: a) alumiini- tai sinkkipohjaisella tuotteella ruiskupäälystetty pinta b) alkali- tai alkali-sinkkimaali, jonka paksuus on 50 μm ...80 μm .	B	0,40
Teräsharjalla tai liekkipuhalluksella puhdistetut pinnat, irtonainen ruoste poistettu.	C	0,30
Käsittelemättömät pinnat.	D	0,20

KUVIO 4. Standardin 1090-2 taulukko 18 Kitkapintojen luokat

3.5 Pintakäsittely

3.5.1 Yleistä

Teräsrakenteissa on aina vaarana korroosio ja rakennesuunnittelijan on otettava se huomioon eri menetelmiä käyttäen. Suomessa yleinen tapa korroosionestoon on korroosionestomaalaus. Toinen mahdollinen tapa teräksen korroosionestoon on sinkitys. Toinen yleinen tapa on kuumasinkitys, missä sinkittävä kokoonpano upotetaan sulaa sinkkialtaaseen.

3.5.2 Sinkitys

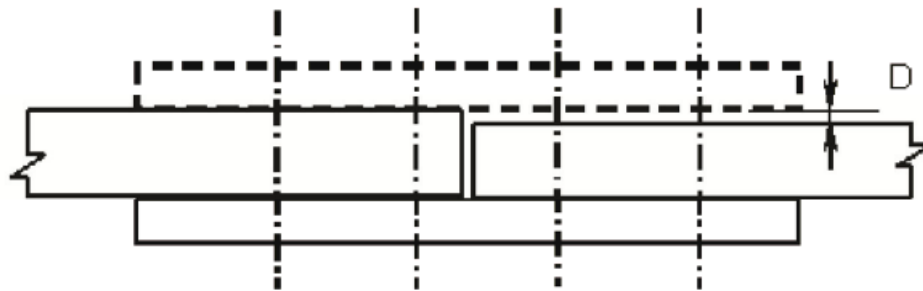
Mikäli kokoonpanot upotetaan sinkkialtaaseen, suunnittelijan täytyy huomoida sinkkireiät valmistuksessa. Mikäli putkiprofiilien päät jäävät avonaiseksi täytyy sinkitys tehdä myös putken sisäosille. On mahdollista myös tulpata putkiprofiilien päät, jotta ympäristön räsitukset eivät pääse ruostuttamaan putken sisäpintoja ja näin ollen ei sinkitystä tarvi tehdä kuin putken ulkopintaan. Tässä tapauksessa suunnittelijan täytyy tehdä reiät paineen tasaamiseksi putken sisällä.

4 TYÖTURVALLISUUDEN HUOMIOINTI ASENNUKSESSA

4.1 Mekaaninen kiinnittäminen

Teräsrakennesuunnittelijan täytyy huomioida liitoksissa käytettävien levyjen paksuus-erot. Esimerkiksi, jos kaksi eri I-palkkia liitettäisiin yhteen, käyttäen poskilevyliitosta. Suunnittelijan täytyy huomioida, että I-palkkien uumalevyt ovat saman paksuiset, tai maksimissaan 2 mm ero ja esijännitettäviä ruuveja käytettäessä 1 mm (SFS 1090-2, 54.)

Mikäli suunnittelija liittää kaksi eri levypaksuutta yhteen, täytyy huomioida rakokorroosia levyjen välillä.



KUVIO 3. Kahden levyn liitos poskilevyillä. (SFS 1090-2, 54)

4.2 Nostot

”Elementti on nostettava ja asennettava asennussuunnitelman mukaisesti. Elementtien on nostettaessa oltava tasapainossa. Jos suunnitelmista tai ohjeista joudutaan poikkeamaan, on elementtirakentamisessa arvioitava muutoksen vaikutus työn toteuttamisen turvallisuuteen, ja muutos on hyväksyttävä kyseisen suunnitelman laatijalla ennen töiden jatkamista. Vaikeita elementin nostotöitä varten on laadittava nostosuunnitelma.” (26.3.2009/205, 39 §)

