



Tutkintaselostus

B 1/2000 Y

Uimahallin katon liimapuupalkin rikkoutuminen lisäalnessa 29.3.2000

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.

Onnettomuustutkintakeskus
Accident investigation board Finland

Osoite Address: Yrjönkatu 36
00100 HELSINKI
Finland

Puhelin 09-1825 7643
Telephone: +358-9-1825 7643

Telefax: 09-1825 7811
Telefax: +358-9-1825 7811

Sähköposti: etunimi.sukunimi@om.fi
Email: forename.surname@om.fi

Internet: www.onnettomuustutkinta.fi

Onnettomuustutkintakeskuksen henkilöstö 16.11.2000:
Personnel of Accident investigation board Finland on 16 November, 2000:

Johtaja <i>Director</i>	Kari Lehtola
Hallintopäällikkö <i>Administrative director</i>	Pirjo Valkama-Joutsen
Osastosihteeri <i>Secretary of department</i>	Sini Järvi
Toimistos sihteeri <i>Office secretary</i>	Leena Leskelä

Raideliikenneonnettomuudet *Rail accidents*

Johtava tutkija <i>Chief rail accident investigator</i>	Esko Värhtiö
Erikoistutkija <i>Rail accident investigator</i>	Reijo Mynttinen

Ilmailuonnettomuudet *Aviation accidents*

Johtava tutkija <i>Chief air accident investigator</i>	Tero Lybeck
Erikoistutkija <i>Aircraft accident investigator</i>	Esko Lähteenmäki

Vesiliikenneonnettomuudet *Maritime accidents*

Johtava tutkija <i>Chief maritime accident investigator</i>	Martti Heikkilä
Erikoistutkija <i>Maritime accident investigator</i>	Risto Repo

ISBN 951-836-040-5

ISSN 1239-5323

Oy Edita Ab, Helsinki 2000

ALKUSANAT

lisalmen uimahallin katto oli 29.3.2000 vaarassa romahtaa, kun yksi uima-altaan yläpuolella olevista kattorakenteista kannattavista liimapuupalkeista rikkoutui.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 30.3.2000 onnettomuuksien tutkinnasta annetun lain (373/85, muutos 97/97) 5 §:n 3 momentin nojalla tutkintalautakunnan tutkimaan tapausta suuronnettomuuden vaaratilanteena.

Tutkintalautakunnan kokoonpano oli seuraava:

puheenjohtaja	erikoistutkija, diplomi-insinööri Markku Kortesmaa VTT Rakennustekniikka
jäsen	diplomi-insinööri Kai Valonen Onnettomuustutkintakeskus
jäsen	vanhempi rikoskonstaapeli Hannu Venäläinen Itä-Suomen läänin tekninen rikostutkimuskeskus

Hannu Venäläinen on ollut estynyt osallistumasta tutkintalautakunnan työhön 18.5.2000 jälkeen.

Tutkintalautakunta on suorittanut tarvittavat paikkatutkimukset lisalmen uimahallilla ja tutkinut vaurioitunutta palkkia muun muassa ehjäksi jääneen pään kuormituskokeella. Tutkintalautakunta on lisäksi tutkinut asiaan liittyvät asiakirjat, kuullut asianosaisia ja selvittänyt kolmen muun talvella 2000 tapahtuneen kattovaurion syitä.

Tämä tutkintaselostus on ollut lausunnolla ympäristöministeriössä, opetusministeriössä, lisalmen kaupungilla ja lisalmen pelastuslaitoksella. Lausunnot on saatu ympäristöministeriöltä ja lisalmen kaupungilta. Lausunnoissa esitetyjä tarkennuksia on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä. Saadut lausunnot ovat tämän tutkintaselostuksen lopussa liitteessä 1.

Osa tutkintamateriaalista on siirretty lähdeliitteiksi. Niitä säilytetään Onnettomuustutkintakeskuksessa.

TIIVISTELMÄ

lisälnessä tapahtui varhain keskiviikkoamuna 29.3.2000 suuronnettomuuden vaaratilanne, kun uimahallin katto oli vaarassa romahtaa. Yksi uima-altaan yläpuolella olevista kattorakenteita kannattavista liimapuupalkeista rikkoutui, jolloin katto alkoi vajota hitaasti.

Aamun ensimmäiset asiakkaat olivat jo siirtyneet hallin monitoimialtaaseen, kun uimavalvoja havaitsi halkeaman kattopalkissa. Suoraan palkin alapuolella olevassa kuntouintialtaassa ei ollut vielä ketään. Koska palkki vajosi koko ajan nykyksittain alaspäin, valvoja ohjasi asiakkaat takaisin peseytymistiloihin. Uimahallin laitosmies hälytti paikalle palokunnan, joka tuki nopeasti kattorakenteet pihalta kaadettujen puunrunkojen avulla.

Uimahalli oli saneerattu ja laajennettu vuosien 1995 ja 1996 aikana, jolloin tasa- ja kaarikaton yhdistelmä oli muutettu pulpettikatoksi. Muutoksen jälkeen myöhemmin vaurioituneeseen liimapuupalkkiin kohdistui kuormitus aikaisempaan nähden noin kaksinkertaiselta alueelta, koska kaarirakenne oli aikaisemmin välittänyt kaarialueen pystysuuntaisen kuormituksen palkin päiden tukirakenteille. Kuormituksen lisääntymistä ei muutoksen yhteydessä oltu otettu riittävästi huomioon, joten palkin päähän syntyi pulttiliitosalueelle leikkausvoiman vaikutuksesta vetomurto syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa. Palkin haljettua korkeussuunnassa useista kohdista se lopulta katkesi taivutusrasituksesta. Katon lumikuorma oli noin 2/3 normien mukaisesta ominaiskuormasta, joten lumikuorma ei ollut poikkeuksellisen suuri.

lisälmen uimahallin kattovaurion lisäksi tutkintalautakunta tutustui kolmeen muuhun kevättalvella 2000 tapahtuneeseen kattovaurioon. Yhdessä tapauksessa normien mukainen ominaislumikuorma ylittyi, mutta ylitys oli niin vähäinen, että oikein mitoitettuina rakenteiden olisi pitänyt säilyä vaurioitumattomina.

Tutkintalautakunta esittää tämän tutkintaselostuksen lopussa suosituksia rakennusten turvallisuuden parantamiseksi. Tutkintalautakunta suosittaa, että rakennusvalvonnan tulisi vaatia nykyistä useammin rakennelaskelmat ja mitoitusperusteet, rakennusvalvonnan resursseja lisättäisiin, rakennesuunnittelijat ja heidän pätevyytensä erilaisiin suunnittelutehtäviin koottaisiin tietokantaan ja että vaurioituneen kaltaiset liitokset toteutettaisiin siten, että koko leikkausrasitus siirtyisi teräsosaan kosketuksella palkin alareunasta. Lisäksi olisi erittäin toivottavaa, että puualan teollisuus tehostaisi puurakenneratkaisujen tutkimusta ja alkaisi julkaista alan oppaita suunnittelutyön tueksi.



