



Tutkintaselostus

B 3/2003 Y

Pysyväksi tarkoitettun välipohjarakenteen putoaminen huoltoasematyömaalla Orivedellä 25.8.2003

Tämä tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi. Tässä ei käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.



TIIVISTELMÄ

Orivedellä laajennettiin vanhaa huoltoasemarakennusta. Laajennusosan teräsrunko oli asennettu paikoilleen ja sen varaan oli nostettu betonista valmistettuja ontelolaattoja välipohjaksi eli toisen kerroksen lattiaksi. Maanantaina 25.8.2003 aamupäivällä ontelolaattakentän päälle valettiin kuu-den senttimetrin paksuinen pintavalu. Noin kello 11.30 työmiehet alkoivat palata lounastauolta ja siirtyivät ontelolaattakentän alle työskentelemään. Yhtäkkiä noin 200 m² kokoinen ontelolaatta-kenttä putosi, jolloin vaara-alueella oli yhteensä viisi miestä. Kolme miehistä ehti siirtyä alta pois, mutta kaksi jäi pudonneiden ontelolaattojen alle. Heistä toinen kuoli ja toinen loukkaantui vaka-vasti. Pelastuslaitoksen yksiköitä tuli paikalle melko pian, mutta toisen miehen pelastamiseksi ei ollut mitään tehtävissä.

Teräsrunko oli valmistettu pienellä konepajalla, tuotu rakennuspaikalle ja koottu ja asennettu siellä paikoilleen. Ontelolaattakenttä putosi teräksisine vaakapalkkeineen, kun kolme kuudesta vaakapalkkeja ja ontelolaattoja kannattaneista konsoleista irtosi pilareista. Konsolit oli kiinnitetty pilareihin pienahitseillä, jotka kuitenkin olivat täysin epäonnistuneet. Hitsillä ei ollut tunkeumaa pilarin suuntaan juuri lainkaan ja liitoksen kapasiteetti oli vain murto-osa suunnitellusta. Teknise-nä syynä oli ilmeisesti se, että käytetty hitsausjännite oli ollut hieman liian suuri ja hitsauspoltinta oli pidetty jonkin verran väärässä asennossa.

Virhe oli mahdollinen, koska rakentamismääräyksissä ja standardeissa esitettyjä menettelyjä ra-kennustuotteiden kelpoisuuden selvittämiseksi ei ollut noudatettu. Teräsrakennetoimittajan sallit-tiin valmistaa rakenteet ja asentaa ne paikoilleen ilman osoitusta niiden kelpoisuudesta. Standar-dien mukaisena osoituksena olisivat olleet hitsausohje (WPS), hitsaajan voimassa oleva ja kysei-seen hitsaustyöhön soveltuva pätevyystodistus ja valmistuksesta pidetty hitsaustyöpöytäkirja. Myöskään viranomaisvalvonnassa ei varmistettu, että kantavien rakenneosien ja niihin käytettä-vien rakennustuotteiden kelpoisuus olisi selvitetty ennen asennusta.

Vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi tutkintalautakunta suosittaa, että teräsrakentamisen toimialajärjestöt loisivat rakennusvalvonnan, rakentamisorganisaation ja rakenteiden valmistajien avuksi menettelytavat hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuuden osoittamiseksi ja selvittämiseksi.

Lisäksi tutkintalautakunta suosittaa, että rakennusvalvontaviranomainen muistuttaisi hankkeen alkuvaiheessa rakennuttajaa huolehtimisvelvollisuudestaan sekä keinoista, miten urakoitsijoiden ja aliurakoitsijoiden toimittamien tuotteiden kelpoisuus selvitetään. Näin rakennuttajat osaisivat nykyistä paremmin huolehtia muodostamansa rakentamisorganisaation kyvystä tuottaa vaati-mustenmukaisia rakenteita.

Tutkinnan yhteydessä tehdyissä hitsauskokeissa todettiin, että yhtenä osoituksena kelpollisen hitsausliitoksen syntymisestä on hitsin reunaan jäävä kirkas viiru. Havaintoa tulisi selvittää lisää ja soveltuen lisätä asia hitsausliitosten silmämääräisen tarkastuksen ohjeisiin.



SAMMANDRAG

MELLANBJÄKLKLAGSKONSTRUKTION AVSEDD SOM PERMANENT FÖLL NED VID EN SERVICESTATIONSARBETSPLATS I ORIVESI 25.8.2003.

I Orivesi utfördes en utbyggnad av en gammal servicestationsbyggnad. Den nybyggda delens stålstomme hade monterats och hållplattor av betong lyftes på stommen för att bilda mellanbjälklag, dvs. andra våningens golv. På förmiddagen måndag 25.8.2003 utfördes gjutning av ett sex centimeter tjockt ytlager på planet av hållplattor. Cirka klockan 11.30 började arbetspersonalen återvända efter lunchrasten till arbetsplatsen under planet av hållplattor. Plötsligt föll ett cirka 200 m² stort delområde av hållplattorna ned. I riskområdet befann sig sammanlagt fem man. Tre man hann avlägsna sig ur området, men två man kom under de nedfallande hållplattorna. Den ena mannen dog och den andra skadades svårt. Räddningsverkets enheter anlände rätt snart till platsen, men den ena mannens liv kunde inte räddas.

Stålstommen hade tillverkats av en liten verkstad, transporterats till platsen och monterats och rests på platsen. Planet av hållplattor föll tillsammans med de vågräta balkarna av stål när tre av sex vågräta balkar och bärkonsoler för hållplattorna lossnade från pelarna. Konsolerna hade fästs på pelarna med kälsvetsar, som dock var helt misslyckade. Svetsfogen hade knappt alls trängt in i pelarens riktning och förbandets kapacitet var endast en bråkdel av det planerade. Den tekniska orsaken var antagligen att använd svetsspänning var något för stor och att svetspistolen hölls i en något felaktig position.

Felet var möjligt eftersom de metoder som beskrivs i byggbestämmelser och standarder för bestämning av en byggkonstruktions duglighet inte hade följts. Leverantören av stålkonstruktionen fick tillåtelse att tillverka konstruktionerna och montera dessa utan att intyga konstruktionernas duglighet. Ett intygande enligt standarderna skulle ha varit en svetsinstruktion (WPS), svetsarens gällande behörighetsbevis för det aktuella svetsarbetet och ett svetsprotokoll fört vid tillverkningen. Myndighetskontrollen såg inte heller till att dugligheten hos de bärande konstruktionsdelarna och de använda konstruktionsprodukterna hade utretts före monteringen.

I syfte att undvika motsvarande olyckor i framtiden rekommenderar undersökningskommissionen att branschorganisationerna inom stålbyggnad skapar förfaringssätt för styrkande och utredning av svetsade stålkonstruktioners lämplighet som en hjälp för byggkontrollen, byggorganisationen och konstruktionstillverkarna.

Dessutom rekommenderar undersökningskommissionen att byggkontrollmyndigheten under projektets inledningsskede påminner byggherren om skyldigheterna samt metoderna för att utreda dugligheten hos produkter levererade av entreprenörer och underentreprenörer. På detta sätt kan byggherrarna bättre än för närvarande se till att den byggorganisation byggherrarna skapar har förmågan att producera kravenliga konstruktioner.

Vid de svetsprov som utfördes i samband med undersökningen konstaterades att ett bevis på att ett kvalificerat svetsförband har uppstått är en klar strimma vid svetsens kant. Observationen borde utredas ytterligare och som tillämpning läggas in i anvisningarna för okulär kontroll av svetsförband.



SUMMARY

FALL OF AN INTERMEDIATE FLOOR STRUCTURE INTENDED AS PERMANENT AT A SERVICE STATION SITE IN ORIVESI, FINLAND, ON 25 AUGUST 2003

An old service station building in Orivesi was being extended. The steelwork of the extension had been installed, and hollow-core concrete slabs had been lifted onto it as an intermediate floor structure - i.e., the floor of the second storey. On the morning of Monday, 25 August 2003, a six-centimetre-thick surface concreting was performed onto the area of the hollow-core slabs. At approximately 11:30 a.m., the workers had begun returning from their lunch break and went to work under the area of the hollow-core slabs. Suddenly, the area of the hollow-core slabs, approximately 200 square metres of surface area, fell while five men were in the danger zone. Three of the men managed to move away, but two remained under the fallen slabs. One man was seriously injured. Another died, despite the efforts of rescue workers, who arrived fairly quickly at the scene.

The steelwork had been manufactured in a small machine shop, transported to the site, and assembled and installed there. The hollow-core slab section with its horizontal steel beams fell when three of the six consoles supporting the horizontal beams and hollow-core slabs came off the pillars. The consoles had been fixed to the pillars with fillet welds, but these failed completely. The welds hardly penetrated the pillar, and the load borne by each joint was only a fraction of its design capacity. Apparently, the technical reason was that the welding voltage used had been slightly too high and the welding torch had been held in a slightly incorrect position.

The error was possible because the procedures for establishing the compliance of the construction products, listed in the construction orders and standards, had not been followed. The supplier of the steel structures was permitted to manufacture and install the structures without proving their compliance. A welding procedure specification (WPS), a valid certificate of the welder's qualification - applicable to the welding job in question - and a welding record concerning the manufacture would have served as proof according to the standards. Neither did the monitoring by the authorities ascertain that the compliance of the load-bearing structural parts and of the construction products used in them had been established before the installation.

To avoid similar accidents, the investigation commission recommends that the organisations in the of steel construction branch establish procedures for determining and proving the compliance of welded steel structures in order to aid in the supervision of construction and assist the construction organisation and the manufacturers of structures.

Furthermore, the investigation commission recommends that the construction supervision authority remind the developer during the early stages of a project of his duty of solicitude and of methods of establishing the compliance of products supplied by contractors and subcontractors. In this way, developers would be better prepared to monitor the capability of the construction organisation formed by them to produce structures in compliance with the standards.

In the welding tests performed during the inquiry, it was noted that one proof of a good welded joint is a bright streak left on the edge of the weld. This observation should be studied in more depth, and - as applicable - the subject should be added to the instructions for visual inspection of welded joints.

ALKUSANAT

Orivedellä tapahtui 25.8.2003 huoltoasematyömaalla onnettomuus, jossa yksi työmaalla työskennellyt henkilö kuoli ja toinen loukkaantui vakavasti.

Koska pettäneet rakenteet olivat pysyviksi tarkoitettuja ja toisaalta jo työmaalla työskentelevien lukumäärä oli suuri, tapahtuma arvioitiin suuronnettomuuden vaaratilanteeksi. Onnettomuustutkimuskeskus asetti 27.8.2003 tutkintalautakunnan tutkimaan onnettomuutta.

Tutkintalautakunnan puheenjohtajaksi nimettiin tutkija, DI **Kai Valonen** ja jäseniksi TkT **Klaus Rahka** ja vanhempi konstaapeli **Harri Saajos**. Lautakunnan asiantuntijana tutkinnan loppuvaiheessa on toiminut varatuomari **Kari Lehtola**.

Tässä tutkintalautakunnan laatimassa tutkintaselostuksessa esitetään tapahtumat juuri ennen onnettomuutta ja onnettomuuden aikaan sekä kuvataan lyhyesti pelastustoimintaa. Keskeisenä asiana tutkintaselostuksessa käsitellään rakennusorganisaatiota ja muita rakennustyöhön ja suunnitteluun vaikuttaneita seikkoja. Selostuksen lopussa tutkinnan tärkeimpänä asiana esitetään suosituksia, jotka toteuttamalla vastaavanlaisia onnettomuuksia voitaisiin välttää.

Tutkintaselostus on ollut lausunnolla ympäristöministeriössä, sisäasiainministeriössä, sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosastolla, Tampereen aluepelastuslaitoksella, Oriveden kaupungilla, Suomen kuntaliitossa, Teräsrakenneyhdistyksessä, Rakennustarkastusyhdistyksessä, Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI:ssa, Suomen kiinteistöliitossa, Tapaturmavakuutuslaitosten liitossa ja Teknologiateollisuus ry:ssä. Lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä.

Myös asianosaiset ovat saaneet kommentoida tutkintaselostusluonnosta. Kommentit on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä. Kommenteissa on kiinnitetty huomiota myös rakennusorganisaation eri osapuolten mahdolliseen vastuuseen tapahtuneesta. Tutkintalautakunta on pyrkinyt selvittämään tapahtumien kulun ottamatta kuitenkaan kantaa oikeudellisiin kysymyksiin, koska onnettomuuksien tutkinnasta annetun lain (373/85) mukaisella tutkinnalla pyritään ainoastaan turvallisuuden parantamiseen.

Edellä mainitut viranomaisten ja toimialajärjestöjen lausunnot ovat liitteessä 3. Eräät järjestöt ovat edunvalvontatehtävänsä puitteissa käsitelleet myös lausunnolla olleen tutkintaselostuksen tekstiosaa ja yksittäisen asianosaisen vastuuseen liittyviä kysymyksiä. Kun tutkintaselostukseen liitetään vain suosituksia koskevat lausunnot, Kuntaliiton ja Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n lausunnosta julkaistaan vain suosituksia koskeva osa. Mainitut lausunnot on kuitenkin tarvittaessa saatavissa kokonaisuudessaan Onnettomuustutkimuskeskuksesta.

Tutkinta-aineisto on Onnettomuustutkimuskeskuksen arkistossa. Lähdeluettelo on tämän tutkintaselostuksen lopussa.

Tutkintaselostus on myös internetissä osoitteessa www.onnettomuustutkinta.fi.