Teräsrakennuksen asentamisessa yksi tärkeimmistä tehtävistä työturvallisuuden kannalta on osien ja kokoonpanojen nostotapahtumat. Kokoonpanot pyritään suunnittelemaan mahdollisimman valmiiksi asennusta varten, ja näin ollen kokoonpanot saattavat muodostua hyvin isoiksi ja painaviksi. Rakennesuunnittelijan olisi hyvä ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa jossain määrin asennustyömaalla oleva nostokalusto ja työmaaolosuhteet. (RIL 167-3 1990,59–60)

Maalattuja kappaleita nostettaessa on käytettävä nostoliinoja, jotta maalipinta ei vaurioituisi. Nostoliinoissa on riskinsä, että kappale pääsee luiskahtamaan liinoista. Nostokorvakkeita käyttämällä nostosta tulee huomattavasti turvallisempi eikä vaurioita maalipintaa.

RIL167-3 kirjassa on esitetty nostokorvakkeita eri nostokulmilla ja kuormilla. Kirjassa käytetään raudan materiaalina Fe 37 B, mikä vastaa nykyisin olevaa S235JRG2. Nykyisin käytetään nostokorvakkeiden materiaalina S355J2+N (Fe52c). Kuvan 6 antamat arvot ovat heikommalle teräkselle. Tärkeää nostokorvakkeiden sijoittamisessa on, että nostoketjujen haarakulma ei kasva liian suureksi, jos käytetään samassa kappaleessa useampaa kuin yhtä nostokorvaketta.

NOSTOKORVAKKEET

Nimellis- koko (t)	Sallittu kuorma kg	Sallittu kuorma kg	Sallittu kuorma kg	l	s	R	d	a	h	Var- muus- murto- lujuu- den suh- teen
2	2 000	2 000	2 000	150	15	50	30	5	40	11,0
5	5 000	5 000	5 000	200	18	70	42	7	60	8,3
10	10 000	10 000	10 000	250	25	90	55	8	70	8,0
15	15 000	15 000	15 000	300	25	110	60	10	80	6,9
20	20 000	20 000	20 000	300	30	115	60	12	90	6,7
30	30 000	30 000	30 000	350	40	140	80	14	90	6,9
40	40 000	40 000	40 000	400	45	155	90	14	90	6,5

1) Max. nostoraksin kulma 45°

2) Materiaali Fe 37 B

3) Sijointuskohdassa rakenteen lujuus on tutkittava erikseen

4) Kun nostokorvat hitsataan ruostumattomaan aineeseen, on nostokorvan alle hitsattava ruostumaton levy. Jos nostokorvat kiinnitetään ohueen levyyn, kiinnityskohta on vahvistettava.

KUVIO 6: Nostokorvakkeiden mitat ja kuormat (RIL 167-3 1990, 58)

Valtioneuvoston päätös 26.3.2009/205 edellyttää, että asennustyöstä laaditaan asennussuunnitelma, jossa esitetään asennusjärjestys. Asennussuunnitelmassa selvennetään nostotapahtumat ja työturvallisuusnäkökohdat. Rakennustyön järjestysohjeissa (274/69) on kerrottu seuraavasti koskien teräsrakenteiden nostoa:

- yli 1000 kilon painoisissa osissa tulee paino merkitä selvästi näkyviin

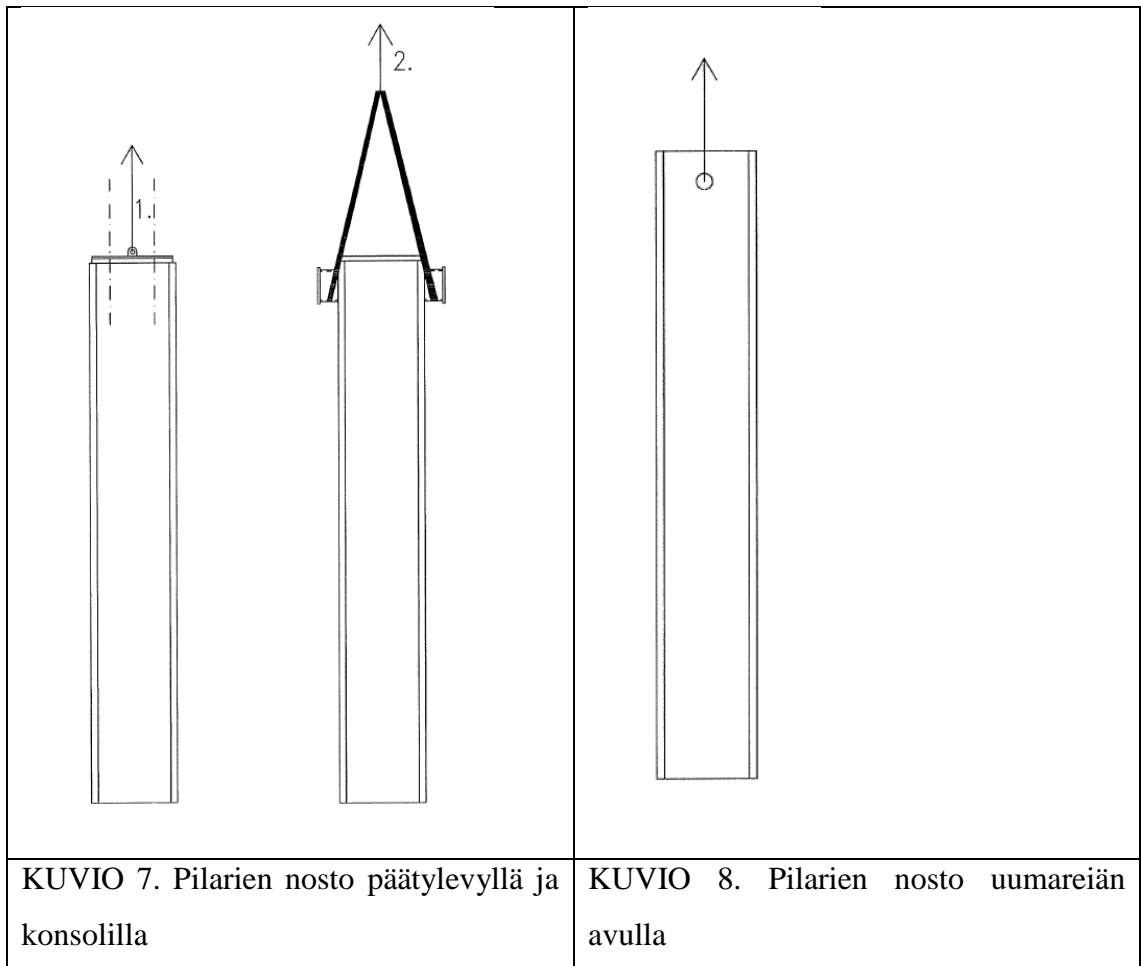
- yli 5000 kilon painoiset osat tulee varustaa erillisillä nostokorvakkeilla, ellei suunnittelija ole määrännyt niitä nostettavaksi muulla riittävän turvallisella tavalla. (RIL 167-3 1990, 59)

Nämä ohjeet ovat kumottu Valtioneuvoston asetuksella 26.3.2009/205, mutta suunnittelija voi pitää aikaisempia ohjeita suuntaa-antavina.