SUMMARY

BREAKING OF LAMINATED BEAM IN ROOF OF INDOOR SWIMMING POOL CENTRE AT IISALMI, FINLAND, ON 29 MARCH, 2000

On Wednesday 29 March 2000 early in the morning an incident arose when the roof of the Indoor Swimming Pool Centre at Iisalmi threatened to collapse. In fact one of the laminated beams supporting the roof structures above a swimming pool broke entailing a gradual slow settlement of the roof.

The first customers that morning had gone over to the multi-function pool when the swimming supervisor discovered a crack in the roof beam. In the swimming pool directly below the laminated beam referred to, there was not yet anybody swimming. As the beam kept sinking steadily with jerking movements, the swimming supervisor told the customers to return to the washing premises. Then the maintenance officer of the Swimming Pool Centre called the fire brigade which arrived to support rapidly the roof structures with the trunks of trees chopped down in the yard.

The Indoor Swimming Pool Centre had been expanded and renovated during 1995 and 1996 with the combined flat and arched roof construction having been changed to a mono-pitch roof construction. After the change the laminated beam in question had to carry the stress of an area twice as big as the earlier one, as the arched roof construction transmits the vertical stress of the rounded area to the support structures of the beam ends. But in connection with the change of the roof construction the corresponding increase in the stress had failed to be appropriately considered and as a result, in the bolted joint area of the beam end, a tension fracture perpendicular to the grain of the beam was generated by the shearing stress. The beam first cracked in its elevation in many places to finally break as due to the bending stress. The snow load of the roof featured about 2/3 of the standard specific load, implying that it was not exceptionally heavy.

In addition to the roof damage in the Iisalmi Indoor Swimming Pool Centre, the Accident Investigation Board of Finland studied three other roof damage cases having occurred in early spring 2000. In one case the specific snow load as specified in the relevant standards, had been exceeded. However the exceeding was only slight and any correctly dimensioned structures ought to have endured it without being damaged.

To end this investigation report, the Accident Investigation Board of Finland herewith gives its recommendations for an enhanced safety of buildings and constructions. The Board actually recommends that the building inspection authority require structure calculations and dimensioning criteria to be produced on a more regular basis. Moreover the Board recommends that the resources at the disposal of the building inspection authority be increased, a database be set up featuring structure designers and their respective qualifications and fields of specialisation, and that joints corresponding to the case under discussion be realised so as to transfer the entire shearing stress to the steel part by a connection from the lower edge of the beam. Finally it would be very reasonable that the woodworking industries engage more efficient study and research activities concerning wooden structures and initiate a corresponding publication activity focusing on guidelines and instructions intended for the design and planning sector.



SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
SUMMARY	III
1 TAPAHTUMAT	1
1.1 Yleiskuvaus	1
1.3 Uimahallirakennus	2
1.4 Tapahtumat	5
1.5 Vahingot	7
1.5.1 Henkilövahingot	7
1.5.2 Aineelliset vahingot	7
2 PELASTUSTOIMINTA	9
2.1 lisälmen pelastuslaitoksen toiminta	9
2.2 Tiedottaminen	10
3 VAARATILANTEEN TUTKINTA	13
3.1 Tutkinnan aloittaminen	13
3.2 Paikkatutkimukset	13
3.3 Kuormituskoe	13
3.4 Muut palkille tehdyt tutkimukset	18
3.5 Rakennusvalvonta-asiakirjat	18
4 ANALYYSI	21
4.1 Uimahallin suunnittelu ja rakentaminen vuosina 1972-1974	21
4.2 Saneerauksen ja laajennuksen suunnittelu ja toteutus vuosina 1994-1995	22
4.4 Muualla tapahtuneita kattovaurioita	26
5 VAARATILANTEEN SYYT	31
6 TUTKINTALAUTAKUNNAN SUOSITUKSET	33
6.1 Rakennusvalvonnan tehostaminen	33
6.2 Muutos lisälmen uimahallin palkin liitokseen	35
6.3 Muut ehdotukset ja huomiot	35