**SISÄLLYSLUETTELO**

TIIVISTELMÄ.....	I
SAMMANDRAG.....	II
SUMMARY.....	III
ALKUSANAT.....	V
1 ONNETTOMUUS.....	1
1.1 Yleiskuvaus.....	1
1.2 Onnettomuuskohte ja tapahtumapaikka.....	1
1.3 Tapahtumien kulku.....	2
1.4 Pelastustoiminta ja raivaus.....	2
1.4.1 Hälytykset.....	2
1.4.2 Toiminta onnettomuuspaikalla.....	4
1.5 Poliisin toiminta.....	4
1.6 Onnettomuudesta aiheutuneet vahingot.....	4
1.6.1 Henkilövahingot.....	4
1.6.2 Materiaalivahingot.....	4
1.6.3 Ympäristövahingot.....	4
1.7 Tiedottaminen.....	5
2 ONNETTOMUUDEN TUTKINTA.....	7
2.1 Rakennus.....	7
2.1.1 Laajennussuunnitelma.....	7
2.1.2 Rakenteet.....	8
2.1.3 Konsolien hitsausliitos.....	12
2.2 Olosuhteet.....	14
2.3 Rakennushankkeeseen liittyvät organisaatiot ja henkilöt.....	15
2.4 Pelastustoimen organisaatio ja toimintavalmius.....	17
2.5 Tallenteet.....	18
2.6 Asiakirjat.....	18
2.7 Määräykset ja ohjeet.....	20
2.7.1 Rakentamismääräyskokoelman osa A1 Rakennustyön valvonta.....	20
2.7.2 Rakentamismääräyskokoelman osa B7 Teräsrakenteet.....	22
2.8 Muut tutkimukset.....	23
3 ANALYYSI.....	25
3.1 Onnettomuuden analysointi.....	25
3.1.1 Teräsrakenteiden tilaus ja valvonta.....	25



3.1.2 Hitsaustyö.....	27
3.2 Pelastustoiminnan analysointi	29
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	31
4.1 Toteamukset	31
4.2 Onnettomuuden syyt.....	32
5 SUOSITUKSET.....	35
5.1 S1 Hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuus	35
5.2 S2 Rakenteiden turvallisuudesta huolehtiminen	36
5.3 Muita huomioita.....	37

LIITTEET

- Liite 1. Rakenteiden murtumismekanismien, rakenteissa käytettyjen materiaalien ja rakenteiden hitsausliitosten laadun selvitys
- Liite 2. Rekonstruoidut T-liitoksen hitsauskokeet ja pienahitsien murtokokeet
- Liite 3. Lausunnot
- Ympäristöministeriön lausunto 18.6.2004
 - Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosaston lausunto 4.8.2004
 - Sisäasiainministeriön pelastusosaston lausunto 23.8.2004
 - Oriveden kaupungin lausunto 5.7.2003
 - Tampereen aluepelastuslaitoksen lausunto 2.7.2004
 - Tapaturmavakuutuslaitosten liiton lausunto 30.6.2004
 - Suomen kuntaliiton lausunto 30.7.2004
 - Rakennustarkastusyhdistyksen RTY ry:n lausunto 11.7.2004
 - Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n lausunto 24.6.2004
 - Teräsrakenneyhdistys ry:n lausunto 23.6.2004
 - Teknologiateollisuus ry:n lausunto 8.7.2004

LÄHDELUETTELO

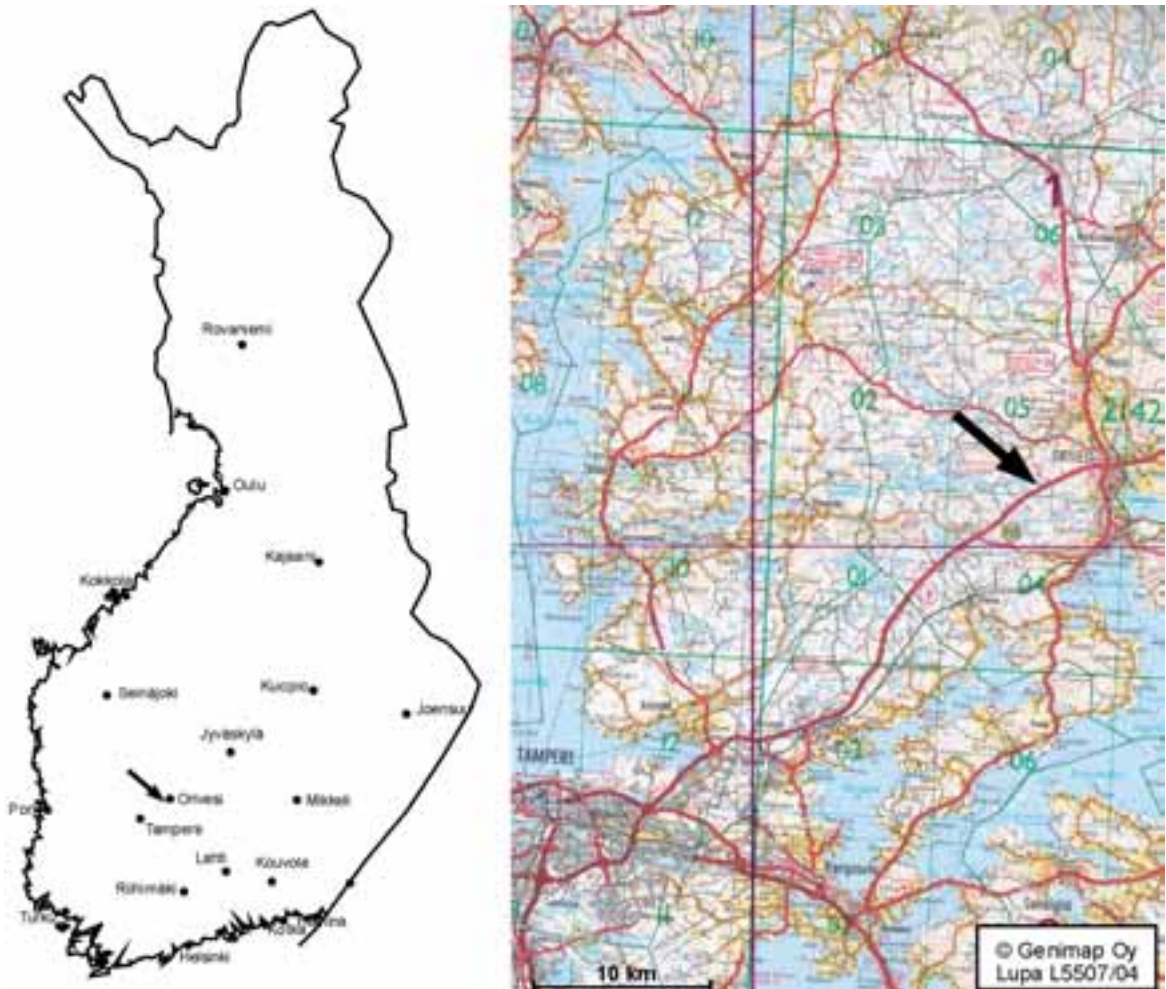
1 ONNETTOMUUS

1.1 Yleiskuvaus

Orivedellä sattui 25.8.2003 onnettomuus, jossa rakenteilla olevan huoltoaseman välipohjarakenteet putosivat. Pudonneiden ontelolaattojen alla oli juuri ennen romahdusta viisi miestä, joista kolme ehti alta pois. Ontelolaattojen alle jääneistä miehistä toinen kuoli ja toinen loukkaantui vakavasti.

1.2 Onnettomuuskohte ja tapahtumapaikka

Onnettomuus sattui Oritupa-nimisellä laajennustyön kohteena olleella huoltoasemalla valtatie 9 varrella noin neljä kilometriä Oriveden keskustasta Tampereen suuntaan.



Kuva 1. Onnettomuuspaikka.

Bild 1. Olycksplatsen.

Figure 1. Site of the accident.

1.3 Tapahtumien kulku

Orivedellä oli käynnissä vanhan huoltoasemarakennuksen laajennustyö. Laajennusosaan oli asennettu teräsrunko ja sen varaan oli noin neljän metrin korkeuteen nostettu betonisia ontelolaattoja välipohjaksi eli toisen kerroksen lattiaksi. Pinta-alaltaan noin 200 m² kokoisien ontelolaattakentän ontelolaatat oli kiinnitetty toisiinsa juotosbetonin avulla kaksi viikkoa aikaisemmin, jonka jälkeen kentän päällä oli työskennelty useina päivinä. Ontelolaattojen päällä oli käytetty muun muassa tonnin painoista saksinosturia, jonka avulla teräsrakenteiden päälle oli kiinnitetty liimapuupalkkeja.

Maanantaiaamuna 25.8.2003 työmaalla tehtiin pintavalu ontelolaattakentän päälle. Työ aloitettiin kastelemalla ontelolaatat ja päälle valettiin pumppuautolla noin kuuden senttimetrin paksuinen betonikerros. Valu aloitettiin klo 8 ja se oli valmis noin kello 11. Valun teki kaksi betonialan yrityksen työntekijää.

Valun päättymisen aikoihin kaikki noin kymmenen työmaan miestä siirtyivät lounastauolle, josta he alkoivat palata noin kello 11.30. Heistä osa alkoi tasoittaa ontelolaattakentän alapuolista hiekkalattiaa, joka oli tarkoitus valaa kahden päivän kuluttua. Ontelolaattakentän alapuolella työskenneltiin myös Bobcat-työkoneella.

Työtä aloitettaessa ontelolaattakenttä putosi täysin yllättäen. Kello oli tuolloin noin 11.34. Mitään ennakkooäniä tai muita poikkeavuuksia ei havaittu ennen putoamista. Putoaminen alkoi rakennuksen vanhan osan suunnasta ja jatkui laajennusosan suuntaan. Romahdus kesti ainoastaan muutaman sekunnin.

Viidestä vaara-alueella olleesta miehestä kolme ehti hypätä alta pois, mutta kaksi jäi ontelolaattojen alle. Myös molemmat alle jääneet olivat havainneet ontelolaattojen putoavan ja lähteneet juoksemaan pois. Toisella matka oli liian pitkä eikä hän ehtinyt alta pois. Hän jäi maan ja ontelolaattojen väliin ja kuoli heti. Toinen sen sijaan kaatui juostessaan, mutta onnekaasti sähköasennuksia varten varattuun kuoppaan. Mies loukaantui kuitenkin vakavasti.

1.4 Pelastustoiminta ja raivaus

1.4.1 Hälytykset

Onnettomuudella oli useita silminnäkijöitä. Ensimmäisen ilmoituksen hätäkeskukseen teki yksi rakennusmiehistä kello 11.34.40.

Aluehälytyskeskus hälytti Tampereen aluepelastuslaitoksen Oriveden aluepaloaseman lähdön, jonka ensimmäiset yksiköt olivat paikalla kello 11.42.34. Oriveden aluepaloaseman lähtö sai tehtävän ensivastetehtävänä, jolloin onnettomuuden koko laajuus ei ollut vielä selvillä. Seuraavat Oriveden yksiköt olivat paikalla kello 11.43, 11.46 ja 11.59. Lisäksi paikalle hälytettiin täydennyslähtönä useita yksiköitä muilta Tampereen aluepelastuslaitoksen asemilta. Paikalle tuli kaiken kaikkiaan kaksitoista yksikköä kello 12.10 mennessä. Jo ennen ensimmäisen yksikön saapumista työmaan vastaava työnjohtaja oli tilannut paikalle ison autonosturin ontelolaattojen nostamiseksi pois miesten päältä.

Poliisi sai hälytyksen aluehälytyskeskukselta työtaturmasta kello 11.42. Paikalle lähetettiin Oriveden poliisin partio sekä tutkintapartio. Myöhemmin paikalle kutsuttiin myös Tampereen kihlakunnan poliisilaitoksen rikostutkimuskeskus.



Kuva 2. Ylemmässä kuvassa on yleiskuva tien suunnasta kuvattuna. Alemmassa kuvassa näkyy romahtanut ontelolaattakenttä. Onnettomuudessa loukkaantunut jäi kuvan oikeassa reunassa olevaan kohtaan, jossa ontelolaattojen alle on työnnetty pelastustyön yhteydessä lankkuja. Onnettomuudessa kuollut jäi kuvan vasemmassa reunassa näkyvän, muita ylempänä olevan ontelolaatan kohdalle.

Bild 2. Övre bilden är en generell bild tagen i vägens riktning. Den undre bilden visar det nedrasade planet av hålpplattor. Den skadade vid olyckan fanns vid platsen i bildens högra kant där plankor skjutits under hålpplattorna i samband med räddningsarbetet. Den person som avled i olyckan fanns vid den hålpplatta som är högre upp än de andra och som visas i bildens vänstra kant.

Figure 2. The upper picture is a general picture taken from the direction of the road. The lower picture shows the collapsed area of hollow-core slabs. The person injured in the accident was in the location at the right hand side of the picture, where planks were pushed under the hollow-core slabs during the rescue work. The person who died in the accident was under the slab at the left that is higher than the others.

1.4.2 Toiminta onnettomuuspaikalla

Pelastusyksiköt aloittivat välittömän ensiavun ontelolaatan alle jääneelle tajuissaan olleelle miehelle. Ensihoitoa ja kivunlievitystä pystyttiin antamaan ontelolaatan ja perustusten väliin jääneen noin 10 cm raon kautta. Ontelolaatta saatiin nostettua pois paikalle tilatun ison autonosturin tultua ja loukkaantunut mies pois puristuksista noin kello 12.30. Pelastuslaitoksella ei ollut riittävää kalustoa painavan ontelolaatan nostamiseksi.

Toiseen alle jääneeseen mieheen ei saatu mitään yhteyttä onnettomuuden jälkeen. Myöhemmin kävi ilmi, ettei hänen hyväkseen olisi voitu tehdä enää mitään.

Työmiehille järjestettiin onnettomuuspäivänä työterveydenhuollon kautta henkinen jälkihoito- eli debriefing-tilaisuus.

1.5 Poliisin toiminta

Oriveden poliisi teki onnettomuudesta sille kuuluvat ilmoitukset ja käynnisti poliisi- ja esitutkinnan. Lisäksi Tampereen alueellinen rikostutkimuskeskus käynnisti samana päivänä onnettomuuspaikalla tapahtumapaikkatutkinnan.

1.6 Onnettomuudesta aiheutuneet vahingot

1.6.1 Henkilövahingot

Onnettomuudessa kuoli rakennustyömaalla töissä ollut 34-vuotias mies ja loukkaantui vakavasti 47-vuotias mies. Molemmat jäivät putoavien ontelolaattojen alle. Jälkimmäinen pelastui onnekaasti siitä syystä, että hän sattui kaatumaan alapohjassa sähköasennuksia varten varattuun kuoppaan. Kolme muuta romahdusalueella työskennellyttä ehtivät juosten pois alta.

1.6.2 Materiaalivahingot

Onnettomuudessa 203,5 m² neliömetrin alueelta pudonneet ontelolaatat rikkoutuivat. Samoin jouduttiin vaihtamaan laattoja kannattaneet kuusi betonitäytteistä teräspalkkipilaria, kolme teräksistä vaakapalkkia ja ontelolaattojen päälle tehty noin kuuden senttimetrin paksuinen pintavalu. Myös pilarien anturat piti rakentaa uudelleen. Pudonneiden ontelolaattojen alle jäi myös Bobcat-työkone, joka vaurioitui pahoin.

Raivauksesta ja uudelleen rakentamisesta aiheutuneet kustannukset olivat noin 300 000 euroa.

1.6.3 Ympäristövahingot

Ympäristövahinkoja ei aiheutunut. Rakennustyömaalla ei ollut erityistä ympäristövahingon vaaraa. Onnettomuuden aikaan käytössä ollut polttoaineiden jakelualue ei ollut onnettomuuspaikan välittömässä läheisyydessä.



1.7 Tiedottaminen

Aluksi Onnettomuustutkintakeskuksen johtaja ja tutkintalautakunnan asettamisen jälkeen sen puheenjohtaja on vastannut asiaa koskeviin tiedotusvälineiden tiedusteluihin. Lisäksi tutkintalautakunta on tämän tutkintaselostuksen julkaisun yhteydessä antanut tiedotusvälineille tiedotteen, jonka sisältö vastaa tutkintaselostuksen tiivistelmää.