Rakennesuunnitteluvaiheessa suunnittelijan on hyvä ottaa huomioon seuraavat asiat:

- Nostokorvat ja niiden sijainnit. Nostokorvakkeiden sijoittamisessa täytyy ottaa huomioon mahdollinen kokoonpanon epäsymmetria
- merkitä piirustuksiin mahdolliset nostokohdat monimutkaisten rakenneosien kohdalla
- asennuslohkojakoa tehtäessä huomioida valmistus-, kuljetus-, nosto- ja asennusolosuhteet.
- detaljiratkaisut (pulttimerkinnät)
- käytettävä mahdollisimman yksinkertaisia liitosratkaisuja
- vältettävä työmaahitsien käyttöä
- pyrittävä välttämään väliaikaisia tuentoja
- asennusaikainen stabiilius ja työturvallisuus
- käytettävä tarkoituksenmukaisia toleransseja. (RIL 167-3 1990, 59-60)

Asennustyömaalla nostettavat kokoonpanot asennetaan heti paikalleen. Tämä tarkoittaa, että pilarit täytyy nostaa päästä, jotta asennus onnistuisi. Teräselementtien käsittelyohjeissa ohjeistetaan pilarien nostaminen siten, että pilariin on hitsattuna päätylevy, jossa on nostokorvake kiinni ja siitä roikotetaan pilari paikoilleen (kuvio 7). Jos pilarissa on hitsattuna konsolit, niin nosto voidaan suorittaa kuormaliinoja käyttämällä (kuvio 7). Vaihtoehtoisesti pilarin uumaan voidaan myös suunnitella reikä, josta nosto tapahtuu (kuvio 8).



5 HAASTATTELUT

Turvalliseen suunnitteluun ei riitä pelkästään se, että suunnittelija tuntee ohjeet ja säädökset ja suunnittelee näiden mukaan. Suunnittelijan rooli hankkeessa on paljon muutakin, kuin rakenteiden mitoittamista ja piirustusten tekemistä. Suunnittelijalla on mahdollisuus vaikuttaa taloudellisuuteen ja rakennuksen valmistumiseen aikataulullisesti. Hyvä suunnittelija miettii tarkkaan, kuinka rakennus toteutetaan ja kuinka kokoonpanot valmistetaan. Tällöin on ehdottoman tärkeää tuntea konepaja ja heidän toimintatapansa, jotta voidaan suunnitella heille mieluisalla tavalla. Lisäksi suunnittelijan täytyisi huomioida asennus. Mitä helpommin kokoonpanot voidaan asentaa, sitä nopeammin ja halvemmin rakennus saadaan valmiiksi.

Standardeissa ei kerrota konepajan ja asentajien näkökulmasta teräsrakenteiden valmistusta ja asentamista. Siitä syystä haastattelin konepaja- ja asennuspäällikköä. Haastattelukysymykset ovat liitteessä 1. Haastattelukysymykset valikoituivat toteutusstandardin 1090-2 pohjalta. Avoimessa haastattelussa esille nousi myös haastattelupohjan ulkopuolisia aiheita, jotka ovat hyödyllisiä tätä opinnäytetyötä varten.

Alun perin opinnäytetyötä varten oli tarkoitus haastatella vain konepajapäällikköä, mutta laajemman perspektiivin saamiseksi toteutettiin myös asennuspäällikön haastattelu. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoidun pohjan avulla (Liite 1.) ja haastattelut olivat kestoltaan noin 30 minuuttia- 1,5 tuntia. Haastattelut nauhoitettiin tutkimusta varten. Haastattelutulokset julkaistaan anonymieinä, sillä toinen haastateltava pyysi erikseen nimeettömyyttä.

5.1 Konepajapäällikön vastaukset

Konepajalla tapahtuvat työtapaturmat sattuvat yleensä aina kappaleita nostettaessa tai käännettäessä. Suurimmat riskit tapahtuvat varastolta nostettaessa varastolta työpöydälle tai valmisvarastolta kuorma-auton kyytiin. Suunnittelija ei pysty vaikuttamaan siihen, miten varastolta nostetaan työpisteelle, mutta siihen mitä kokoonpanolle tehdään työpöydällä.