LIITTEET

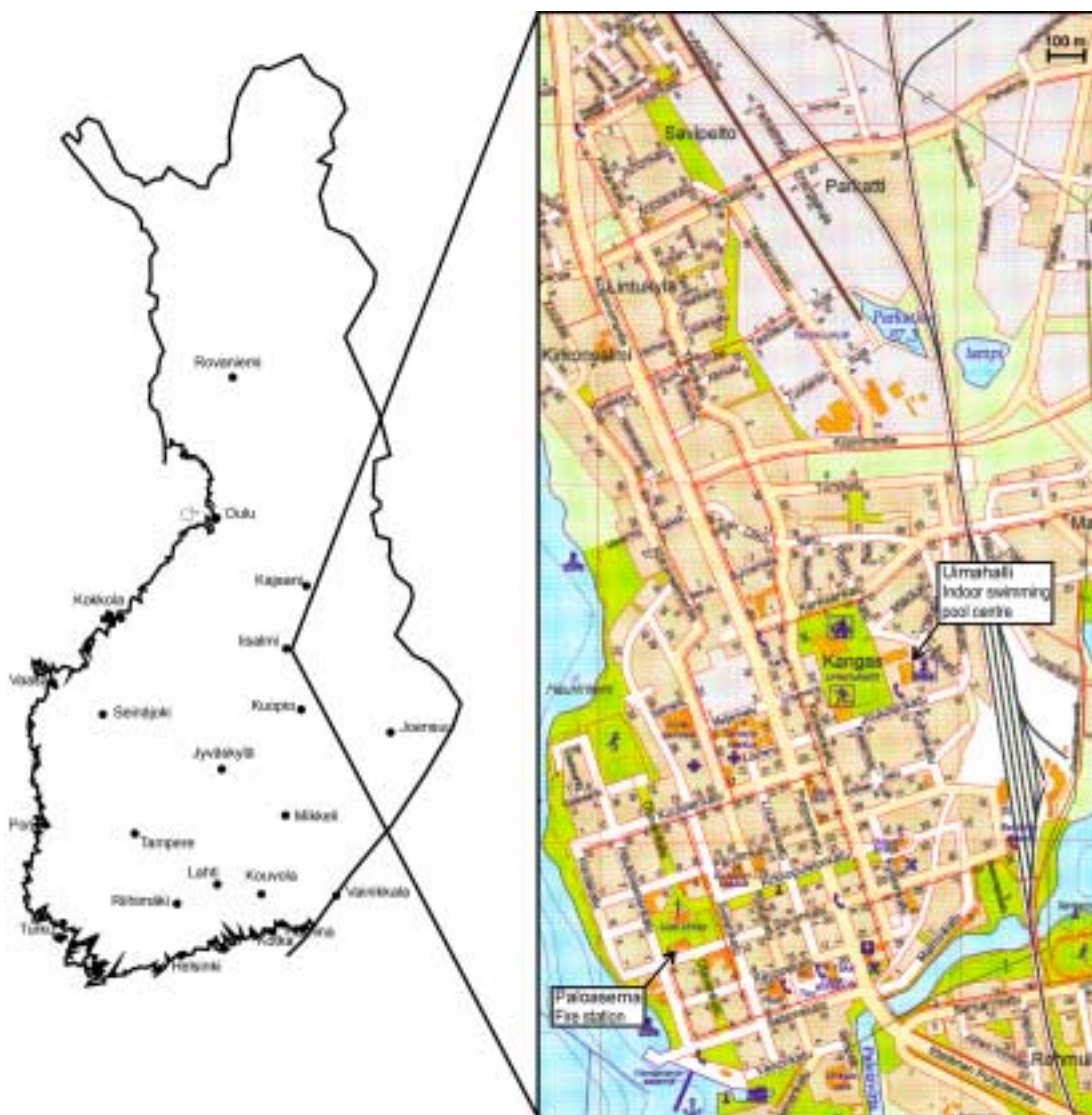
Liite 1. Lausunnot

LÄHDELIITTELUETTELO

1 TAPAHTUMAT

1.1 Yleiskuvaus

lisalmissa tapahtui varhain keskiviikkoamuna 29.3.2000 suuronnettomuuden vaaratilanne, kun uimahallin katto oli vaarassa romahtaa. Yksi uima-altaan yläpuolella olevista kattorakenteita kannattavista liimapuupalkeista rikkoutui, jolloin katto alkoi hitaasti vajota. Uimahallissa oli tapahtumahetkellä neljä asiakasta, joista kukaan ei loukkaantunut.



Kuva 1. Kartta Iisalmen uimahallin sijainnista. Karttaan on merkitty myös noin kilometrin päässä uimahallista oleva Iisalmen palloasema.

Figure 1. The location of the indoor swimming pool centre of Iisalmi. The location of the fire station at the distance of 1 kilometre from the indoor swimming pool centre is also marked.

Iisalmen kaupunki on Pohjois-Savossa, noin 90 kilometriä Kuopiosta pohjoiseen. Uimahalli sijaitsee kaupungin keskustassa rautatieaseman läheisyydessä. Paloasema on noin kilometrin päässä uimahallista.

1.3 Uimahallirakennus



Kuva 2. Iisalmen uimahalli ennen vuosien 1995-1996 saneerausta ja laajennusta.

Figure 2. The indoor swimming pool centre of Iisalmi before the renovation and the expansion made during 1995-1996.

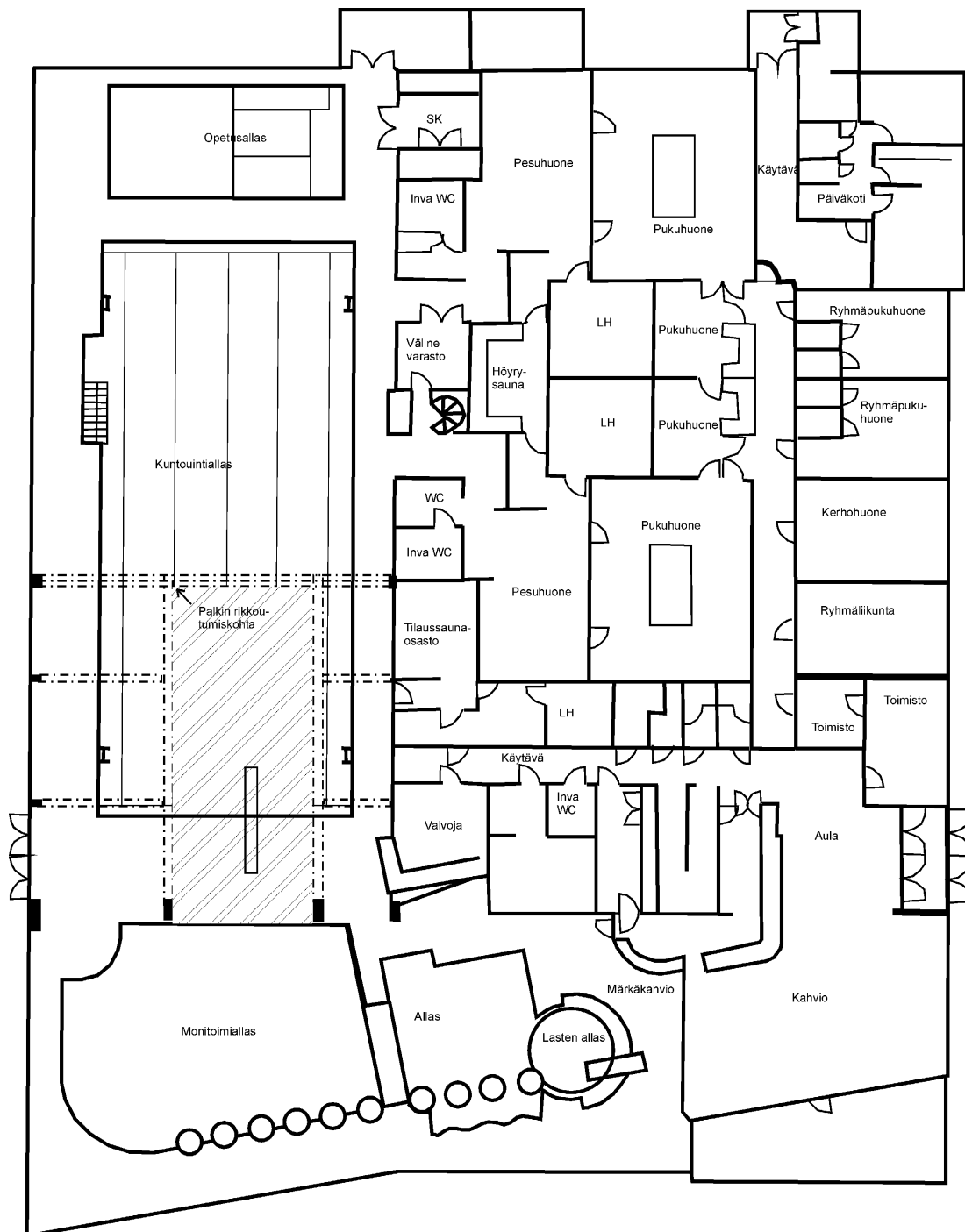
Vuonna 1974 valmistunut uimahalli on yksikerroksinen punatiiliverhoiltu rakennus. Kantavina pystyrakenteina ovat teräsbetonipilarit. Kantavat kattorakenteet ovat puuta. Uimahallin allashuoneessa on kuntouintiallas, monitoimiallas, lastenallas ja opetusallas. Allashuoneen kanssa samassa kerroksessa ovat muun muassa pukuhuoneet, pesuhuoneet, ryhmäliikuntatilat sekä kahvio. Tekniset tilat ja kuntosali sijaitsevat kellarissa maanpinnan alapuolella. Rakennuksessa oli aikaisemmin tasakatto ja ponnahduslaudan kohdalla kaarikatto. Vuosina 1995-1996 toteutetussa laajennuksessa ja saneerauksessa halliosan tasa- ja kaarikatto muutettiin puurakenteiseksi pulpettikatoksi. Kuva uimahallista saneerauksen ja laajennuksen jälkeen on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Iisalmen uimahalli vuosien 1995-1996 saneerauksen ja laajennuksen jälkeen. Kaari- ja tasakaton yhdistelmä on muutettu pulpettikatoksi. Kuva on otettu samasta suunnasta kuin kuva 2.