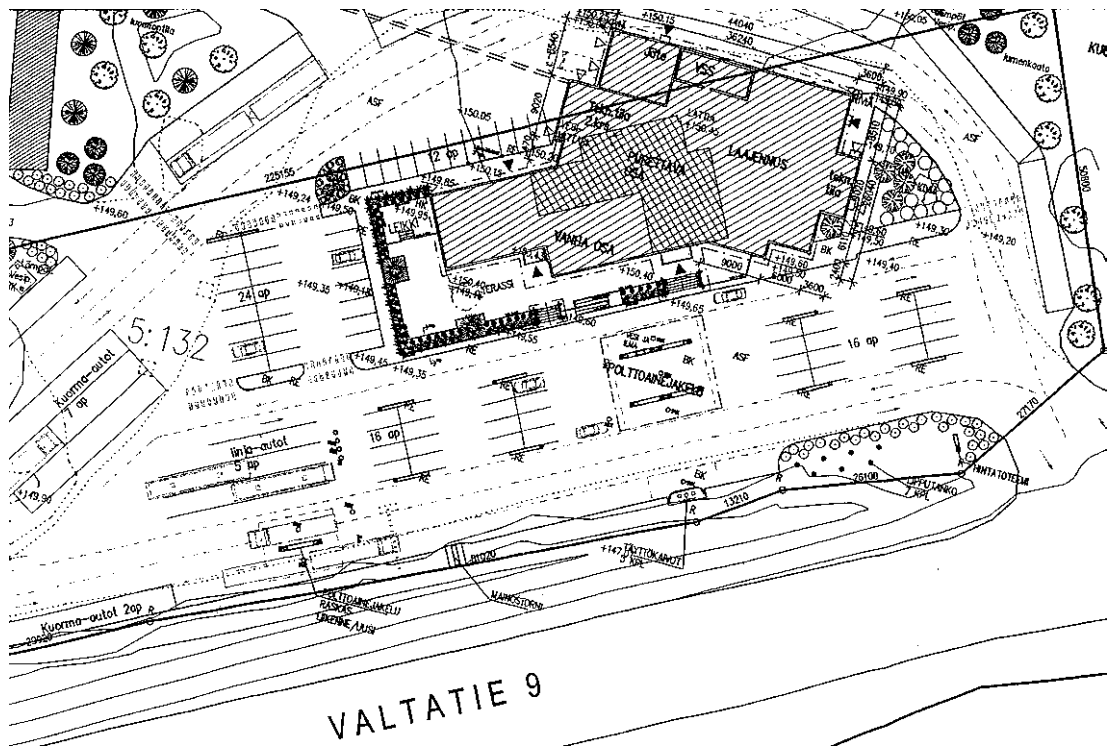
2 ONNETTOMUUDEN TUTKINTA

2.1 Rakennus

2.1.1 Laajennussuunnitelma

Kyseisellä paikalla on ollut vanha hirsirakenteinen huoltamorakennus, jonka laajentamiseksi haettiin rakennuslupaa maaliskuussa 2003. Laajennuksen perusteena oli, että vanha rakennus oli osin huonokuntoinen ja vanhentunut. Lisäksi kasvanut kävijämäärä tarvitsi suuremmat tilat. Samalla tontilla on myös kolme motellirakennusta ja neljä lomamökkiä.

Rakennuslupahakemukseen liitetty asemapiirustus on kuvassa 3.



Kuva 3. Asemapiirustus, johon on merkitty rakennuksen vanha osa, siitä purettava osa sekä laajennusosa. Myös piha-alueeseen tehtiin muutoksia. Purettava osa oli onnettomuuden sattuessa purettu.

Bild 3. Situationsplan med markeringar av byggnadens gamla del, den del som revs av den äldre delen och den utbyggda delen. Ändringar utfördes även på gårdsområdet. Den rivna delen var redan riven när olyckan inträffade.

Figure 3. Layout drawing showing the old part of the building, the part to be demolished, and the extension area. Changes were also made to the yard area. The part scheduled for demolition had already been demolished when the accident occurred.

Vanhan rakennuksen kerrosala oli 623 m², josta laajennuksen yhteydessä purettiin 311,5 m². Uutta tilaa rakennettiin ensimmäiseen kerrokseen 1 046,5 m². Lisäksi laajennusosaan suunniteltiin toinen kerros, jonne oli tarkoitus sijoittaa ilmanvaihtokonehuone ja sähkökeskus. Ilmanvaihtokonehuoneen ja sähkökeskuksen yhteenlaskettu pinta-ala on 203,5 m².

Laajennettujen rakennuksen ensimmäisen kerroksen tilat jakautuvat seuraaviin tiloihin:

- ruokaravintola	156,5 m ²
- kahviravintola	180 m ²
- keittiö- ja kassatiloja	199 m ²
- aula- ja wc-tilaa	231 m ²
- myymälätila	246 m ²
- aputilat	166 m ²

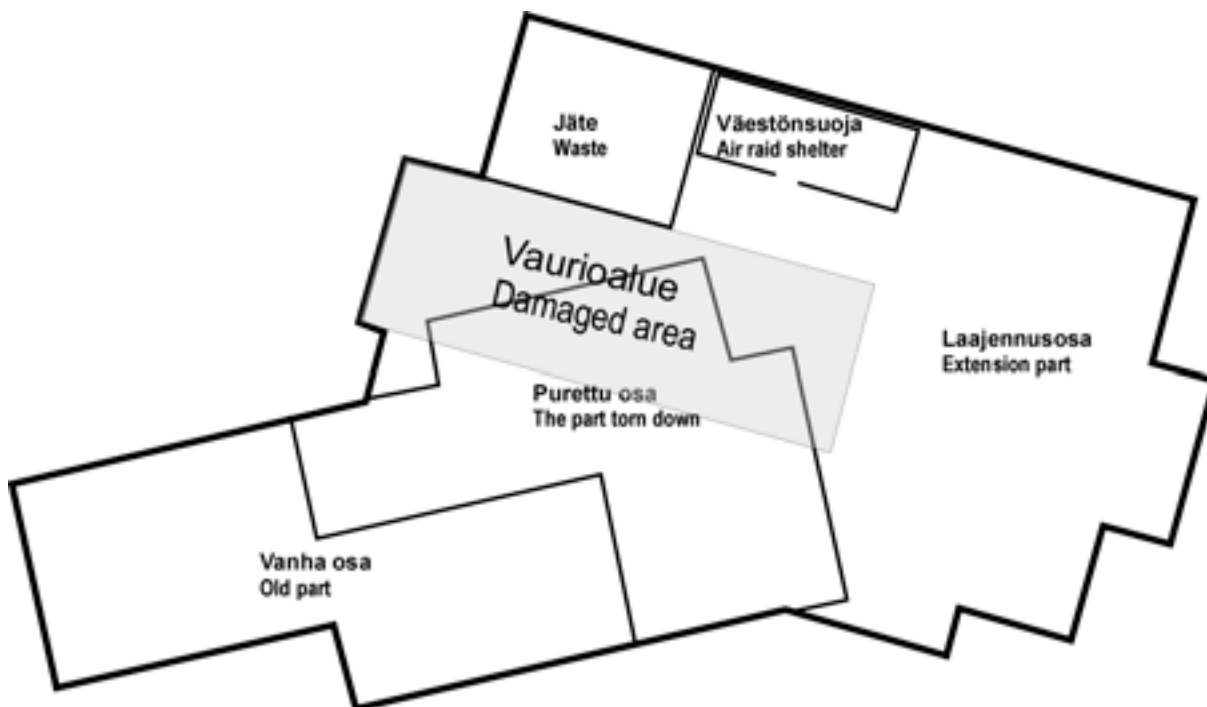
Muutostyösuunnitelmien mukaisesti rakennettiin myös väestönsuoja ja rakennuksen ulkopuolelle terassi, kesäbaari ja lasten leikkipaikka. Samalla kiinteistö liitettiin kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon.

Rakennuslupa-asiakirjojen mukaan rakennuksen paloluokaksi hyväksyttiin P2, minkä perusteella määritetään muun muassa rakenteiden ja pintamateriaalien vaatimuksia tulipalotilanteessa. Rakennus varustettiin automaattisella paloilmoinjärjestelmällä, alkusammutusvälineillä ja savunpoistoikkunoilla.

2.1.2 Rakenteet

Rakennuksen vanha osa oli ja jäi hirsirakenteiseksi, kun taas uuden laajennusosan runko tehtiin konepajalla valmistetuista ja rakennuspaikalla paikalleen asennetuista teräsosista. Seinät tehtiin elementeistä. Sisäpuolisissa rakenteissa oli käytössä myös muun muassa liimapuupalkkeja.

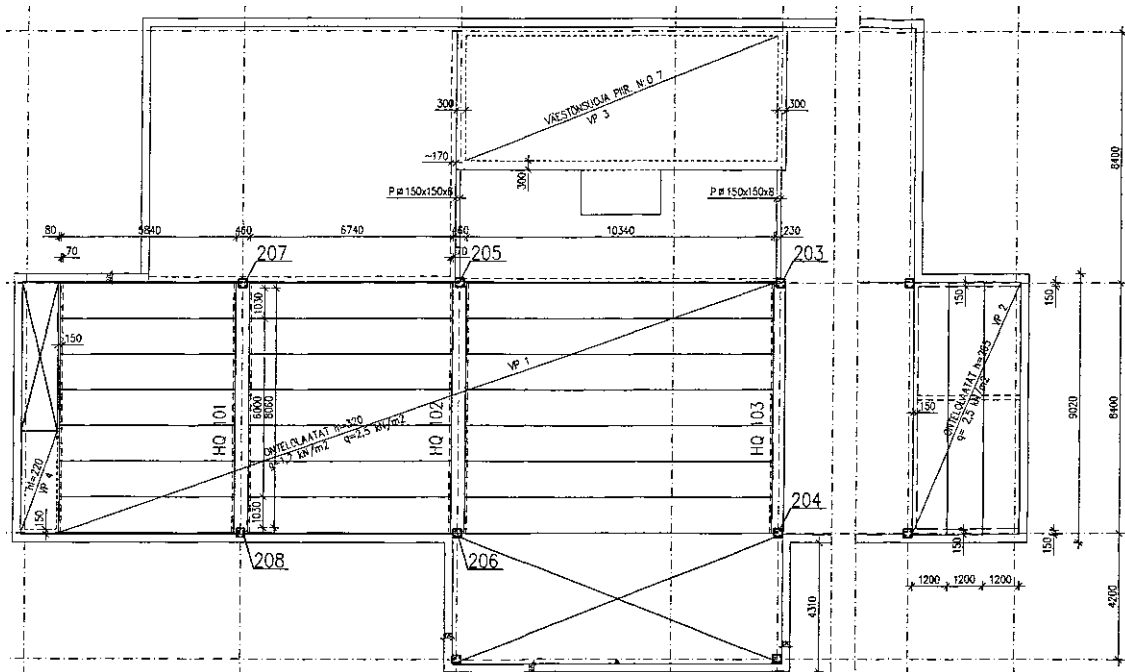
Onnettomuudessa putosi toisen kerroksen ilmanvaihtokonehuoneen ja sähkökeskuksen lattiaksi suunniteltu välipohjarakenne kokonaisuudessaan. Kyseinen 203,5 m² kokoinen välipohja oli suorakaiteen muotoinen ja mitoiltaan noin 8 x 25 metriä (kuva 4). Välipohja oli noin neljän metrin korkeudessa. Rakenne oli sellainen, että alueen reunoilla oli kuusi lähes kahdeksan metrin korkuista teräsputkipilaria, joiden poikkileikkauksen mitat olivat 300 x 300 x 8 mm. Pilareiden sijainti ilmenee kuvasta 5, jossa pilarit on merkitty numeroilla 203 – 208.



Kuva 4. Onnettomuudessa putosi välipohjan ontelolaattakenttä noin 8 x 25 metrin kokoiselta alueelta. Välipohjan alla olisi huoltoaseman valmistuttua ollut keittiö, varastotiloja, toimistotiloja ja yksi kassa. Yleisölle tarkoitettua tilaa oli suunnitelmassa ainoastaan kassan luona, alle 15 m². Onnettomuuden sattuessa purettava osa oli purettu ja vanha osa oli käytössä. Laajennusosassa oli valmiina vasta perustukset, väestönsuoja ja ontelolaattoja kannatellut teräsrunko.

Bild 4. Vid olyckan föll ett delområde av mellanbjälklagets hålplattor på cirka 8 x 25 meters storlek. Under mellanbjälklaget skulle ett kök, förrådsutrymmen, kontorsutrymmen och en kassa ha funnits efter servicestationens färdigställande. I planerna fanns endast vid kassans utrymmen för allmänheten, under 15 m². När olyckan inträffade hade rivningsdelen rivits och den äldre delen var i användning. Endast grunden, befolkningsskyddet och stålstommen som bar hålplattorna var byggda av tillägsbyggnaden.

Figure 4. In the accident, an area of approximately 8 x 25 metres of hollow-core slabs in the intermediate floor fell down. Had the service station been completed, there would have been a kitchen, storage and office facilities, and one checkout counter under the intermediate floor. In the plan, there was less than 15 square metres of space intended for public use, only at the cashier's desk. When the accident took place, the part scheduled for demolition had been demolished, and the old part was in use. In the extension area, only the foundation, the air raid shelter, and the steelwork supporting the hollow-core slabs had been completed.



Kuva 5. Ontelolaattakenttä, joka koostui yhteensä 21 ontelolaatasta. Laattoja oli kolmea eri pituutta. Onnettomuudessa irtosivat pilarien 205, 207 ja 208 konsolit, mikä johti kaikkien ontelolaattojen putoamiseen.

Bild 5. Planet av hålplattor som bestod av totalt 21 hålplattor. Tre olika längder av hålplattor förekom. Vid olyckan lossnade konsolerna på pelarna 205, 207 och 208 vilket ledde till att samtliga hålplattor föll.

Figure 5. Area of hollow-core slabs consisting of a total of 21 hollow-core slabs. There were three different lengths of slabs. In the accident, the consoles of pillars 205, 207, and 208 became detached, which led to the falling of all the slabs.

Kunkin teräsputkipilarin kylkeen oli noin neljän metrin korkeudelle konepajalla kiinnitetty pienahitsillä¹ 15 mm paksuinen vahvistuslevy, jonka mitat olivat 260 x 260 mm. Vahvistuslevyyn oli edelleen hitsattu konsoliksi kutsuttu uloke (kuva 6). Konsoli oli valmistettu neliöputkesta, jonka poikkileikkauksen mitat olivat 200 x 200 x 10 mm. Pituus oli 100 mm. Kyseisten konsolien varaan oli asennettu päistään konsolien mukaisiksi lovetut vaakasuuntaiset teräspalkit (hq-palkit) (kuva 7). Palkkien varaan oli nostettu tehdasvalmistetut betoniset ontelolaatat (kuva 5). Ontelolaatat oli työmaalla sidottu yhtenäiseksi ontelolaattakentäksi käyttäen juotosbetonia ja harjaterästä. Onnettomuuspäivänä työt olivat edenneet siihen vaiheeseen, että ontelolaattakentän päälle oli laitettu teräsverkko ja valettu noin kuuden senttimetrin paksuinen pintavalu, jonka tarkoituksena oli saada toisen kerroksen lattiasta tasainen ja rakenne lujemmaksi.

¹ Pienahitsillä tarkoitetaan hitsilajia, jossa teräsosat kiinnitetään toisiinsa hitsaamalla niiden väliseen kulmaan. Osia ei valmistella eli niihin ei erikseen tehdä railoja. Hitsin poikkileikkauksesta tulee tällöin kolmiomainen. Pienahitsi on muun muassa vähäisten valmisteluvaiheiden ja siitä seuraavan edullisuutensa vuoksi yleisin hitsilaji.



Kuva 6. Pilarin kylkeen pienahitsillä kiinnitetty tukilevy ja konsoli, joita oli yhteensä kuusi. Konsoleiden varaan oli asennettu teräksiset vaakapalkit, joiden päissä oli konsoleita varten loveus.