Suunnittelijalta toivotaan, että suunnitellessa ajatellaan sen kappaleen valmistusta. Suurissa kokoonpanoissa olisi suotavaa, että hitsarin ei tarvitsisi kääntää ja nostaa kappaletta

monta kertaa hitsatessaan osia kiinni. Jokaisella nostolla ja käännöllä on mahdollista satua työtaturma, kun puhutaan isoista ja painavista teräskokoonpanoista.

Kaikki kappaleiden työstöt, mitkä tehdään koneilla, ovat lähes riskittömiä. Tästä syystä suunnittelijan yksi tärkeimmistä asioista mitä täytyisi huomioida on sarjatuotanto. Mikäli samanlaisia kokoonpanoja tehdään, olisi tällöin suotavaa, että suunnittelija käyttäisi samaa liitosmallia, jotta kokoonpanot voitaisiin valmistaa työstökoneilla. Näin suunnittelija saa minimoitua työturvallisuusriskit.

Jokainen kokoonpano, mikä valmistetaan käsin, on työturvariski. Haastateltava toivoisi suunnittelijoilta, että kaikki viisteet ja railot suunniteltaisiin valmiiksi teräsprofiileihin. Näin koneet suorittaisivat leikkaustyön, eikä tarvitsisi ottaa turhia riskejä käsin leikkauksen kanssa. Koneilla myöskin säästetään työntekijöiltä käsinhiontaa, kun koneet hoitavat työn.

Samalla lailla kuin käsin valmistetut kokoonpanot, myös kaikki käsin suoritettut hitsaukset aiheuttavat suurimmat työtaturmariskit. Hitsauksessa syntyvät valokaaret voivat vaurioittaa sarveiskalvoja, mikäli hitsaaja ei ole tarkkana suojauksen kanssa. Haastateltavan toiveena oli, että aina kun mahdollista niin suunnittelija suunnittelisi pienahitsejä railohitsien sijaan. Pienahitsin etuna on se, että levyille tai profiileille ei tarvitse tehdä esityöstöä, vaan pienahitsi itse tuottaa muotonsa. Haastateltava halusi korostaa, että hitsejä suunniteltaessa käytettäisiin mahdollisimman vähän läpihitsejä. Läpihitseissä hitsarin täytyy suunnitella tarkasti, kuinka hitsin suorittaa ja yleensä läpihitsauksen täytyy tarkistaa kolmannen osapuolen, mikä hidastaa työtä huomattavasti.

Konepaja toivoisi, että vaikka liitettävät levyt olisi paksuja niin suunnittelija suosisi pienahitsejä mieluummin kuin railohitsejä. Järeissä pilariaihioissa, mihin tulisi suuria hitsejä suositellaan käytettävän jäykistelevyjä, millä saadaan lisää mittaa hitsiin. Lisäksi voidaan myös tehdä pieniä viisteitä ja paksua hitsipalkoa päälle.

Työturvallisuusmielessä suurien hitsien käyttäminen on vaarallista hitsin kuumentumisen takia. Suuria hitsipalkoja tehdessä lämpötila kasvaa niin korkeaksi, että hitsari voi saada hyvin herkästi palovammoja. Suurissa hitseissä myöskin kasvaa mahdollisuudet, että hitsiin syntyy rakenteellisia vikoja.

Suurimmat konepajalla tapahtuvat työturvallisuusriskit sattuvat lastausvaiheessa. Näissä tilanteissa valmiit kokoonpanot nostetaan rekkojen kyytiin. Talvisin kokoonpanot voivat olla jäässä, kun ne nostetaan rekan kyytiin ja näin kuljetuksen aikana kuorma saattaa liikkua. Jos kokoonpanossa on paljon ulokkeita tai yksittäisiä levyjä, niin kuljetuksen aikana tapahtuvat vauriot ovat todennäköisiä. Lisäksi kuorman purussa voi syntyä tapaturmia, mikäli kuorma on päässyt liikkumaan kuljetuksen aikana.