Figure 3. The indoor swimming pool centre of Iisalmi after the renovation and the expansion made during 1995-1996. The combination of flat and arched roof has been changed into a mono-pitch roof. The photo is taken from the same direction as the photo in figure 2.

Vuonna 1996 valmistuneen saneerauksen ja laajennuksen syitä olivat lähinnä kosteudesta aiheutuneet allashuoneen rakenteelliset vauriot, normaalista kulumisesta aiheutunut pintaremontin tarve sekä tilojen viihtyvyyden parantaminen. Laajennuksessa uimahalliin tehtiin muun muassa monitoimiallas, lastenallas, lisäpukuhuoneet ja aikaisempaa suurempi kuntosali. Samalla myös kahvio/lipunmyynti ja aulajärjestelyt uusittiin. Saneeraustöitä olivat muun muassa kattorakenteiden, pukeutumistilojen, pesutilojen, saunatilojen, vedenpuhdistuksen, ilmastoinnin ja lattioiden uusiminen. Kuvassa 4 on esitetty uimahallin maanpäällisen kerroksen pohjapiirros.



Kuva 4. *lisalmen uimahallin maanpäällisen kerroksen pohjapiirros. Kuvaan on piirretty myös allashuoneen kattopalkit katon vaurioitumisalueelta. Vinoviivoitetulla osalla oli ennen vuosien 1995-1996 saneerausta ja laajennusta kaarikatto siten, että kaaret olivat kuntouintialtaan suuntaiset.*

Figure 4. *The general layout of the overground floor of the lisalmi indoor swimming pool centre. The beams of the damaged roof are also drawn. There was an arched roof at the striped area before the renovation and the expansion was made during 1995-1996. The arcs were parallel to the exercise pool.*

1.4 Tapahtumat

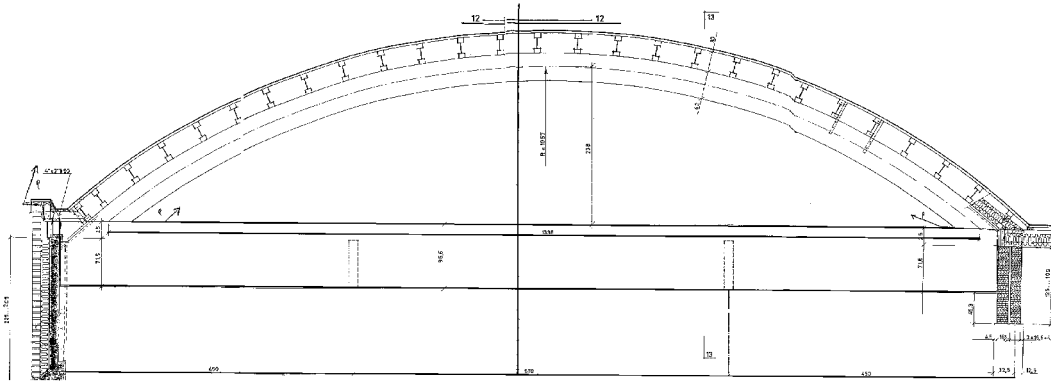
Uimahalli avataan arkipäivisin kello 9.00 lukuun ottamatta keskiviikkoa, jolloin halli avataan jo kello 6.00. Keskiviikkoaamuna 29.3.2000 uimahallin kassanhoitaja saapui uimahallille kello 5.30 ja valvoja kello 5.45. Kassanhoitaja tarkisti, että pukuhuone-, sauna- ja suihkutiloissa on kaikki kunnossa ja teki kahvion ja kuntosalin avaamiseen liittyviä valmisteluja. Valvoja vaihtoi työpaikalle saavuttuaan työvaatteet ja siirtyi allastiloihin noin kello 5.58. Valot sytytettyään valvoja huomasi altaassa kelluvan roskan, jonka hän aikoi poistaa altaasta heti ovien avaamisen jälkeen. Tällä välin kassanhoitaja oli avannut uimahallin ja päästänyt ensimmäiset ulkona odotelleet asiakkaat sisään pukuhuonetiloihin.

Valvoja alkoi poistaa roskaa altaasta, jolloin hän huomasi sen olevan altaan yläpuolella olevasta liimapuupalkista irronnut puulastu. Palkissa oli tällöin ”noin 10 cm pitkä railo”. Valvoja soitti heti kassanhoitajalle ja pyysi tätä saapumaan altaalle. Todettuaan tilanteen vakavuuden valvoja ja kassanhoitaja päättivät yhdessä, että altaaseen ei päästetä asiakkaita. Kassanhoitaja lähti soittamaan lisäapua ja valvoja alkoi ohjata neljää monitoimialtaaseen ehtinyttä eläkeläistä takaisin peseytymistiloihin. Asiakkaat hieman epäilivät poislähdön tarpeellisuutta, mutta siirtyivät kuitenkin verkkaisesti pois.

Kassanhoitaja oli tällä välin soittanut uimahallin laitospäällikölle ja lisälmen kaupungin vapaa-aikajohtajalle. Kotona ollut laitospäällikö tuli noin 15-20 minuutin kuluessa uimahallille, jossa hän totesi palkin rusahtelevan ja vajoavan nykäyksittäin hitaasti alaspäin. Laitospäällikö hälytti välittömästi (kello 6.34) palokunnan paikalle.