Bild 6. Totalt fanns sex stödplåtar och konsoler som hade fästs med kälsvets på pelaren. På konsolerna monterades vågräta balkar av stål som var försedda med spår i ändarna för konsolerna.

Figure 6. Bracket and console, of which there were six in all, attached to the side of a pillar with a fillet weld. Horizontal steel beams, the ends of which had slots for the consoles, had been installed on the consoles.



Kuva 7. Onnettomuudessa pudonneen noin kahdeksan metrin pituisen hq-vaakapalkin pää. Palkin suorakaiteen muotoisen poikkileikkauksen korkeus oli 320 mm ja leveys 290 mm. Palkin alapinnan jatkona olivat 135 mm pituiset ulokkeet (valkoinen nuoli), joiden varassa ontelolaatat olivat. Palkin pään sisällä näkyy pilari irronnut konsoli (punainen nuoli).

Bild 7. Ändan på en nedfallen cirka åtta meter lång hq-horisontalbalk. Höjden på balkens kvadratiska genomskärning är 320 mm och bredden 290 mm. Som förlängningar av balkens undre sida fanns 135 mm långa stöd (vit pil) på vilka hålplattorna placerades. Inne i balkens ända syns den konsolen som lossnat från pelaren (röd pil).

Figure 7. End of the horizontal 'hq' beam, approximately eight metres long, that fell in the accident. The height of the rectangular cross-section of the beam was 320 mm, and the width was 290 mm. The bottom surface of the beam was extended by 135-mm-long projections (white arrow), on which the hollow-core slabs were placed. A console that came off the pillar can be seen inside the end of the beam (red arrow).

2.1.3 Konsolien hitsausliitos

Heti onnettomuuden jälkeen havaittiin, että kolme kuudesta teräsputkipilariin kiinnitystä konsolista oli irronnut pilariin kiinnitetystä vahvistuslevystä. Hitsausliitos oli pettänyt. Seurauksena alas oli pudonnut kahden irronneen konsolin kannatteleva vaakapalkki. Seuraavan vaakapalkin kohdalta oli irronnut vain toinen konsoli, mutta palkki oli kuitenkin pudonnut myös toisen pään konsolilta. Vaakapalkkeja ei ollut suunniteltu kiinnitettäväksi konsoleihin hitsaamalla, pultilla, tapilla tai muullakaan tavalla.

Hitsausliitoksia tarkasteltaessa havaittiin, että hitsaustyön laatu oli huono. Vahvistuslevyn metalli ei ollut sulanut kunnolla eikä hitsauspalkko ollut tunkeutunut eli kiinnittynyt sii-

hen kuin pieneltä osin. Liitoksen kohdalla oli havaittavissa heti onnettomuuden jälkeen ruostetta, joka myös ilmaisee, että kiinnittymistä ei ollut tapahtunut. (Kuva 8)

Tutkintalautakunta toimitti kaikki kuusi konsolia, vahvistuslevyä ja osat niihin liittyvistä pilareista tutkimuslaitokselle tutkittavaksi. Erillinen tutkimusselostus on liitteessä 1.

Tutkimuksissa liitosvirheen suuruudeksi todettiin 90% eli hitsausliitosten kapasiteetti oli vain murto-osa virheettömään vastaavaan hitsiin verrattuna. Virheen arvioitiin syntyneen ilmeisenä seurauksena tarkoitukseen soveltumattomista hitsausparametreista, joilla tarkoitetaan esimerkiksi polttimen asentoa ja kuljetusnopeutta sekä hitsauslaitteen säätömistä valittavissa olevia hitsausvirtaa, hitsausjännitettä ja langansyöttönopeutta.



Kuva 8. Yhden irronneen konsolin kiinnittyminen tukilevyyn. Hitsausliitoksessa on ruostetta ja muutenkin on havaittavissa, että kunnollista kiinnittymistä tukilevyyn ei ollut tapahtunut. Kuva on otettu onnettomuuspäivänä.

Bild 8. En lösbruten konsols fastsättning i stödplåten. På svetsfogen förekommer rost och även i övrigt kan man se att inget ordentlig fäste i stödplåten förekommer. Bilden är tagen på olycksdagen.

Figure 8. Mounting of one console that came off the bracket. The welded joint is corroded, and it can also otherwise be observed that proper mounting on the bracket had not occurred. The picture was taken on the day of the accident.

Hitsaustyön tehneeltä saatujen tietojen mukaan hitsaus oli tehty käsin käyttäen MAG²-hitsausprosessia, jossa suojakaasuna oli käytetty argonin ja hiilidioksidin seosta. Lisäaineena oli käytetty halkaisijaltaan 1,0 mm umpilankaa, joka tutkimuksen mukaan vastasi pääosin tavanomaista seostamatonta lisäainetta. Virtalähteenä oli teräsrakennetoimitajan ilmoituksen mukaan Wallius LMP 450. Käytetyistä hitsausparametreistä ei ole tietoa. Hitsattavat kappaleet - pystypalkki, vahvistuslevy ja konsolit - olivat tutkimuksen perusteella standardin SFS-EN 10025 mukaista yleisesti käytettyä rakenneterästä S355.

Koska pelkästä hitsausliitosten tutkimuksesta ei selvinnyt, mitkä virheet olivat johtaneet epäonnistuneeseen lopputulokseen, tutkintalautakunta teetti vielä hitsauskokeita. Niiden tarkoituksena oli saada hitsaamalla aikaiseksi vastaavalla tavalla puutteellinen liitos ja todeta, miten sellainen lopputulos voi syntyä. Tutkimuksessa hitsattiin useita koeliitoksia, jolloin onnistuttiin hitsaamaan myös samalla tavoin epäonnistunut liitos kuin oli pettäneissä rakenteissa. Kokeista tehdyn tutkimusselostuksen (liite 2) mukaan hitsaustyössä on ilmeisesti käynyt niin, että käytetty jännite on ollut hieman liian suuri ja lisäksi hitsauspistooli ei ole ollut riittävästi kohdistettuna paksumpaan ja raskaampaan eli lämpöä enemmän vaativaan osaan, joka tässä tapauksessa oli pilarin ja konsolin välissä ollut 15 mm paksuinen vahvistuslevy.

Silmämääräisesti havaittuna kokeiden aikana syntyneet onnistuneet ja epäonnistuneet hitsausliitokset näyttivät samanlaisilta lukuun ottamatta sitä, että onnistuneen liitoksen hitsipalon reunalla oli kirkas viiru hitsatun levyn pinnassa jälkenä jäähtyessään kutistuneesta hitsisulasta. Epäonnistuneessa liitoksessa tätä kirkasta reunaviirua ei ollut mahdollista havaita.

2.2 Olosuhteet

Onnettomuuden aikaan Ilmatieteen laitoksen havaintojen mukaan ilman lämpötila oli 13 °C ja sää pilvipoutainen. Tuuli oli kohtalaista (nopeus 5 m/s) ja suunta oli suoraan pohjoisesta. Ilman suhteellinen kosteus oli 72 %. Havainnot ovat Jämsän Hallista noin 40 kilometrin päästä onnettomuuspaikalta.

Työskentelyolosuhteet onnettomuuden aikaan olivat tavanomaiset.

Teräsrakenteet oli valmistettu heinäkuussa 2003, jolloin oli poikkeuksellisen pitkä helteinen jakso. Hitsaustyötä tehnyt on kertonut, että hallissa, jossa hitsaus tehtiin, oli tuolloin kuumaa ja kosteaa ja työskentelyolosuhteet olivat toisinaan ilmeisen epämukavat.

² MAG = Metal active gas. Active-sana merkitsee, että hitsauksessa käytettävä suojakaasu reagoi sulan aineen kanssa eli sillä vaikutetaan valokaaren ja sulan käyttäytymiseen. Vastaavasti MIG-hitsauksessa suojakaasu on inertti eli se ei reagoi, vaan ainoastaan suojaa sulaa ja valokaarta. Kummassakin hitsaustavassa hitsauspistooli syöttää teräslankaa, joka sulaa valokaaressa ja toimii näin lisäaineena. Samalla lanka toimii myös hitsauslaitteesta valokaareen sähkövirtaa kuljettavana elektrodina. MIG- ja MAG ovat yleisimmin käytetyt hitsaustavat Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Japanissa.

2.3 Rakennushankkeeseen liittyvät organisaatiot ja henkilöt

Vanha huoltoasema vaihtoi omistajaa vuonna 2002. Uusi omistaja haki 21.3.2003 huoltoaseman laajentamiseksi rakennuslupaa, jonka se sai Oriveden ympäristölautakunnalta 10.4.2003.

Rakennusvalvonnan viranomaistehtävistä huolehtii Orivedellä ympäristölautakunta. Pienten rakennushankkeiden viranomaistehtävistä huolehtii rakennustarkastaja, mutta tässä hankkeessa rakennuslupa käsiteltiin ympäristölautakunnassa. Rakennustarkastaja huolehti asiaan liittyvistä käytännön järjestelyistä eli muun muassa keräsi kaikki rakennuslupaa varten tarvittavat piirustukset ja lausunnot ja järjesti aloituskokouksen. Aloituskokouksesta täytettiin rakennusvalvontaviranomaisen esivalmis pöytäkirja, jonka mukaan kokouksessa käytiin lävitse rakennusluvan lupaehdot ja todettiin seuraavat asiat:

- vastaava työnjohtaja vastaa kaikkien piirustusten toimittamisesta työmaalle,
- osapuolet sitoutuvat suorittamaan rakennushankkeen hyväksytyt rakennusluvan mukaisesti rakentamista koskevia säännöksiä ja määräyksiä noudattaen,
- rakennuttajan asiantuntijat ja urakoitsijat,
- rakennushankkeeseen ryhtyvän / vastaavan työnjohtajan tulee rakennustyön etenemisen myötä tilata rakennusvalvontaviranomaiselta rakennusluvan ehtojen mukaiset katselmukset,
- vastaava työnjohtaja huolehtii tarkastusasiakirjan ylläpitämisestä ja siitä laadittavan yhteenvedon toimittamisesta rakennustarkastajalle lopputarkastuksen yhteydessä. Keskeisten työvaiheiden tarkastuksia voivat pöytäkirjan mukaan suorittaa viranomaisten lisäksi vastaava työnjohtaja, suunnittelijat, kvv-³ ja iv⁴-työnjohtajat sekä valvojat.
- pääurakoitsijan laatujärjestelmää käytetään työmaakohtaisena laatusuunnitelmana,
- vastaava työnjohtaja vastaa, että rakentamisessa käytetään kelpoisuusvaatimukset täyttäviä rakennusmateriaaleja ja kerää tuotetiedot käytetyistä materiaaleista. Sama velvollisuus on kvv- ja iv-työnjohtajilla oman alansa asennusten osalta.

Aloituskokouksen jälkeen rakennustarkastaja ei osallistunut hankkeeseen ennen onnettomuutta muuten kuin vastaanottamalla puhelimitse vastaavan työnjohtajan ilmoituksen siitä, että perustusten raudoitukset on tehty. Teräsrungon suunnittelussa, toteutuksessa ja asennuksessa rakennustarkastaja ei ollut millään lailla mukana.

Työturvallisuutta valvovana viranomaisena rakennushankkeessa oli Hämeen työsuojelupiiri. Työsuojelupiirin tarkastaja teki työmaalle työsuojelutarkastuksen perustusvaiheessa ennen kuin teräsrakenteita oli alettu asentaa.

Omistaja, joka oli myös tuleva toiminnanharjoittaja, toimi hankkeessa rakennuttajana, jota maankäyttö- ja rakennuslaissa kutsutaan rakennushankkeeseen ryhtyväksi. Rakennus-

³ kvv = kiinteistön vesi ja viemärlaitteistot

⁴ iv = ilmanvaihto

nuttajalla oli rakennuttajatoimintaa varten kaksi henkilöä, joista toinen toimi rakennustyön valvojana. Toinen toimi kiinteistöpäällikkönä. Heidän koulutuksensa olivat rakennusalan diplomi-insinööri ja insinööri.

Rakennuttaja teetti arkkitehtisuunnitelmat tamperelaisella arkkitehtitoimistolla, jonka rakennuttaja myös valtuutti hakemaan puolestaan rakennuslupaa. Kyseisen arkkitehtitoimiston rakennusarkkitehti ilmoitettiin rakennuslupahakemuksessa myös rakennushankkeen pääsuunnittelijaksi. Rakennuslupahakemuksen liitteenä olleen suunnittelijoiden kelpoisuuden arviointilomakkeen mukaan pääsuunnittelijalla oli 24 vuoden kokemus rakennusten suunnittelusta ja rakentamisesta.

Arkkitehtitoimisto laati muun muassa rakennuslupaa varten tarvittavat pääpiirustukset, jotka käsittivät asemapiirustuksen istutussuunnitelmineen, 1. ja 2. kerroksen pohjapiirustuksen, vesikaton piirustuksen, leikkauspiirustuksia, julkisivupiirustukset, rakennelikkaukset, VSS-piirustuksen sekä piirustuksia rakennuksen ulkopuolisista rakenteista kuten polttoainejakelukatoksesta, mainostorneista, huoltorakennuksesta ja julkisivujen väryksistä.

Rakennuslupahakemuksessa ja sen liitteissä ilmoitettiin pääsuunnittelijan lisäksi rakennesuunnittelijan, LVI-suunnittelijan ja sähkösuunnittelijan nimi. Rakennesuunnittelijana oli rakennusinsinööri tamperelaisesta insinööritoimistosta. Hänellä oli suunnittelijoiden kelpoisuuden arviointilomakkeen mukaan kokemusta rakennussuunnittelusta 31 vuotta.

Rakennuttaja järjesti hankkeen toteuttamisesta urakkakilpailun, jonka perusteella pääurakoitsijaksi rakennuttaja valitsi tamperelaisen vuonna 2000 perustetun pääosin pohjoismaisen konsernin omistaman rakennusliikkeen. Pääurakoitsijan valintaperusteina oli rakennuttajan mukaan ollut yrityksen koko eli resurssien riittävyys, hinta ja se, että yrityksellä on laatujärjestelmä. Laatujärjestelmän sisältöön rakennuttaja ei erityisemmin perehtynyt. Sama rakennusliike oli urakoitsijana myös rakennuttajan toisessa vastaavallisessa kohteessa, jonka aikataulu eteni joitakin viikkoja tätä kohdetta edellä.

Pääurakoitsijan toimistohenkilökunnasta Oriveden urakkaan osallistuivat projektipäällikkö ja hankintapäällikkö. Projektipäällikön koulutus on rakennusalan diplomi-insinööri. Työmaalle valittiin vastaavaksi työnjohtajaksi pääurakoitsijalla työskentelevä yhdyskuntatekniikan tekniikko, joka oli käynyt myös ammattikoulun talonrakennuslinjan. Hän oli työskennellyt kirvesmiehenä 4-5 vuotta ja tehnyt työnjohtotöitä 2,5 vuoden ajan. Rakennustarkastaja hyväksyi hänet vastaavan työnjohtajan tehtävään.