5.2 Asennuspäällikön vastaukset

Asennuspäällikön mukaan työmaalla tapahtuvia työtapaturmia on erittäin vähän. Lähes kaikki tapahtuvat työtapaturmat ovat lähinnä liukastumisia ja siitä aiheutuvia nyrjähdysiä. Näihin asioihin suunnittelija ei luonnollisesti voi vaikuttaa.

Työmaalla tapahtuvat nostot ovat aina jossain määrin riskitekijä työtapaturmalle. Näihin suunnittelija voi vaikuttaa suunnittelemalla nostokorvakkeita kokoonpanoihin, jotta nosto olisi mahdollisimman turvallinen. Asennuspäällikön mukaan yksinkertaisia osia voidaan nostaa myös ilman nostokorvakkeita turvallisesti riittävällä ammattitaidolla ja rauhallisuudella.

Nostokorvakkeiden tärkeys tulee enemmän vastaan epäsymmetrisissä ja painavissa teräsosissa. Vaikeissa nostoissa tehdään myös nostosuunnitelma tarvittaessa. Hyvällä suunnittelulla ja taitavilla asentajilla saadaan minimoitua työtapaturmariskit.

Mikäli suunnittelija vaihtelee pulttien kokoja liitoksissa, voi käydä niin, että joihinkin liitoksiin asennetaan väärän kokoiset pultit. Pahimmassa mahdollisessa tapauksessa liitoksessa voi olla pultti, jonka kierteet sattuvat leikkaustason kohdalle. Siinä tapauksessa pultti ei välttämättä kestä liitoksessa olevia voimia ja leikkautuu poikki. Asennuspäällikkö huomautti, että mikäli se oli mahdollista, olisi hyvä käyttää mahdollisimman paljon samoja liitostyyppisiä ja saman kokoisia pultteja.

Lisäksi asia johon suunnittelija tulisi vaikuttaa, on toleranssien huomioiminen asennuksessa. Jos palkki suunnitellaan asennettavaksi kahden pilarin väliin, täytyy palkki huomioida niin, että se on helposti asennettavissa.

6 YHTEENVETO

Työturvallisuus rakentamisessa kuuluu kaikille. Teräsrakennesuunnittelijalla on omat osa-alueensa, jolla se voi vaikuttaa hankkeen työturvallisuuteen. Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin työturvallisuuden konepajan ja asentajien näkökulmasta.

Asennussuunnitelma on äärimmäisen tärkeä työkalu turvalliseen rakentamiseen. Asennussuunnitelma tehdään yleensä työpäällikön toimesta, mikä hyväksytetään rakennesuunnittelijalla. Asennussuunnitelmassa käytävät asiat ovat muun muassa hitsausmenetelmät ja ohjeet sekä rungon stabiliteettiselvitys.

Teräsrakennesuunnittelija piirtää asennuspiirustukset, jossa näytetään työturvallinen asennusjärjestys. Piirustuksissa näytetään myös asennusaikaiset tuennat, mikäli niitä tarvitaan.

Turvalliseen teräsrakenteiden valmistukseen liittyy monia asioita. Konepajalla työstökoneiden käyttäminen on turvallisin alue teräsrakenteiden valmistuksessa. Suunnittelija voisi parantaa konepajan työturvallisuutta, ehkäistä mahdollisimman paljon käsin työstöä ja lisätä mahdollisimman paljon koneiden käyttöä. Tällöin sarjatuotannon suunnittelu sekä samojen kokoonpanojen ja liitostyyppien käyttö lisääntyisi.

Erityisesti konepajalla tehtävät kappaleiden nostot ovat äärimmäisen tapaturma-alttiita tilanteita. Suunnittelija voi yrittää suunnitella kokoonpanot siten, että nostoja tarvitsisi tehdä mahdollisimman vähän. Lisäksi tehdä kokoonpanoista mahdollisimman yksinkertaisia, ilman turhia ulokkeita tai konsoleita. Näin kokoonpanot saataisiin kuljetusta varten mahdollisimman tiiviiseen tilaan.