Palokunnan ensimmäinen yksikkö saapui paikalle kello 6.40. Pelastustoimintaa johtava palomestari teki nopean tilannearvion ja käski laitospäälliköä kytkemään allasosaston sähköt pois ja käynnistämään altaan tyhjennyksen. Samalla palomestari käski myös kassanhoitajaa poistamaan kaikki asiakkaat rakennuksesta, myös kellarikerroksessa olevasta kuntosalista. Palomiehet saahasivat uimahallin pihalta nopeasti koivu- ja mäntyrunkoja ja laittoivat ne tukemaan vajoavaa palkkia. Vajoaminen saatiin pysähtymään ja tilanne hallintaan alle puolessa tunnissa palokunnan saapumisesta.

Rikkoontunut palkki oli 15,4 m pitkä ja sen poikkipinnan korkeus oli 966 mm ja leveys 135 mm. Piirros palkista ja vuonna 1995 puretuista kaarista on esitetty kuvassa 5. Lujuusluokaksi oli 1972 tehdyssä piirustuksessa annettu ”sahatavara T300/T400”, mikä tarkoittaa liimapuuta, jossa ulkolamellit (uloin kuudennes molemmissa pinnoissa) ovat lujuusluokkaa T400 ja sisälamellit lujuusluokkaa T300. Tällainen lujuusluokka oli suunnitteluajankohtana yleisimmin käytetty lujuusluokka. Palkeissa olevissa valmistusmerkeissä oli valmistajan nimen lisäksi L-merkki, joka tarkoittaa, että valmistajalla oli oikeus valmistaa liimapuuta.



Kuva 5. Palkki ja vuonna 1995 puretun kaarikaton kaari. Kaaren jänneväli oli 13,38 m ja suoran palkin korkeus 966 mm. Kun kattomuoto muutettiin pulpettikatoksi, palkin päälle laitettiin neljä kattorakenteita kannattavaa pilaria.

Figure 5. The beam and the arc of the arched roof which was disassembled in 1995. The span of the roof was 13,38 m and the height of the straight beam 966 mm. When the type of the roof was changed to pitched roof, four columns were installed on the beam to support the roof structures.

Palokunta tallensi palkin ja katon vajoamista videonauhalle. Kuvassa 6 on esitetty tilanne, kun palkkia oltiin vielä tukemassa.



Kuva 6. Rikkoontunut liimapuupalkki juuri ennen kuin palokunta sai vajoamisen pysähtymään. Taustalla näkyy kaksi puunrunkoa, jotka palokunta kaatoi ja laittoi kattorakenteiden tueksi.

Figure 6. The damaged laminated beam just before the fire service managed to halt the sinking. Two tree trunks can be seen behind. The fire service felled the trees and put them to support the roof structures.

1.5 Vahingot

1.5.1 Henkilövahingot

Henkilövahinkoja ei aiheutunut.

1.5.2 Aineelliset vahingot

Rikkoutunut palkki korvattiin uudella, 250 mm korkeammalla ja 30 mm leveämmällä, palkilla. Palkin päihin suunniteltiin uudet ankkurointiteräskengät, joiden alapuolelle hitsattiin palkkia tukeva teräslevy. Myös toisen samansuuntaisen palkin teräskenkien alimpiin ruuvireikiin kiinnitettiin palkkia kannatteleva teräskappale parantamaan liitosten varmuutta. Lisäksi yläpuolisten kattorakenteiden naulauslevyliitoksia sekä sisäkattolevyjä jouduttiin uusimaan. Höyrynsulku säilyi ehjänä.

Korjausten kokonaiskustannukset olivat noin 150 000 markkaa.

Uimahallin uima-allasosasto jouduttiin korjausten vuoksi sulkemaan 29.3 - 24.4.2000 väliseksi ajaksi korjausten vuoksi, mistä aiheutui noin 100 000 markan menetykset.

2 PELASTUSTOIMINTA

2.1 lisalmen pelastuslaitoksen toiminta

Todettuaan tilanteen vakavaksi uimahallin laitosmies soitti kello 6.34 lisalmen hätäkeskukseen ja hälytti palokunnan paikalle. Laitosmies kertoi hätäilmoituksessaan, että uimahallin katto rutisee kaiken aikaa ja saattaa pudota altaaseen minä hetkenä tahansa. Hätäkeskus hälytti palokunnan paikalle ja ilmoitti tapahtuneesta lisäksi lisalmen kaupungin tekniseen virastoon sekä poliisin päivystykseen, joka hälytti paikalle partion antamaan palokunnalle virka-apua.

Hätäkeskus hälytti uimahallille kello 6.35 koko vakinaisen palokunnan vuorovahvuuden, eli 1+3 henkilöä. Kalustoon kuului sammutus/pelastusyksikkö ja nostolavayksikkö. Kaksi minuuttia myöhemmin paikalle hälytettiin myös vakinaisen palokunnan vapaavuorolaiset (8 henkilöä), jotka saapuivat paikalle miehistönkuljetusautolla, kuorma-autolla ja sammutus/pelastusyksiköllä. Ensimmäiset kaksi yksikköä olivat paikalla nopeasti eli vain viiden minuutin kuluttua hälytyksestä kello 6.40. Kolme seuraavaa yksikköä eli vapaavuorolaiset olivat paikalla kello 7.05, 7.12 ja 7.35.

Pelastustoiminnan johtovastuu oli alusta lähtien lisalmen pelastuslaitoksen palomestarilla. Hän teki paikalle saavuttuaan nopean tilannearvion. Tilanne vaikutti todella kiireelliseltä, joten palomestari käski palomiehet läheiseen metsikköön kaatamaan puita palkin nopeaa tukemista varten. Samalla hän käski laitosmiestä kytkemään allashuoneen sähköt pois ja käynnistämään altaan tyhjennyksen sekä kassanhoitajaa tyhjentämään koko rakennuksen asiakkaista. Palokunnan saapuessa paikalle palkin taipuma oli noin 100 mm, mutta seuraavien 10-15 minuutin kuluessa taipuma kasvoi noin puoleen metriin.

Palokunta laittoi ensimmäisen puunrungon tueksi palkin ehjän pään puolelle mahdollisimman lähelle altaan reunaa, jolloin tuki oli mahdollista laittaa suoraan palkin alle. Muihin paikkoihin tukien laitto oli hankalampaa, sillä allas oli syvä ja täynnä vettä. Vinosti altaan reunaa vasten laitettiin yksitellen lisää tukia, joista jokainen antoi hieman lisää tukea seuraavien tukien laittoon varten. Viiden puunrungon avulla vajoaminen saatiin pysäyttämään alle puolella tunnissa palokunnan ensimmäisten yksiköiden saapumisesta. Sen jälkeen välitöntä romahdusvaaraa ei enää ollut. Palokunta toi kuorma-autollaan paikallisesta puutavaraliikkeestä myöhemmin lisää järeätä sahatavaraa, jotka laitettiin lisävarmistukseksi palkin alle. Lisäksi palokunta teki kattoon reiän, jonka kautta paikalle tilatun autonosturin nostoliinat saatiin kannattamaan palkkia.