Pääurakoitsija oli aikaisemmin aloitetun kohteen osalta tehnyt sopimuksen teräsrungon toimituksesta asennettuna pirkanmaalaisen metallialan yrityksen kanssa. Pääurakoitsija teki myös tämän Oriveden kohteen osalta kaupat teräsrungon toimituksesta asennettuna saman yrityksen kanssa. Pääurakoitsija ehdotti aliurakoitsijaksi kyseistä yritystä, minkä rakennuttaja myös hyväksyi. Samaan tilaukseen liitettiin myös joidenkin muiden pienempien teräsosien kuten koristeristikoiden ja törmäyssuojien toimitus. Pääurakoitsijan projekti- ja hankintapäällikkö hoitivat tilaus- ja sopimusasiat teräsrungon toimittajan kanssa. Rakennuttaja oli ilmoittanut pääurakoitsijalle, että teräsrakennetoimittajalta tulee



vaatia hitsaajien pätevyystodistukset ja materiaalitodistukset ja toimittaa ne myös rakennuttajalle. Niitä ei kuitenkaan ennen asennusta ja onnettomuutta ollut saatu.

Teräsrakenteet toimittanut yritys oli pieni, sillä siellä työskenteli päätyönään yksi henkilö, joka huolehti sekä hallinnosta että tuotannosta. Hän on myös omistaja. Lisäksi yrityksessä on työskennellyt kesätyöntekijänä yksi sähköalaa opiskeleva ammattikoululainen. Yrityksen omistaja on kertonut, että ammattikoululainen oli mitannut hitsattavat osat paikoilleen ja hitsannut ne pienillä kiinnityshitsauksilla niin, että ne pysyvät paikoillaan. Sen jälkeen yrityksen omistaja oli hitsannut osat lopullisesti kiinni. Hitsaustyö tehtiin saatujen tietojen mukaan alapienahitsinä eli niin, että hitsauspistoolin suunta oli viistosti ylhäältä alaspäin ja sitä liikutettiin vaakatasossa. Yritys asensi teräsrakenteet paikoilleen elokuun alussa.

Teräsrakenneurakoitsijayrityksen omistaja, joka on kertonut hitsanneensa kyseiset hitsausliitokset, ei ollut ennen onnettomuutta toimittanut hitsaajan pätevyystodistusta. Onnettomuuden jälkeen (syyskuu 2003) hän on käynyt suorittamassa hitsauskokeen, josta on todistus. Kokeessa on hitsattu pienaliitos, joka on tarkastettu silmämääräisesti ja murtokokeella. Todistuksessa mainittua tietopuolista koetta "ei testattu". Henkilö on koulutukseltaan tekniikko ja hänellä on kertomansa mukaan yli 20 vuoden kokemus alalta. Hän on ilmoittanut menettäneensä toisen silmän näön noin 35 vuotta aikaisemmin sattuneessa liikenneonnettomuudessa, ja että toisen silmän näkö on normaali.

Rakennesuunnittelija oli laatinut rakennukseen liittyvät rakennesuunnitelmat, joissa oli esitetty muun muassa mitat ja periaateratkaisut, joita tulee noudattaa teräsrungon suunnittelussa. Rakennesuunnittelijan alkuperäisessä suunnitelmassa oli esitetty, että vaakasuuntaiset palkit olisivat "teräspalkkeja, esim. "deltapalkkeja"". Palkkityypiksi valittiin kuitenkin teräsrakenneurakoitsijan toivomuksesta niin sanottu hq-palkki. Rakennesuunnittelija hyväksyi kyseisen palkkivalinnan, joka ei vaikuttanut rakennetta heikentävästi. Rakennesuunnittelija on lisäksi kertonut keskustelleensa palkkimuutoksesta rakennuttajan kanssa.

Teräsrakenteiden tarkemmat suunnitelmat teki teräsrungon toimittajan tilauksesta tamperelainen suunnittelutoimisto. Suunnittelutoimisto suunnitteli teräsrungon yksityiskohdat, teki tarvittavat pilarien ja palkkien lujuuslaskelmat ja piirustukset, joiden perusteella rungon osat valmistettiin. Suunnittelija on koulutukseltaan diplomi-insinööri ja hänellä on pätevyys teräsrakenteiden suunnitteluun.

2.4 Pelastustoimen organisaatio ja toimintavalmius

Oriveden pelastustoimi on kuulunut vuoden 2003 alusta lähtien Tampereen aluepelastuslaitokseen.

Pelastustoimen yksiköitä ja sairausautoja oli saatavissa onnettomuuspaikalle nopeasti ja riittävästi. Ensimmäinen yksikkö, sairausauto Orivedeltä, oli paikalla noin kahdeksassa minuutissa onnettomuudesta. Hätäkeskus hälytti yksiköitä ensin Orivedeltä ja sitten lähikunnista Juupajoelta, Tampereelta, Kangasalalta ja Nokialta. Yhteensä paikalle saapui

12 yksikköä, joista viimeinenkin alle 40 minuutissa onnettomuudesta. Oriveden paloasemalta on onnettomuuspaikalle noin neljä kilometriä.

Ontelolaattojen nostoon pystyvää kalustoa ei palokunnalla ollut, mutta sillä ei ollut vaikutusta onnettomuuden seurauksiin.

2.5 Tallenteet

Itse onnettomuudesta ei ole tallenteita. Hätälmoitukset ja poliisin kuvaamat valokuvat ja videot ovat olleet tutkintalautakunnan käytössä. Lisäksi tutkintalautakunnalla on ollut käytettävissään rakennuttajan ennen onnettomuutta ottamia kuvia.

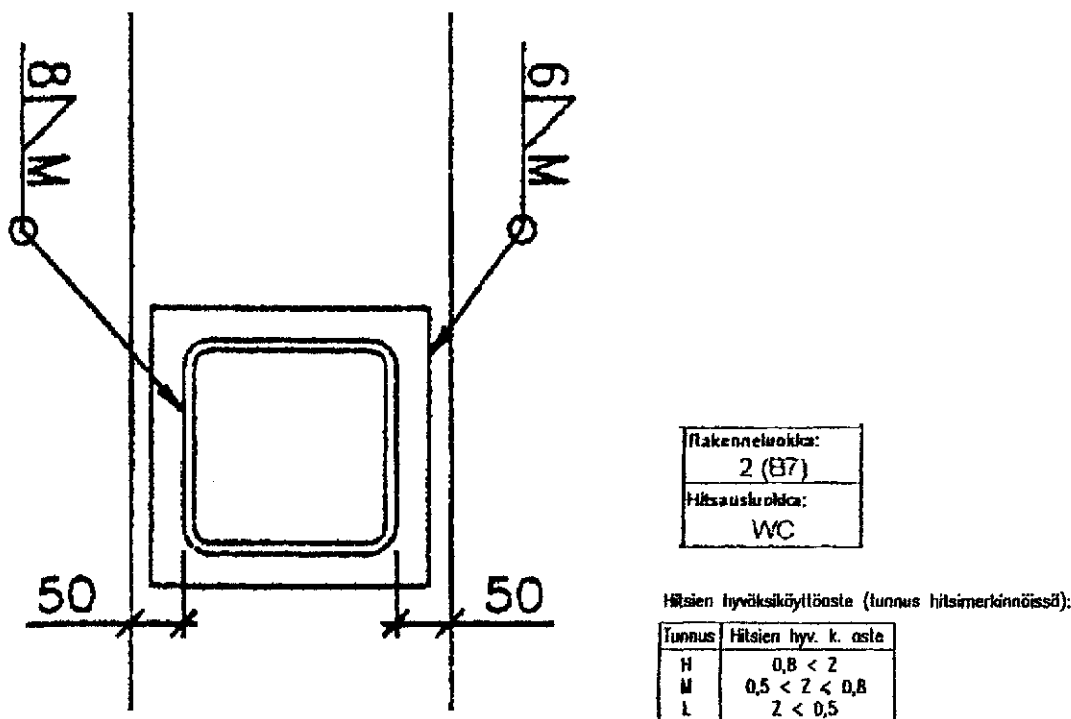
2.6 Asiakirjat

Poliisin poliisitutkinta- ja esitutkintamateriaali kuulusteluineen on ollut tutkintalautakunnan käytössä alusta saakka.

Lisäksi tutkintalautakunnalla on ollut käytettävissään rakennuksen suunnitteluasiakirjat joihin kuuluvat pääpiirustukset, rakennepiirustukset sekä teräsrungon valmistusta varten tehdyt konepajapiirustukset ja niitä laadittaessa tehdyt laskelmat. Pettäneeseen konsoliin liittyen piirustuksissa oli valmistusta varten kuvassa 9 esitetty piirustus ja hitsaustyötä koskevat merkinnät.

Teräsrakenteiden suunnittelija oli merkinnyt piirustuksiin, että konsoli hitsataan ympäri pienahitsauksena niin, että hitsin a-mitan tulee olla 8 mm. A-mitalla tarkoitetaan piensahitsin sisään piirretyn tasakylkisen kolmion korkeutta, jota käytetään mitoituslaskelmissa hitsin laskentapaksuutena. Hitsausluokaksi on annettu WC, jolla tarkoitetaan hitsausluokkaa *C Hyvä*. Hitsausluokkaa koskevat vaatimukset on esitetty standardissa EN 25817. Hyväksikäyttöasteeksi kyseiselle hitsausliitokselle on piirustuksissa annettu 0,5 – 0,8. Hyväksikäyttöasteella tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osa hitsausliitoksen laskennallisesta kapasiteetista oletetaan todella kuormaa kantavaksi eli se on ikään kuin ylimääräinen varmuuskerroin.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan *B7 Teräsrakenteet* mukaisesti rakenneluokaksi on mainittu luokka 2. Luokituksella jaetaan teräsrakenteet mahdollisista vaurioista aiheutuvien henkilövahinkojen suuruuden ja yhteiskunnallisten menetysten perusteella kolmeen luokkaan (1, 2 ja 3). Rakenneluokka 2 vastaa vuonna 2002 annetussa rakentamismääräyskokoelman osassa *A2 Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat* annettua rakennesuunnittelutehtävän vaativuutta A.



Kuva 9. Ote teräsputkipilarien konepajapiirustuksista. Kuvassa konsoli ja piirustuksen alareunasta poimitut hitsaustyötä koskevat merkinnät.

Bild 9. Utdrag ur verkstadsritningarna för stålörspelarna. Bilden visar en konsol och anteckningarna avseende svetsningsarbetet tagna från ritningens nedre kant.

Figure 9. Extract from the shop drawings of the steel tube pillars. The picture shows the console and the markings related to welding, taken from the bottom of the drawing.

Teräsrakenteiden suunnittelija oli tehnyt myös konsolien hitsausliitoksille mitoituslaskelmat, joihin konepajapiirustusten vaatimukset perustuivat. Laskelmissa oli tarkasteltu konsoleihin kohdistuvaa leikkausvoimaa ja asennusaikana kohdistuvaa vääntöä. Eniten kuormitettu vaakapalkki oli kolmesta palkista keskimmäinen, joten mitoitusta varten riitti sen konsolien tarkastelu. Palkkien ja ontelolaattojen mitoitukseen käytettiin valmista mitoitusohjelmaa, mutta konsolien mitoitus oli tehty käsin.

Suunnittelun a-mitaltaan 8 mm hitsausliitoksen kapasiteetiksi suunnittelija oli valinnut 1,45 kN/mm, joka on teräslaadulle S 355 käytetty osavarmuuskertoimen sisältävä mitoitusarvo. Kun leikkausvoimaa kantaviksi hitsin osiksi katsotaan vain konsolin pystysuuntaiset hitsit ja konsolin korkeus on 200 mm, kuormaa kantavaa hitsiä on yhteensä 400 mm. Yhden konsolin mitoituskapasiteetiksi leikkausvoimaa vastaan saadaan siten $400 \text{ mm} \cdot 1,45 \text{ kN/mm} = 580 \text{ kN}$ ($\approx 59\,000 \text{ kg}$).

Suunnittelija oli laskenut myös kapasiteetin asennusaikaista vääntöä vastaan, mutta onnettomuutta edeltäneessä tilanteessa konsoleihin kohdistuvista voimista kriittisin oli staattinen pystysuuntainen kuormitus, joka muodostui pääosin ontelolaattojen ja pinta-valun painosta. Suunnittelija oli käyttänyt ontelolaattojen painona arvoa $4,05 \text{ kN/m}^2$ ja pinta-valun painona arvoa $1,25 \text{ kN/m}^2$. Lisäksi muuttuvia kuormituksia, jotka eivät on-

nettomuuden sattuessa vaikuttaneet, oli huomioitu $2,5 \text{ kN/m}^2$ ja asennuksen aikaisia hyötykuormia $0,5 \text{ kN/m}^2$. Muuttuvilla kuormituksilla tarkoitettiin esimerkiksi välipohjan varaan myöhemmin asennettavia ilmanvaihtolaitteita ja muita mahdollisia rakennusta käytettäessä syntyviä kuormituksia. Muuttuvista kuormituksista pysyviksi on suunnitelmissa esitetty 30 %. Kokonaiskuormitukseksi saadaan laskemalla eri kuormitukset yhteen $8,3 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 850 \text{ kg/m}^2$). Edellä mainituilla arvoilla mitoitusohjelmasta oli saatu eniten rasitetulle konsolille siirtyväksi leikkausrasitukseksi 399,6 kN. Pysyvien ja muuttuvien kuormien osavarmuuskertoimet on tässä kuormassa jo huomioitu.

Rakenteiden mitoitus perustuu siihen, että liitoksen mitoituskapasiteetin tulee olla vähintään yhtä suuri kuin mitoituskuormitus. Kun verrataan edellä esitettyä yhden konsolin hitsausliitoksen mitoituskapasiteettia 580 kN ja konsoliin vaikuttavaa mitoituskuormitusta 399,6 kN nähdään, että mitoituskuormitus on 69 % mitoituskapasiteetista. Näin ollen liitoksen hyväksikäyttöaste on 0,69, joka siis osoittaa, kuinka suuri osa hitsausliitoksen mitoituskapasiteetista on käytössä.

Onnettomuushetkellä hitsausliitokseen kohdistuvana kuormana olivat teräksiset vaakapalkit, ontelolaattakenttä ja pintavalu. Mitoituksessa suunniteltuja muuttuvia kuormia tai mitään asennuksen aikaisia hyötykuormia ei ollut, sillä ilmanvaihtolaitteita tai muuta tavaraa ei välipohjan päällä ollut lainkaan. Näin ollen onnettomuuden aikaan kuormaa kohdistui konsoleihin yhteensä $4,05 \text{ kN/m}^2 + 1,25 \text{ kN/m}^2 = 5,3 \text{ kN/m}^2$, joka on 64 % mitoituskuormasta. Liitoksen hyväksikäyttöaste huomioiden kuormitus onnettomuushetkellä oli vain 44 % mitoituskuormasta ja lisävarmuutta antavat vielä osavarmuuskertoimet. Onnettomuuden aikaan vaikuttanut kuormitus oli vain murto-osa hitsausliitoksen suunnitellusta kapasiteetista. Suunnitelmien mukaan tehty rakenne ei siis tilanteessa vaikuttaneilla kuormituksilla olisi pettänyt ja olisi myös kestänyt toiseen kerrokseen suunnitellun hyötykuorman.