Hitsaukset konepajalla ovat toinen tapaturma-altis alue. Kaikki osat, mitkä kasataan yhteen tulisi hitsata. Mikäli niitä ei voida hitsata koneella, ne täytyy hitsata käsin. Ehkäistäkseen työtapaturmia hitsatessa, täytyisi suunnitella mahdollisimman helppoja ja yksinkertaisia hitsejä. Konepajapäällikköä haastattellessa kävi ilmi, että kaikista helpoimpia, ja näin myös turvallisimpia, valmistettavia ovat pienahsit.

Joillakin työmailla nostokorvakkeiden käyttäminen on pakollista ja näin myös jokaisessa teräsrakenteisessa kokoonpanossa täytyisi olla nostokorvakkeet. Nostokorvakkeilla saadaan työmaalla asentaminen äärimmäisen turvalliseksi, sillä suurinosa tapaturmista syntyy nostovaiheessa. Kuitenkin kaikki työmaat eivät tätä vaadi. Silloin nostot tapahtuvat eri tavalla, esimerkiksi nostorakseja käyttäen.

Asennuspäällikön mukaan suunnittelijalla ei ole kauheasti ole mahdollisuutta vaikuttaa asentajien turvallisuuteen. Muutamat asiat, kuten painavien ja epäsymmetristen osien painopisteiden merkintä ja näiden nostojen huomioiminen. Liitosten suunnittelussa olisi hyvä käyttää mahdollisimman paljon samankokoisia pultteja, sekä liitostyyppejä. Lisäksi toleranssien huomioiminen on tärkeää - helposti asennettava kokoonpano on huomattavasti työturvallisempi.

LÄHTEET

RT 10-11011. 2010. Rakennesuunnittelijan työturvallisuustehtävät. Helsinki: Rakennustietosäätiö. Luettu 12.2.2018.
<https://goo.gl/5mffPQ>

Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL r.y. 1990. RIL 167-3 Teräsrakenteet 3. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL r.y.

Suomen standardisoimisliitto SFS. 2013. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Luettu 24.2.2018.
<https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/227618.html.stx>

Suomen standardisoimisliitto SFS. 2005. Eurocode 3. Teräsrakenteiden suunnittelu osa 1-8: Liitosten mitoitus. Luettu 27.2.2018.
<https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/9359.html.stx>

Vaajasaari, H. 2016. Teräsrakenteiden suunnitteluohje. Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205

HAASTATTELUT

Haastateltava 1. 2018. Haastattelu 25.4.2018. Haastattelija von Koch, H. Tampere.

Haastateltava 2. 2018. Haastattelu 25.4.2018. Haastattelija von Koch, H. Tampere.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

Konepajapäällikölle

”Mitkä ovat yleisimmät työtapaturmat konepajalla?”

”Kuinka suunnittelija voi vaikuttaa työtaturmien ehkäisyyn?”

”Suositaanko viisteiden käyttöä hitsiliitoksissa?”

”Työstökoneiden työturvallisuus?”

”Hitsareiden työmenetelmät ja mitä riskejä?”

”Mitkä ovat toivotuimmat hitsit, ja mitkä hitsit ovat hankala toteuttaa?”

”Kuinka suuria hitsejä on vielä mahdollista tehdä, ettei tule rakenteellista vauriota?”

”Onko kitkapintojen käyttö yleistä, jos on, niin kuinka toteutetaan?”

”Kuinka pintakäsittely toteutetaan umpinaisille putkille?”

Asennuspäällikölle

”Yleisimmät työtaturmat työmaalla?”

”Kuinka suunnittelija voi vaikuttaa työtaturmien ehkäisyyn?”

”Onko tiettyjä liitostyyppisiä, mitkä ovat asentajien mielestä parempia tai työturvallisempia?”

”Pulttien käyttö liitoksia suunnitellessa?”

”Vaaditaanko/käytetäänkö nostokorvia työmaalla?”

”Onko asennuspiirustuksissa jotain tiettyä mitä suunnittelija voisi korostaa tai lisätä?”