Palokunta poisti katolta lunta koko päivän ajan puomitikkaiden ja kurottajan avulla, mikä vähensi palkkiin kohdistuvaa kuormitusta niin paljon, että palkki alkoi nousta jopa takaisin ylöspäin.

Koska talvi oli ollut runsasluminen, ensi oletamus vaurion syystä oli katon poikkeuksellisen suuri lumikuorma. Sen vuoksi kaupungin tekninen virasto ja palokunta tutkivat katon lumen määrää tarkemmin ja ottivat koskemattomista kohdista näytteitä. Uimahallin kun-

tosalilta saadulla vaa'alla mitattuna lumikuormaksi saatiin mittauskohdasta riippuen 120-130 kg/m². Lumen syvyys katolla oli tapahtumapäivänä noin 500 mm. Suomen ympäristökeskuksen mukaan lumen vesiarvo, eli lumen massa neliometriä kohden kyseisenä päivänä oli 200 kg/m². Tämä arvo vastaa lumikuormaa 1,6 kN/m² katolla. lisalmi kuuluu alueeseen, jolla suunnittelulumikuorma rakennusalan normien mukaan on 1,8 kN/m² (≈ 180 kg/m²). Katolla ei ollut kinostumia.

Uima-altaan tyhjentyminen kestää tavallisesti noin vuorokauden, joten palokunta laittoi kaksi omaa pumppua pumppaamaan vettä uimahallin pihalle. Allas oli tyhjä ennen kello 14:ää, jolloin kaupungin teknisen viraston henkilöstö alkoi rakentaa pysyvämpiä tukia palkin alle. Palomestari jätti työmaan lisalmen kaupungin teknisen viraston vastuulle kello 16.30, jolloin palokunta lähti muuhun tehtävään.

Palokunnan nostolavayksikkö ja miehistönkuljetusyksikkö (yhteensä 4 henkilöä) saapuivat paikalle vielä uudelleen kello 18.44 ja 18.45. Yksiköt jatkoivat lumen pudottamista katolta kello 21:een asti, johon mennessä lumet oli poistettu noin 300 neliömetrin alueelta.

Uimahalli sijaitsi pelastustoimintaa ajatellen erinomaisella paikalla, sillä lisalmen paloasema sijaitsee vain noin kilometrin päässä. Myös sairaanhoitopalvelut olisivat olleet tarvittaessa nopeasti saatavilla vain noin puolen kilometrin päässä uimahallilta olevalta terveysasemalta ja aluesairaalasta.

Palokunnan toiminta oli nopeaa ja kekseliästä, minkä vuoksi katon romahtaminen voitiin välttää. Uimahallin vieressä olleen metsikön puiden käyttö oli järkevää ja ehkä ainoa mahdollinen ratkaisu palkin nopean vajoamisen pysäyttämiseen. Palokunta toimi myös vaaratilanteen tutkintaa helpottavalla tavalla, kun se tallensi palkin taipumista videokameralla. Myös lumikuorman todellisen määrän mittaaminen mahdollisimman nopeasti antoi tutkinnan kannalta tärkeää tietoa tapahtumapaikan olosuhteista.

2.2 Tiedottaminen

Tiedotusvälineillä on tapana tiedustella aamuisin hätäkeskuksista, onko yön aikana tapahtunut jotain uutisoimisen arvoista. Ilmeisesti tällaisen tiedustelun perusteella uimahallille saapui useita toimittajia jo heti kello 7:n jälkeen. Palomestari antoi joitakin haastatteluja, joissa hän tiedotti paikalla vallitsevasta tilanteesta pelastustoiminnan kannalta. Lisäksi palokunta päästi kuvaajia ottamaan kuvia turvallisen etäisyyden päästä. Sivulisten turvallisuuden ja palokunnan työrauhan varmistamiseksi uimahallin ulkopuolelle vedettiin nauhoja rajoittamaan liikkumista. Siitä huolimatta palokunta joutui opastamaan yksittäisiä toimittajia vaara-alueelta pois.

Lukuisat toimittajat myös soittivat palomestarin puhelimeen, mistä kävi ilmi, että tapaus kiinnostaa koko valtakunnan tiedotusvälineitä. Noin kello 9 palomestari antoi hätäkeskuksen välitettäväksi tiedotteen, jossa kerrottiin, että tiedotustilaisuus järjestetään kello 11. Syy tiedotustilaisuuden järjestämiseen oli se, että palomestarin oli tärkeää keskittyä pelastustoiminnan johtamiseen sekä se, että tapaus herätti kysymyksiä, jotka kuuluvat lisalmen kaupungin vastuulle.



Tiedotustilaisuudessa tiedotusvälineiden kysymyksiin olivat vastaamassa palomestari, lisälmen kaupungin rakennuspäällikkö ja uimahallin asioista tietävä lisälmen kaupungin vapaa-aikajohtaja.

Tutkintalautakunta ei järjestänyt vaaratilanteen johdosta tiedotustilaisuuksia. Tämän tutkintaselostuksen julkaisupäivänä tiedotusvälineille annettiin lehdistötiedote, jossa kerrottiin tutkintaselostuksen valmistumisesta ja esitettiin sen sisältö tiivistettynä. Lisäksi tutkintalautakunnan puheenjohtaja on vastannut vaaratilanteeseen liittyviin kysymyksiin.

3 VAARATILANTEEN TUTKINTA

3.1 Tutkinnan aloittaminen

Onnettomuustutkintakeskus sai tiedon kattopalkin vaurioitumisesta Yleisradion radiouutisista tapahtumapäivänä kello 12.00. Tapaus määriteltiin alustavien puhelimitse tehtyjen selvitysten perusteella suuronnettomuuden vaaratilanteeksi, joka on syytä tutkia. Paikalle lähetettiin iltapäivällä kaksi Onnettomuustutkintakeskuksen asiantuntijaa, jotka Onnettomuustutkintakeskus nimesi seuraavana päivänä tutkintalautakunnan puheenjohtajaksi ja jäseneksi.

3.2 Paikkatutkimukset

Tutkijat olivat uimahallilla noin kello 18.30, jolloin palkki oli nostettu autonosturin avulla lähes alkuperäiselle paikalleen. Tutkijat perehtyivät uimahallin kattorakenteeseen. Puun kosteusprosentiksi mitattiin 10, joka on puun kestävyys- ja lujuuden säilymisen kannalta lähes ihanteellinen.