2.7 Määräykset ja ohjeet

Rakentamista koskee maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999). Lakia ja asetusta täydentävät Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet ja määräykset, joissa annetaan rakennusteknisiä ja vastaavia määräyksiä ja ohjeita. Määräykset ovat velvoittavia. Ohjeet sen sijaan eivät ole velvoittavia, vaan muitakin kuin niissä esitettyjä ratkaisuja voidaan käyttää, jos ne täyttävät rakentamiselle asetetut vaatimukset. Ohjeetkin ovat käytännössä määräysten tasoisia eli velvoittavia silloin, kun rakentajalla ei ole esittää vaatimukset täyttävää vaihtoehtoista ratkaisua. Hitausta koskeva kohta on käytännössä määräys, sillä vaihtoehtoisia toimintatapoja ei tutkintalautakunnan käsityksen mukaan juuri ole.

2.7.1 Rakentamismääräyskokoelman osa A1 Rakennustyön valvonta

Kohta 3.1 Huolehtimisvelvollisuus rakentamisessa

Rakennushankkeeseen ryhtyvän eli rakennuttajan on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten, määräysten sekä

myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen ja käytettävissään pätevä henkilöstö.

Kohta 3.2 Rakennustuotteiden tarkastaminen

Rakennustuotteiden, joiksi rakennuksen rungon osat on tässä tapauksessa katsottava, tulee täyttää rakentamiselle asetetut olennaiset vaatimukset. Jos rakennustuote ei ole tyyppihyväksytty tai sitä ei koske rakennustuotedirektiivin mukainen menettely (CE-merkintä), kelpoisuus tulee rakentamismääräyskokoelman osan *A1 Rakennustyön valvonta* mukaan selvittää rakentamisen viranomaisvalvonnassa joko keskitetysti tai rakennuspaikkakohtaisesti.

Koska teräsrakenteen osat oli tätä kohdetta varten muualla suunniteltu ja valmistettu eikä keskitettyä valvontaa ollut, kelpoisuus olisi määräysten mukaan tullut selvittää rakennuspaikkakohtaisessa viranomaisvalvonnassa. Rakennuspaikkakohtaisena etukäteiselvityksenä voidaan määräysten mukaan pitää hyväksytyssä testauslaitoksessa suoritettua koetta ja sen perusteella annettua asiantuntijalausuntoa. Tarvittaessa voidaan edellyttää myös rakennustyön aikaisia kokeita. Tässä tapauksessa viranomaisvalvonnassa ei selvitetty teräsrakenteiden kelpoisuutta.

Määräysten mukaan valvontatehtävän laajuutta ja laatua harkittaessa otetaan huomioon rakennushankkeen vaativuus, luvan hakijan ja hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaavien henkilöiden asiantuntemus ja ammattitaito sekä muut valvonnan tarpeeseen vaikuttavat seikat. Viranomaisvalvonnassa huomio kohdistetaan pääosin siihen, että hankkeen toteuttamisesta vastuulliset täyttävät lupapäätöksessä tai aloituskouksessa heille määrätyt tai muutoin kuuluvat velvollisuutensa.

Kohta 4 Vastaava työnjohtaja ja erityisalan työnjohtajat

Hankkeella ja tarpeen mukaan sen erityisaloilla tulee olla vastaavat työnjohtajansa, jotka kunnan rakennusvalvontaviranomainen hyväksyy. Vaatimuksena on, että vastaavalla työnjohtajalla ja erityistöiden työnjohtajalla tulee olla rakennushankkeen laadun ja tehtävän vaativuuden edellyttämä koulutus ja kokemus. Rakennusvalvontaviranomainen oli hyväksynyt hankkeelle vastaavan työnjohtajan, jonka koulutus oli yhdyskuntatekniikan tekniikka.

Rakentamismääräyskokoelman osa *A1 Rakennustyön valvonta* edellyttää erityisalan työnjohtajan asettamista silloin, kun vastaavalla työnjohtajalla ei katsota olevan riittävää kelpoisuutta johtaa erityisalan työtä tai esimerkiksi kun on kyseessä työkokonaisuus, joka vaatii erityisosaamista. Kyseinen teräsrunko oli tuoteosatoimitus, jossa pääurakoitsija tilasi kokonaisuuden johon kuului suunnittelu, valmistus ja asennus.

Tässä tapauksessa teräsrakenteita varten ei nimetty erityisalan vastaavaa työnjohtajaa. Sitä ei nimetty nähtävästi siksi, että teräsrakenteet oli tilattu paikalleen toimitettuina. Käytännössä erityisalan työnjohtajan tehtävät olivat teräsrakenneurakoitsijalla, joka toimi itse myös asentajana ja hitsarina.

2.7.2 Rakentamismääräyskokoelman osa B7 Teräsrakenteet

Kohdan 9.4 *Hitsaus* mukaan ”Rakenteiden valmistajalla tulee olla valmistuksessa ja asennuksessa käytettävistä hitsausprosesseista hitsausohjeet (WPS). Hitsausohjeet hyväksyy sovellettavan standardin mukaisen ainetta rikkomattomia tarkastuksia tekevän 2. tason tai hitsausinsinöörin pätevyyden omaava henkilö.” Tarkemmin tätä vaatimusta ei kyseisessä ohjeessa ole määritelty.

WPS-lyhenne tulee sanoista Welding Procedure Specification, jolla tarkoitetaan standardissa SFS-EN 288-2 kuvailtua erikseen kutakin hitsaustyötä varten laadittavaa hitsausohjetta. Kyseisen standardin mukaan hitsausohjeen tulee olla kirjallinen, ja kuten rakentamismääräyskokoelman ohjeessakin mainitaan, päteväksi katsotun henkilön hyväksymä. Hitsausohjeen tulee standardin mukaan perustua menetelmäkokeeseen. Menetelmäkokeella tarkoitetaan koetta, jossa sopivia liitettävän materiaalin kappaleita hitsataan toteutettavaa liitosta vastaavalla tavalla yhteen tuotantoa vastaavissa olosuhteissa. Koeliitoksen avulla todetaan, että käytettävä hitsausprosessi arvoineen soveltuvat kyseiseen hitsausliitokseen.

Lisäksi hitsauksesta vaaditaan laadittavaksi suunnitelma, jota tehtäessä selvitetään tarpeen mukaan muun muassa seuraavat asiat:

- hitsausolosuhteet
- menetelmät ja laitteet
- hitsausjärjestys
- railon muodot
- hitsausasennot
- hitsausenergia
- esilämmityksen tarpeellisuus
- lisäaineet
- hitsien jälkikäsittely
- hitsien tarkastus; menetelmät ja laajuus
- tarvittavat menetelmäkokeet.

Lisäksi B7:ssä on mainittu muun muassa, että ”hitsauksessa noudatetaan sovellettavissa olevissa standardeissa esitettyjä ohjeita.” Ohjeen liitteessä on lueteltu yhteensä 23 hitsaustyötä koskevaa standardia.

Ohjeen rakenteiden vaatimuksenmukaisuutta koskevan luvun 11 taulukossa 11.7 on ohjeet hitsausliitosten laadunvarmistustoimenpiteistä. Kaikkien rakenneluokkien ja hitsiluokkien liitokset edellytetään tarkastettavaksi silmämääräisesti. Pienahitsien osalta mainitaan, että ”yleensä hyväksytään silmämääräinen tarkastus.” Lisäksi on esitetty laadunvarmistustoimenpiteinä ilman tarkempia määrittelyjä seuraava luettelo:

- hitsauslaitteiden tarkastus
 - hitsauskoneet ja laitteet
 - kuivauskaapit
- esilämmityslämpötilojen tarkastus
- hitsausenergian valvonta
- hitsausrailojen tarkastus

- railokulmat
- railopinnat
- ilmaraot
- epäpuhtaudet, ruoste, öljy, vesi jne.
- hitsausolosuhteet
- a-mittojen tarkastus, muiden mittojen tarkastus
- hitsin liittyminen perusaineeseen

Hitsaajilta edellytetään ohjeessa B7 ”sovellettavan standardin mukainen pätevyys kaikissa työvaiheissa, joilla on oleellista vaikutusta työn laatuun”. Pätevyyskokeen sisältö esitetään standardissa SFS-EN 287-1. Hitsaajan pätevyys on standardin mukaan osoitettava kokeessa hitsausohjetta (WPS) seuraten tuotannossa käytetyillä hitsausprosesseilla ja tuotanto-olosuhteissa yleisesti esiintyvissä hitsausasunnoissa ja haarakulmissa. Jos hitsausvirheet koekappaleessa ylittävät sallitut enimmäisarvot, koe on hylättävä.

Teräsrakenteiden toimittaja ei ollut laatinut kyseistä työtä varten rakentamismääräyskoelmassa tarkoitettua hitsausohjetta eikä sen laatimiseen tarvittavaa menetelmäkoetta ollut tehty. Työtä varten ei myöskään ollut suunnitelmaa eikä hitsaajalla ollut voimassa olevaa hitsaajan pätevyystodistusta. Hitsausliitokset tarkastettiin silmämääräisesti, josta siinä ei ole pöytäkirjaa.

2.8 Muut tutkimukset

Heti onnettomuuden jälkeen tutkintalautakunnan pyynnöstä mitattiin kaikkien kuuden ontelolaattakenttää kannattaneen pilarin sijainti ja kallistuma. Mittaustulosten mukaan pilarien sijainti vaakatasossa konsolien korkeudella poikkesi onnettomuuden jälkeen suunnitelmiin merkitystä joitakin kymmeniä millimetrejä. Asialla ei kuitenkaan ole todettu olleen merkitystä, sillä onnettomuudessa ei ollut kyse vaakapalkkien putoamisesta tukeaan olevien konsolien päältä vaan konsolien irtoaminen. Siirtymään on lisäksi vaikuttanut voimakas romahdustapahtuma.

3 ANALYYSI

3.1 Onnettomuuden analysointi

Onnettomuus tapahtui, koska kolme pilarien kylkeen kiinnitettyä teräksistä vaakapalkkia ja ontelolaattakenttää kannattelevaa konsolia irtosi hitsausliitosten murruttua. Seuraavassa tarkastellaan ensin hitsaustyön tilaamista ja valvontaa ja sen jälkeen hitsaustyön epäonnistumista.

3.1.1 Teräsrakenteiden tilaus ja valvonta

Rakennuksen teräsrunko ja siten hitsaustyön tilausketju oli yksinkertainen. Rakennuttaja oli tehnyt rakennusliikkeen kanssa urakkasopimuksen, johon sisältyi myös teräsrunko. Rakennusliike tilasi teräsrungon suunniteltuna, valmistettuna ja asennettuna aliurakoitsijalta.

Teräsrakenteiden kokonaistoimitusketju oli siis seuraava:

Rakennuttaja (vähittäiskauppaa harjoittava osuuskunta)



Pääurakoitsija (rakennusliike)



Aliurakoitsija (metallialan yritys)

Rakennuttaja rakennutti huoltoasemarakennusta itselleen ja yrityksen tarkoituksena oli huolehtia jatkossa myös rakennuksen ylläpidosta. Sen vuoksi rakennuttajalla oli aito pyrkimys valvoa rakennuksen laatua. Rakennuttamista varten rakennuttajalla oli kaksi rakennusalan koulutuksen omaavaa henkilöä, joista toinen toimi kohteen valvojana. Valvoja kävi usein työmaalla valvomassa rakentamista.

Rakennuttaja järjesti urakoitsijan valitsemiseksi tarjouskilpailun ja valitsi pääurakoitsijan hinnan ja resurssien perusteella. Yhtenä esillä olleena asiana oli myös se, että pääurakoitsijalla tiedettiin tarjousasiakirjojen perusteella olevan laatujärjestelmä. Laatujärjestelmän sisältöön ei kuitenkaan erityisemmin perehdytty. Pääurakoitsijan edustajan kertoman mukaan laatujärjestelmässä, joka on osa yrityksen toimintajärjestelmää, ei ollut esitetty sellaisia yksityiskohtia, jotka olisivat voineet estää tämän onnettomuuden. Urakkasopimusta tehtäessä ei teräsrakenteiden toimittaja ollut vielä tiedossa.

Rakennusvalvontaviranomainen osallistui hankkeeseen sen alussa eli rakennuslupavaiheessa ja aloituskokouksessa. Teräsrakenteiden tilaus- ja valmistusprosessiin se ei kuitenkaan puuttunut eikä ollut tietoinen niihin liittyvistä asioista. Rakennusvalvonta toimi alalla yleisesti käytössä olevalla tavalla eli jätti vastuun rakennuttajalle ja muulle rakentamisorganisaatiolle. Rakennusvalvontaviranomaisen yhtenä tehtävänä on kuitenkin toimia turvallisen rakentamisen varmistajana. Sen vuoksi rakennusvalvonnan tulisi

osaltaan pyrkiä valvomaan, miten rakennuttajan ja edelleen alemman organisaation laadunhallinta toimii ja siten varmistaa, että rakennustuotteiden kelpoisuus tulee selvitettyä.

Pääurakoitsija valitsi teräsrakenteiden toimittajan ilman erityistä tarjouskilpailua, koska sama yritys oli jo tekemässä teräsrunkoa rakennusliikkeen toisessa rakennuskohteessa. Jo mainittuun toiseen kohteeseen teräsrakennetoimittajaa valittaessa oli myös käynyt ilmi, että kesäaikaan toimitusajat muilla olivat pitkiä ja osa teräsrakennetoimittajista ei ole halukkaita toimittamaan näin pieniä teräsrakenteita.

Teräsrakenteiden toimittaja ei ollut pääurakoitsijalle aikaisemmilta vuosilta tuttu, mutta pääurakoitsijan arvion mukaan se olisi kykenevä toimittamaan tämän kaltaisia rakenteita. Tässä kohteessa rakenteet olivat myös yksinkertaisempia kuin toisessa rakenteilla olleessa kohteessa. Pääurakoitsija esitti aliurakoitsijaehdotuksen rakennuttajalle, joka sen hyväksyi. Rakennuttajana toimineelle yritykselle teräsrakennetoimittaja oli toimittanut rakenteita ainakin kahteen kohteeseen aikaisemmin ja oli siten jossain määrin tuttu. Rakennuttaja ilmoitti ensimmäisissä työmaakouksissa pääurakoitsijalle, että teräsrakennetoimittajalta tulee vaatia hitsaajien pätevyystodistukset ja materiaalitodistukset ja toimittaa ne myös rakennuttajalle. Niitä ei kuitenkaan ennen asennusta ja onnettomuutta ollut saatu. Ilmeisesti käytäntönä on, etteivät teräsrakennetoimittajat toimita todistuksia etukäteen ja tilaajat yleisesti hyväksyvät sen.

Sekä rakennuttaja että pääurakoitsija ilmeisesti tiesivät kyseisen yrityksen toimittaneen vaativiakin rakenteita, ja uskoivat yrityksestä muodostuneen mielikuvan ja maineen perusteella yrityksen toiminta- ja laadunvalvontatapojen olevan kunnossa. Asiaan on vaikuttanut todennäköisesti myös se, että toimitettavia rakenteita pidettiin suhteellisen yksinkertaisina eikä niihin arveltu sisältyvän erityisiä riskejä. Rakennuttajan tai pääurakoitsijan henkilöstöstä kukaan ei käynyt teräsrakenteet toimittaneessa yrityksessä.

Pääurakoitsija on korostanut, että teräsrakenteiden toimittajan kanssa tehdyssä aliurakasopimuksessa viitattiin rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin sekä rakennustöiden yleisiin laatuvaatimuksiin ja edellytettiin niiden mukaista suoritusta.