Seuraavana päivänä tutkijat jatkoivat paikkatutkimuksia, jolloin mittausten avulla todettiin, että rakenteet vastaavat rakennepiirustuksia. Kaikki havainnot kirjattiin ja valokuvattiin. Tutkimuksia helpotti palokunnan kuvaama video, jolta palkin asemaa ja vaurioita ennen palkin ylösnostoa voitiin tutkia.

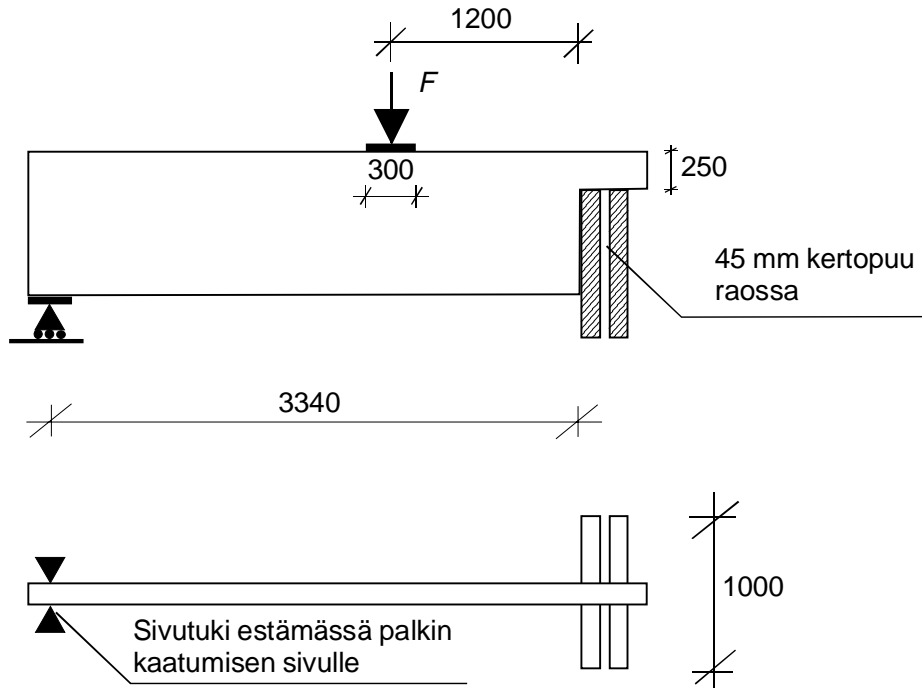
Kaksi tutkintalautakunnan jäsentä, joista toinen ei aikaisemmin ollut käynyt tapahtumapaikalla, menivät uimahallille 4.4.2000. Sinä päivänä vaurioita korjaava urakoitsija irrotti rikkoontuneen palkin tutkintalautakunnan ohjeiden mukaisesti. Tavoitteena oli saada palkki VTT:lle sellaisessa kunnossa, että ehjälle päälle voitiin tehdä kuormituskoe ja rikkoutunut pää tutkia tarkemmin. Tutkijat kirjasiivat ja valokuvasiivat vielä joitakin yksityiskohtia, kuuluivat tapahtuma-aamuna paikalla ollutta uimahallin henkilökuntaa ja tutustuivat uimahallin rakentamiseen, saneeraukseen ja laajennukseen liittyviin asiakirjoihin. Samana päivänä tutkijat kävivät myös lisälmen rakennusvalvontatoimistossa, jossa todettiin katon muutospiirustusten ja niihin liittyvien rakennuslupien olevan kunnossa. Tällöin tarkistettiin myös se, että rakennusvalvontatoimistossa olevat piirustukset vastasivat todellisia rakenteita.

3.3 Kuormituskoe

Rikkoontunut palkki toimitettiin VTT:lle kahdessa osassa. Palkin ehjästä päästä sahattiin kaksi 1 m pituista pätkää, joilla korvattiin kokeessa kattorakenteessa ehjäksi jäänyt primaaripalkki. Loppuosaa käytettiin kuvaamaan rikkoutunutta palkkia. Liitos tehtiin samanlaiseksi kuin alkuperäinen rikkoutunut liitos. Teräsosat, palkkikenkä ja pultit, otettiin palkin ehjäksi jääneestä päästä. Palkin päähän tehtiin uusi loveus, jotta palkin pään vaurioitunut osa voitiin poistaa.

Koejärjestely

Koejärjestely mittoineen ilmenee kuvasta 7.



Kuva 7. Kokeen kuormitusjärjestely.

Figure 7. Load arrangements in the loading test.

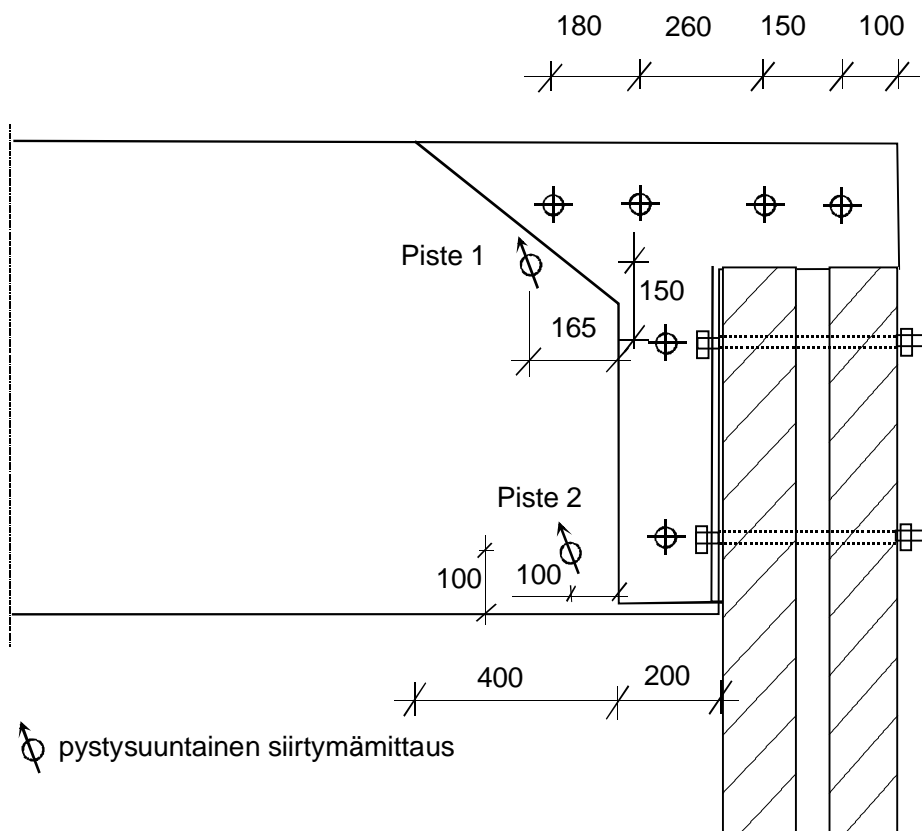
Kuvan 7 kuormitusjärjestelyllä saadaan aikaan liitosalueelle sama leikkausvoima kuin murtotilanteessa.