Pääurakoitsijan laatujärjestelmässä edellytettiin, että alihankkijoiden kanssa sovitaan muun muassa toimituksen alkamisen edellytykset. Näin oli tässäkin tapauksessa tehty teräsrakennetoimittajan kanssa vaikkakaan siitä ei ole pöytäkirjaa. Sovitut asiat liittyivät pääsääntöisesti asennuksen käytännön järjestelyihin. Hitsaustyön laadun kannalta mainitulla laatujärjestelmän vaatimuksella ei ollut merkitystä.

Teräsrakenteiden suunnittelu kuului tilaukseen, joten toimittaja tilasi suunnittelun tunte-maltaan suunnittelijalta. Suunnittelija teki työpiirustukset, joiden perusteella teräsrakennetoimittaja valmisti rakenteet. Piirustuksen alareunassa oli mainittu rakenneluokka ja hitsausluokka, joiden avulla tulisi selvittää hitsausta koskevat vaatimukset rakentamis-määräyksistä ja edelleen standardeista. Yleisiä vaatimuksia muun muassa hyvän rakentamistavan ja voimassa olevien säädösten noudattamisesta on lisäksi yleisissä sopimusehdoissa ja yleisissä laatuvaatimuksissa.

Jos tarkastellaan teräsrakenteiden tilaus- ja toimitusprosessia kokonaisuutena, laadunhallintaketjussa oli merkittävä puute. Työ jätettiin täysin yhden yrityksen, ja tässä tapauksessa yhden henkilön varaan. Hitsaustyön laadukkuudesta ei edellytetty etukäteisselvitystä eikä toimintatapoja pyritty valvomaan.

Rakentamismääräysten mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän eli rakennuttajan on huolehdittava siitä, että rakentamisen oleelliset tekniset vaatimukset täyttyvät. Tässä tapauksessa rakennuttaja ei ollut sopimussuhteessa teräsrakennetoimittajaan, jolloin teräsrakenteiden vaatimustenmukaisuudesta oli mahdollista pyrkiä huolehtimaan pääurakoitsijan välityksellä. Rakennuttaja ei luonnollisesti itse voi kaikkia yksityiskohtia valvoa tai tarkistaa. Sen sijaan rakennuttajan on järjestettävä rakentamisorganisaatio ja sen toimintatavat siten, että laadunvarmistus on mahdollisimman aukotonta. Laadunvarmistuksella ei tässä tarkoiteta tuotteiden jälkikäteistä tarkastamista vaan organisaation edellytyksiä tuottaa laadukkaita rakenteita. Rakennuttaja on korostanut valinneensa pätevät ja kokeneet suunnittelijat sekä kokeneen pääurakoitsijan käsittäen, että organisaatio pystyy täyttämään rakentamiselle asetetut vaatimukset.

Tässä tapauksessa organisaatio oli tutkintalautakunnan mielestä muodollisesti varsin selkeäksi ja hyväksi järjestetty. Puutteena oli kuitenkin siis se, että rakennuttaja ja edelleen pääurakoitsija sallivat asentaa teräsrakenteet paikoilleen vaikka tarvittavia osoituksia niiden kelpoisuudesta ei ollut toimitettu.

3.1.2 Hitsaustyö

Tutkintalautakunnan teettämien selvitysten (liitteet 1 ja 2) perusteella teräksisten vaakapalkkien ja edelleen ontelolaattakentän kannattamiseen tarkoitettujen konsolien hitsausliitoksen epäonnistumiseen vaikutti todennäköisesti kaksi syytä:

1. hitsauksessa käytettiin hieman liian suurta jännitettä ja
2. hitsauspolttimen kohdistus oli kohti ohuempaa hitsattavaa osaa eli konsolia, kun sen olisi pitänyt olla kohdistettuna enemmän kohti pilaria ja siinä olevaa tukilevyä.

Vaikka hitsaaja onnettomuuden jälkeen on suorittanut pätevyyskokeen, tässä tapauksessa hitsaaja ei kyennyt työn aikana huomaamaan hitsauksen epäonnistuvan. Muun muassa tutkintalautakunnan teettämien hitsauskokeiden yhteydessä kävi ilmi, että edellä mainitut virheet on mahdollista havaita hitsisulan käyttäytymistä tarkkailemalla. Tutkinnassa tehtyjen rekonstruktiohitsaustyön yhteydessä kävi myös ilmi, että yhtenä silmämääräisesti havaittavana merkinä liitoksen onnistumisesta sulamisen osalta on hitsipalon reunaan muodostuva kirkas viiru. Onnettomuudessa pettänyttä hitsausliitosta vastaavassa rekonstruktiohitoksessa ei tätä viirua havaittu. Viirun avulla tehtävä hitsin silmämääräinen arviointitapa ei kuitenkaan liene ollut yleisesti tiedossa.

Tutkijoille on tutkinnan aikana esitetty useita kertoja ajatus, että ratkaisu tämänkaltaisiin virheisiin voisi olla hitsausliitosten tarkastaminen. Tarkastus ei kuitenkaan yleensä voi olla sataprosenttista ja toisaalta tämänlaisten putkipalkin kylkeen tehtyjen pienahitsien

tarkastaminen ainetta rikkomatta on tavanomaisin menetelmin lähes mahdotonta. Jälkikäteen tarkastus ei muutenkaan ole tarkoituksenmukainen keino laadunhallintaan vaan tuotteiden valmistus tulee huolehtia tehtäväksi niin, että lopputuloksen tiedetään jo ennalta olevan hyvä.

Pienahitsistä tulee varmuustasoltaan riittävä, kun hitsaustyön tilaaja vaatii hitsaustyön tekijää huolehtimaan ainakin seuraavista toimenpiteistä.

1. Juuri kyseistä hitsaustyötä varten tulee laatia standardeissa esitetyllä tavalla hitsausohje, josta käytetään lyhennettä WPS. Hitsausohjeen tulee perustua menetelmäkokeeseen, jossa kokeilemalla etsitään kyseiseen hitsaustehtävään soveltuva hitsaustapa ja –arvot. Kokeessa hitsataan koeliitos samanlaisia liitososia käyttäen, joita on tarkoitus liittää toisiinsa. Koeliitos tarkastetaan silmämääräisesti ja sille tulisi tehdä murtokoe⁵, eli varmistetaan, että liitos taipuu eikä murre liian pienellä kuormalla. Jos lopullinen hitsaustyö tehdään samalla tavalla kuin menetelmäkokeessa ja liitos tarkastetaan silmämääräisesti, siitä tulee vastaava eli yhtä hyvä kuin menetelmäkokeen liitos.
2. Hitsaajan tulee osoittaa pätevyytensä voimassa olevalla hitsaajan pätevyystodistuksella, joka perustuu laaditun hitsausohjeen mukaiseen hitsauskokeeseen. Tietopuolisen kokeen suorittaminen olisi hyödyllistä, mutta se ei ole jostain syystä standardien mukaan pakollista. Pätevyystodistuksen edellyttämä hitsauskoe tulee olla suoritettu tavalla, joka vastaa tuotanto-olosuhteita.
3. Hitsaustyöstä tulee työn aikana pitää pöytäkirjaa, jolla voidaan osoittaa, että hitsaus on todella tehty hitsausohjetta noudattavalla tavalla.

Tässä tapauksessa laatu perustui ainoastaan ylimalkaiseen silmämääräiseen tarkastukseen ja hitsaajan oletettuun pätevyyteen, joka ei muodollisesti ollut voimassa. Näin toimien hitsausliitoksista voi tulla laatuvaatimukset täyttäviä, mutta epäonnistumisen mahdollisuus on jo lähtökohtaisesti olemassa.

Rakentamismääräyskokoelman osassa B7 on tarkoitettu, että hitsaustyössä käytettäisiin edellä kuvattua menetelmää, mutta asiaa ei ole esitetty käytännön ohjeita antavalla tavalla vaan melko ylimalkaisesti, monimutkaisesti ja jopa epä johdonmukaisesti jäsentäen. Asian on ajateltu hoituvan ohjeen lopussa olevan sovellettavien standardien listan avulla.

Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan hitsaustyön laadun varmistamiseen käytettävät toimintatavat eivät ole kunnolla käytössä rakennusalalla. Rakennusalan tulisi ottaa käyttöön samat standardeissa esitetyt toimintatavat kuin on esimerkiksi paineastioiden tai muiden teollisuuden laitteiden ja rakenteiden valmistuksessa. Toimintatapaan kuuluu olennaisena osana, että hitsaustyön tilaaja vaatii jo ennen osien asennusta osoituksen siitä, että yritys kykenee osoittamaan tuotettujen teräsrakenteiden olevan rakennustuot-

⁵ Pienahitsille, jollainen onnettomuudessa pettänyt liitos oli, ei nykyisissä standardeissa vaadita veto- ja taivutuskoetta. Se kuitenkin voisi olla tarpeen ainakin silloin, kun pieniliitosta käytetään tämänkaltaisissa suurissa voimia välittävissä liitoksissa.

teiksi kelpollisia ja että selvitystyö kelpollisuudesta voidaan tehdä. Muussa tapauksessa toimittajaa saati toimitusta ei voida hyväksyä.

Tässä tapauksessa hitsaustyön laatuun ei kiinnitetty juuri mitään huomiota, sillä rakennetta ja liitostapaa pidettiin yksinkertaisena. Rakennuttajan ja pääurakoitsijan asiaan liittyvillä henkilöillä ei myöskään ollut tietoa ja kokemusta siitä, miten hitsaustyön laadusta olisi pitänyt pyrkiä varmistumaan ja mitä riskejä työn suoritukseen sisältyy. Myös hitsaaja on kertonut pitävänsä kyseisenlaista hitsaustehtävää hyvin helppona. Työn suoritustapa onkin näennäisen helppo, mutta virheettömän, tasalaatuisen ja siten lujuukseltaan kunnollisen liitoksen tekeminen on kokonaisuutena vaativa ja vastuullinen tehtävä varsinkin, kun otetaan huomioon rakenteen käyttötarkoitus ja mahdollisen pettämisen seuraukset.

Hitsaustyön käytännön suoritukseen on myös mahdollisesti vaikuttanut se, että hitsaaja oli aikaisemmin menettänyt näön toisesta silmästään. Se ei kuitenkaan ole estänyt saamasta hitsaajan pätevyystodistusta, sillä hitsaaja suoritti onnettomuuden jälkeen valvotun hitsauskokeen hyväksytysti. Koeolosuhteista poiketen valaistus- ja muut olosuhteet ovat todellisessa hitsaustilanteessa usein koeolosuhteita huonommat, jolloin puute näkökyvyssä voi vaikuttaa mahdollisuuksiin nähdä hitsisulan käyttäytymistä. Koeolosuhteiden tulisikin vastata todellisia tuotanto-olosuhteita.

Kokonaisuutena ajatellen onnettomuuteen johtaneena puutteena oli rakentamismääräyskokoelman termejä käyttäen se, että hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuutta ei selvitetty.

3.2 Pelastustoiminnan analysointi

Pelastustoimet aloitettiin nopeasti. Onnettomuudessa kuolleen pelastamiseksi ei ollut mitään tehtävissä. Vakavasti loukkaantuneelle sen sijaan saatiin annettua ensiapua ontelolaatan ja perustusten väliin jääneen raon kautta ja nosturin tultua hänet toimitettiin sairaalaan.

Onnettomuuden vakavuus ei hätäilmoitustietojen perusteella heti välittynyt hätäkeskukseen, minkä paikalle hälytettiin ensin vain kaksi pelastustoimen yksikköä ja saira-auto. Hälytystä kuitenkin täydennettiin hieman myöhemmin. Alkuvaiheen viive hälytyksissä ei kuitenkaan vaikuttanut henkilö- tai muihin vahinkoihin.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Toteamukset

1. Vanhaa huoltoasemarakennusta oltiin laajentamassa. Laajennusosaan kuuluva teräsrunko oli asennettu paikoilleen ja sen varaan oli laitettu betonisia ontelolaattoja noin 200 m² alueelle. Ontelolaatat oli juotettu kiinni toisiinsa juotosbetonilla kaksi viikkoa aikaisemmin. Maanantaiaamuna 25.8.2003 ontelolaattojen päälle valettiin betonista noin kuuden senttimetrin paksuinen pintavalu.
2. Kun pintavalu oli jo tehty ja työmiehet olivat palaamassa lounastauolta, koko ontelolaattakenttä putosi yllättäen muutamassa sekunnissa alas. Vaara-alueella oli tuolloin viisi miestä, joista kolme ehti hypätä alta pois. Laattojen alle jäi kaksi miestä, joista toinen kuoli ja toinen loukkaantui vakavasti.
3. Paikalla olleet työmiehet soittivat hätäkeskukseen, joka hälytti paikalle heti kaksi palokunnan yksikköä ja sairaauton ja myöhemmin vielä useita lisäyksiköitä. Toisen miehen auttamiseksi ei ollut tehtävissä mitään. Sen sijaan loukkaantuneelle saatiin annettua ensiapua ontelolaattojen ja perustusten väliin jääneen aukon kautta. Hänet toimitettiin sairaalaan heti, kun paikalle tilattu autonosturi tuli paikalle.
4. Ontelolaatat oli asennettu vaakasuuntaisten teräspalkkien varaan. Teräspalkit sen sijaan olivat teräsputkipilarien kylkeen hitsattujen konsoleiksi kutsuttujen 10 cm pituisten ulokkeiden varassa.
5. Heti onnettomuuden jälkeen oli nähtävissä, että kolme konsolia kuudesta oli repeytynyt irti hitsausliitoksestaan. Todennäköisesti ensin petti yhden konsolin hitsausliitos, jolloin kuormitus muilla konsoleilla lisääntyi ja myös kaksi muuta konsolia irtosi.
6. Konsolit oli kiinnitetty pilareihin pienahitsillä. Hitsillä ei kuitenkaan ollut riittävästi tunkeumaa pilarin suuntaan, minkä vuoksi hitsausliitos kesti kuormaa vain murto-osan suunnitellusta. Tekninen syy liitoksen epäonnistumiseen oli kokeiden perusteella ilmeisesti hieman liian suuri hitsausjännite ja hitsauspistoolin virheellinen asento. Hitsaustyö oli tehty konepajalla.
7. Virhe oli mahdollinen, koska rakentamisorganisaatiossa ei pyritty riittävästi selvittämään ja varmistamaan, että teräsrakennetoimittajan tuotteet ovat kelvollisia.
8. Viranomaisvalvonnassa ei varmistuttu, että kantavien rakenneosien kelpoisuus olisi selvitetty.
9. Standardien mukaan hitsauksen laatua hallitaan muun muassa edellyttämällä hit-saajalta voimassa oleva menetelmäkokeeseen perustuva kyseistä työtä varten laadittu hitsausohje, pätevyystodistus ja hitsaustyöpöytäkirja. Tässä tapauksessa mi-tään edellä mainituista laaduntuottokyvyn osoituksista ei ollut.

10. Standardeja noudattamalla hitsaustyön laadusta tulee todennäköisimmin hyvä. Standardien puutteena on kuitenkin, että niitä on paljon ja ne ovat vaikeaselkoisia. Myöskään Suomen rakentamismääräyskokoelman osa B7 Teräsrakenteet ei anna helposti sovellettavia ohjeita hitsaustyön laadun hallitsemiseksi vaan viittaa sovellettaviin standardeihin.
11. Rakennuttajalla oli rakennuttamiseen ja rakentamiseen liittyvää osaamista ja se tilasi rakennuksen suunnittelut itse. Rakennustyötä tekemään valittiin urakkakilpailun perusteella pääurakoitsija, joka tilasi teräsrakenteet paikoilleen asennettuna. Tilaukseen sisältyi myös teräsrakenteiden yksityiskohtien suunnittelu, jonka teräsrakennetoimittaja tilasi ulkopuoliselta suunnittelijalta.
12. Onnettomuuteen johtaneena puutteena sinänsä varsin selkeässä rakentamisorganisaatiossa oli se, että sillä ei juurikaan ollut hitsauksen ja etenkin sen laadunhallinnan osaamista. Tämä puute olisi kuitenkin pitänyt tiedostaa ja hankkia tarvittaessa apua tuotteiden kelpoisuuden selvittämiseen.
13. Puutteisiin laadunvarmistamismenettelyissä on todennäköisesti vaikuttanut se, että rakennuttaja ja pääurakoitsija kokivat teräsrakenteet valmiina toimitettaviksi rakennusosiksi ja ajattelivat muun muassa hitsauksen laatuksymykset pelkästään valmistajan asiaksi. Asiaan vaikutti mahdollisesti se, että teräsrakennetoimittaja oli aikaisemminkin toimittanut tuotteita rakennuttajan muihin kohteisiin.

4.2 Onnettomuuden syyt

Onnettomuuden syy oli se, että rakentamisorganisaatiossa ei varmistettu teräsrakennetoimittajan kykyä tuottaa laadukkaita rakenteita. Hitsaustyön laadusta varmistetaan standardien mukaan niin, että hitsaustyön tekijältä vaaditaan tiettyjä osoituksia laaduntuottokyvystä. Rakennuttaja tai pääurakoitsija antoivat teräsrakennetoimittajan asentaa rakenteet saamatta osoitusta niiden kelpoisuudesta. Myöskään rakennustarkastaja ei varmistanut, että kyseisten rakennustuotteiden kelpoisuus selvitetään.

Teräsrakenteiden valmistus ja asennus jäi kokonaan kyseisen pienen yrityksen vastuulle. Yrityksessä ei toimittu hitsausalan standardien edellyttämällä tavalla, jolloin hitsaus työ epäonnistui ja teräskonsolien hitsauskiinnityksen kapasiteetti oli vain murto-osa vaaditusta. Konsolin ja tukilevyn välisessä hitsausliitoksessa ei ollut tunkeumaa tukilevyn suuntaan juuri lainkaan. Näin kävi ilmeisesti siksi, että hitsaustyössä käytettiin hieman liian suurta hitsausjännitettä ja lisäksi hitsauspistoolia pidettiin liikaa kohdistettuna kevyempään liitettävään osaan eli konsoliin.

Hitsausliitoksen laatu syntyy tekemällä, ei tarkastamalla. Jotta pienahitsista tulisi varmuudeltaan riittävä, tulee kyseistä hitsaustehtävää varten laatia menetelmäkokeeseen perustuva hitsausohje, hitsaajalla tulee olla voimassa oleva ja kyseiseen hitsaustapaan soveltuva pätevyystodistus ja hitsaustyön aikana käytettävistä asetuksista tulee pitää hitsaustyöpöytäkirjaa. Mikään näistä kolmesta ehdosta ei tässä tapauksessa täyttynyt. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan kaikkia näitä standardeissa esitettyjä vaatimuksia ei rakennuslalla yleisesti täysin noudateta vaikka sitä rakentamismääräyskokoel-



massa vaaditaan. Tosin rakentamismääräyskokoelman ohjeessa B7 ei juuri käytännön ohjeita asiaa koskien anneta vaan noudatettavat standardit on vain lueteltu ohjeen lopussa.

5 SUOSITUKSET

Tutkintalautakunta antaa kaksi suositusta. Toinen koskee hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuuden toteamismenettelyjä ja toinen rakennustarkastajan velvollisuutta painottaen aloituskokouksessa rakennuttajan huolehtimisvelvollisuutta.

Teräsrakentamisen toimialajärjestöjen tulisi yhdessä muiden alalla toimivien kanssa kehittää mm. rakennusvalvonnan, rakennuttajien ja valmistajien avuksi menettelytavat hitsattujen teräsrakennetuotteiden kelpoisuuden osoittamiseksi ja selvittämiseksi.

[B3/03Y/S1]

Rakennustarkastajan tulisi rakennustyön alkuvaiheessa selvittää rakennuttajalle, mitä huolehtimisvelvollisuus edellyttää rakennuttajalta ja kirjata lisäksi asia aloituskokouksen pöytäkirjaan tai rakennuslupaan. Rakennuttajan tulee vaatia sopimuskumppaneitaan esittämään, miten nämä konkreettisesti huolehtivat kaikkien sopimukseen kuuluvien rakennusosien vaatimustenmukaisuudesta ja turvallisuudesta. Rakennustarkastajan tehtävänä on varmistaa, että kelpoisuus todella on selvitetty. [B3/03Y/S2]

5.1 S1 Hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuus

Hitsauksen laadunhallinnasta on olemassa standardeja, joiden mukaan toimimalla hitsausliitoksista tulee kelvollisia ja varmuudeltaan riittäviä. Kyseisten standardien mukaiset toimintatavat ovat laajassa käytössä muun muassa paineastioiden ja teollisuuden laitteistojen valmistuksessa. Niiden tavoin toimivat käytännöt tulisi ottaa järjestelmälliseen käyttöön myös rakennusalalla. Kelpoisuuden selvittämismenettelyt tulisi esittää joko nykyisen ohjeen B7 korvaavassa ohjeessa tai teräsrakentamisen toimialajärjestöjen omina ohjeina.

Tarkemmin standardeissa esitetyt toimintatavat ja laadunhallintaan välttämättä tarvittavien asiakirjat ja niiden edellyttämät toimenpiteet tulisi esittää niin, että hitsaustyön teettäjät ja tekijät osaisivat toimia standardien vaatimalla tavalla.

Oleellisimmat vaatimukset hitsauksen osalta ovat:

1. Kyseistä hitsattavaa työtä varten pitää laatia hitsausohjeet, jotka on tehty menetelmäkokeen perusteella. Menetelmäkokeessa hitsaustavan ja -arvojen soveltuvuus kokeillaan koehitsin avulla. Kun kokeellisesti on todettu tietyllä tavalla syntyvän onnistunut hitsi, parametrit merkitään hitsausohjeeseen ja lopulliset hitsit tehdään samalla tavalla. Hitsausohjeen hyväksyy siihen tarvittavan pätevyyden omaava henkilö.
2. Hitsaajalla pitää olla voimassa oleva pätevyys eli tuotantoa vastaavissa olosuhteissa suoritettu hitsauskoe sekä mielellään myös todistus tietuuden kokeen suorittami-

sesta. Pätevyyden pitää koskea juuri valmistettavan tuotteen hitsausohjeen mukaista suoritustapaa.

3. Hitsaustyöstä pidetään hitsaustyöpöytäkirjaa, josta on mahdollista todeta, että työ on todella tehty hitsausohjeiden mukaisesti.

Turvallisuuden varmistamiseksi rakennuttajan pitäisi huolehtia, että vaatimusten täyttyminen tulee tarkistettua rakentamisorganisaatiossa ennen rakenneosien asennusta. Jollei voida varmistaa, että hitsaustyö on tehty vaaditulla tavalla, hitsausliitoksiin sisältyvä riskiä ja niitä ei voida ennen lisätarkastuksia ottaa käyttöön.

Tutkintalautakunta esittää, että ohjeesta B7 täsmennettäisiin ja yksinkertaistettaisiin hitsausta koskevaa kohtaa 9.4, projektieritelmaa ja laatusuunnitelmaa käsittelevää kohtaa 1.3.2 sekä hitsausliitosten laadunvarmistustoimenpiteet esittävää taulukkoa 11.7. Taulukkoa uusittaessa laadunhallintatoimenpiteiden järjestys tulisi myös muuttaa hitsausvalmistusketjun mukaiseen etenemisjärjestykseen. Laatu syntyy ensisijaisesti tekemällä, ei tarkastamalla. Sen vuoksi ensin tulisi esittää, millä toimenpiteillä hitsausliitoksesta todennäköisesti tulee hyvä ja jälkikäteinen tarkastus vasta laadunhallinnan viimeisenä keinona.

Rakentamismääräyskokoelmassa tulisi esittää ainoastaan yksinkertaisella tavalla peruseriaatteet ja tärkeimmät tavat, miten hitsausliitosten laatu syntyy. Esitystavan tulee ohjata hitsausliitoksia tilaavat, suunnittelevat ja toteuttavat hankkimaan ja noudattamaan asiaa koskevia standardeja, jotka on esitetty kootusti muun muassa Suomen standardoimisliiton SFS ry:n käsikirjassa 66-1 *Hitsaus. Osa 1: Hitsauksen laadunhallinta 1998*. Samalla, kun hitsauksen laadunhallinta-asioita täsmennetään, tulisi ottaa huomioon standardi SFS-EN 729-2 (*Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset*), joka puuttuu nykyisen ohjeen sovellettavien standardien luettelosta.

Määräysten ja standardien selkiyttäminen ja yksinkertaistaminen olisi kaiken kaikkiaan ainakin hitsaustyön osalta toivottavaa, sillä vaatimusten selvittäminen edellyttää melko paljon työtä eikä hitsaustyön tekijä siltikään voi välttämättä olla varma, onko kaikki mahdolliset vaatimukset otettu huomioon. Monimutkaisuus on tässä tapauksessa todennäköisesti vaikuttanut siihen, että standardeissa esitetyt perusasiatkaan eivät olleet rakennuttajan, pääurakoitsijan tai hitsausyrityksen tiedossa eikä niitä ollut ilmeisesti juuri yrittäkään selvittää.

5.2 S2 Rakenteiden turvallisuudesta huolehtiminen

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan ”rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.”

Rakennusvalvonnan asiana on varmistaa, että kantavien rakenneosien ja niihin käytettyjen rakennustuotteiden kelpoisuus on selvitetty ennen niiden asentamista tai käyttämistä rakentamiseen.

Tässä rakennushankkeessa rakennuttaja pyrki varsin hyvin täyttämään huolehtimisvelvollisuutensa, mutta rakennustuotteiksi katsottavien teräsrakennosien kelpoisuuden toteamisesta ei rakentamisorganisaatio silti huolehtinut. Tällaisessa tapauksessa rakennuttajan ei tarvitse itse konkreettisesti olla tutkimassa tuotteiden kelpoisuutta vaan pitää pyytää sopimuskumppaneitaan esittämään, miten laatuasioista organisaation eri tasoilla todella huolehditaan. Urakkasopimuksessa olikin edellytetty, että urakoitsijan täytyy ennen töiden aloitusta esittää, miten urakoitsija varmistaa oman sekä aliurakoitsijoidensa suorituksen laadun. Käytännössä asiasta ei kuitenkaan ainakaan teräsrakenteiden osalta huolehdittu.

Asiasta olisi hyvä sopia tarkemmin työmaan aloituskokouksessa, jossa pöytäkirjaan kirjattaisiin, miten ja kenelle eri kantavien rakenneosien kelpoisuus tulee osoittaa ennen niiden asennusta. Pelkkä tieto osapuolten ammattitaidosta tai olettamus siitä, että joku muu, esimerkiksi tuotteiden valmistaja toteaa kelpoisuuden johtaa tilanteeseen, jossa kelpoisuus jää helposti selvittämättä. Koko rakennuksen laadun ja etenkin turvallisuuden kannalta oleellisten kantavien rakenteiden kelpoisuuden selvittämiseen ei selvästikään riitä yleisiin sopimusehtoihin, yleisiin laatuvaatimuksiin tai jonkin osapuolen laatujärjestelmään viittaaminen vaan tämän kaltaiset kriittiset yksityiskohdat pitää huomioida erikseen.

Tutkintalautakunnan mielestä rakennuttaja on se osapuoli, jolla on rakennushankekokonaisuus käsissään ja siten mahdollisuus suhteellisen vähäisillä omilla toimenpiteillään osaltaan huolehtia, että kaikkien rakenteiden turvallisuudesta varmistutaan organisaation eri tasoilla. Samaan työnjakoon on päädytty myös rakennus- ja maankäyttölaissa. Rakennuttajilla itsellään ei kaikkeen luonnollisestikaan ole ammattitaitoa, mutta teknisten yksityiskohtien sijaan oleellista onkin yleisemmällä tasolla, koko rakentamisorganisaatiota koskevana asiana huolehtia siitä, että rakennustuotteiden kelpoisuus tulee selvitettyksi. Oma kysymyksensä on se, että kuinka eri rakenteiden kelpoisuus tulisi selvittää. Sitä varten rakennuttaja saattaa tarvita asiantuntija-apua, josta sen pitää erikseen huolehtia ja sopia.

Etenkin kertarakentajien osalta rakennusvalvonnalla on tärkeä tehtävä olla osaltaan varmistamassa, että kantavien rakennustuotteiden kelpoisuus on selvitetty.

5.3 Muita huomioita

Pienahitsin silmämääräinen tarkastaminen

Tutkintalautakunta teki koehitsauksia, joissa selvitettiin, millä hitsausparametreillä pettäneissä rakenteissa havaittu virhe on mahdollinen. Kokeen yhteydessä todettiin, että riittävästi sulaneen ja moitteettomasti liittyneen hitsipalon vieressä perusaineen puolella oli havaittavissa hyvin kapea, vaalea juova. Juovaa ei ollut niissä tapauksissa, kun sulaminen oli ollut selvästi puutteellista.

Tutkintalautakunnan mielestä kyseisen viiruhavainnon merkitystä tulisi tutkia lisää, koska näyttäisi siltä, että sillä saattaa olla laajempaakin merkitystä silmämääräisen tarkastuksen kehittämiseksi. Jos tutkimuksissa osoittautuu, että värimuutoksen puuttuminen hitsatulta alueelta indikoi puutteellista sulamista, se tulisi kirjata silmämääräisen tarkastuksen ohjeistukseen ja muun muassa hitsaajien koulutuksessa esitettäviin asioihin.

Rakenteiden tuelta putoamisen estäminen

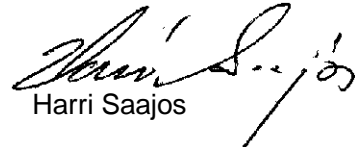
Onnettomuuden yhteydessä havaittiin, että ontelolaattakenttää kannattelemaan asennetut vaakateräspalkit olivat vapaasti konsolien varassa eikä niiden putoamista ollut suunnitelmissa tai toteutuksen yhteydessä erikseen estetty. Konsolien pituus oli vain 100 mm ja kun lisäksi otetaan huomioon, että vaakapalkki ei ulotu aivan konsolin juureen asti, niin etenkin työn aikana on vaara palkin putoamisesta tuelta.

Rakenteisiin, joissa tukena on pienehkö konsoli tai muu tuki, tulisi laittaa tuelta putoamisen estävä haitta tai muu vastaava osa.

Helsingissä 1.9.2004


Kai Valonen


Klaus Rahka


Harri Saajos