Kokeessa mitattiin voima F ja teräsosa ja palkin väliset siirtymät palkin molemmin puolin pisteistä 1 ja 2 (kuva 8). Piste 1 siirtymä kuvaa siirtymää teräsosien ja palkin välillä palkin yläosassa. Piste 2 siirtymä kuvaa vastaavaa siirtymää palkin alaosassa ja siirtymien erotus palkin muodonmuutosta korkeussuunnassa. Jos palkki halkeaa mittauspisteiden välistä, niin erotus kasvaa.

Koekuormitusilanteessa voidaan liitosta rasittava leikkausvoima V laskea kaavasta

$$V = \frac{2140 + 140 + 45/2}{3340 + 140 + 45/2} F \approx 0,657 F$$

missä 140 on pääpalkkia kuvaavan palkin leveys (mm) ja 45 on palkkien väli (mm).



Kuva 8. Kokeen mittaukset.

Figure 8. The measurements in the loading test.

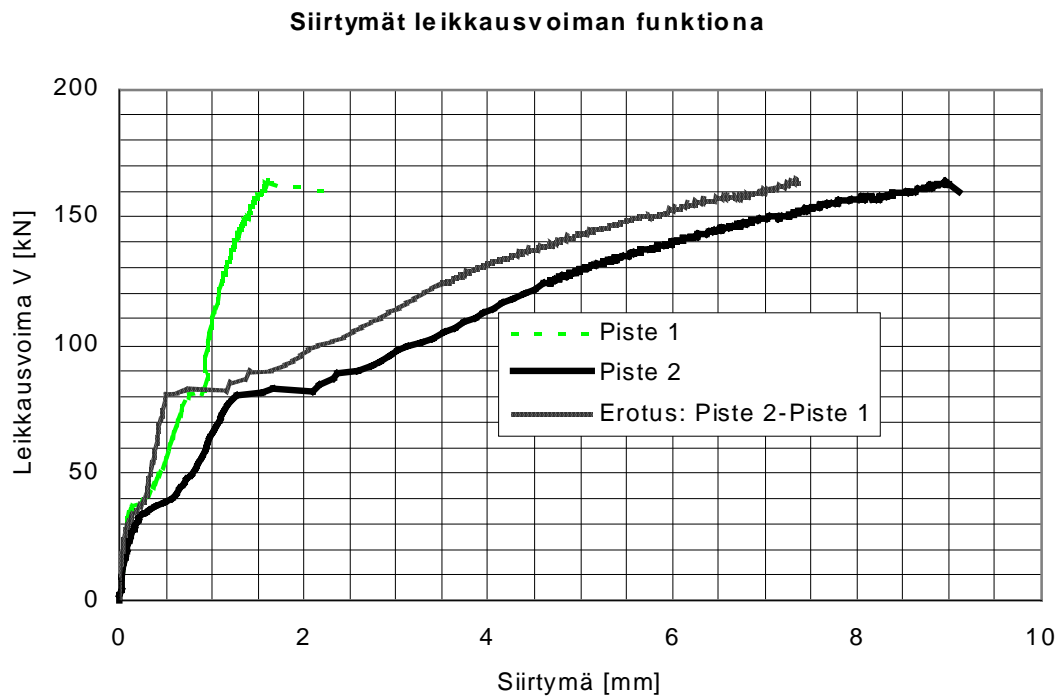
Koetulokset

Koetuloksina saadut voiman ja siirtymien väliset riippuvuudet on annettu kuvassa 9.

Koekuormituksen aikana tehdyistä havainnoista ja kuvasta 9 voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

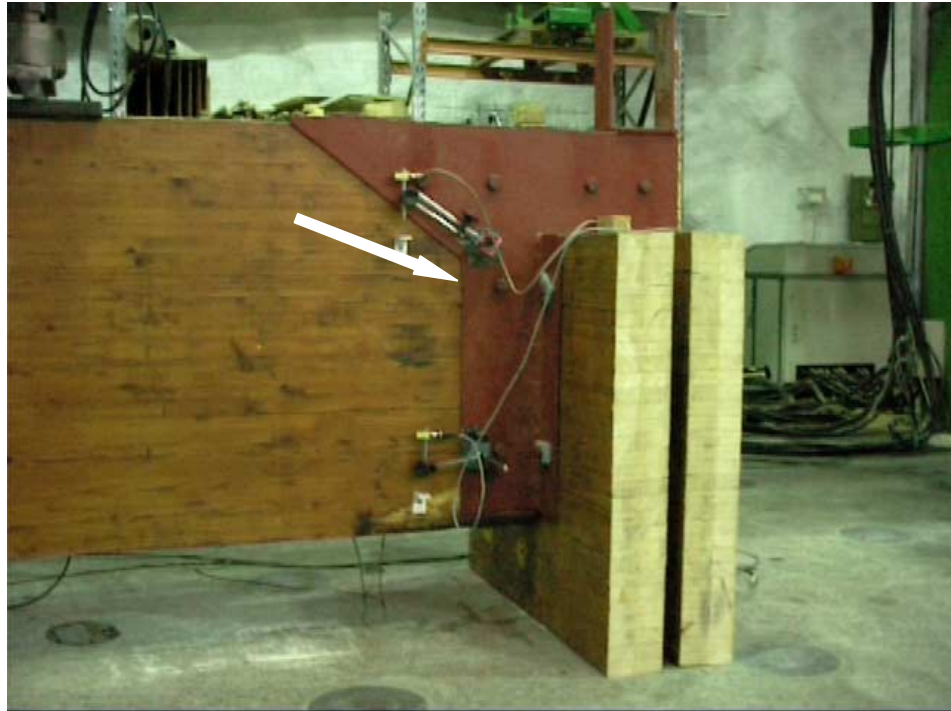
1. Palkkia kuormitettaessa kuului ensin hiljaisempaa napsahtelevaa ääntä, kun palkin pään ankkurointi painui kaksoispalkkiin. Kuormaa kasvatettaessa palkki alkoi rikkoutua leikkausvoiman vaikutuksesta. Tällöin napsahtelu oli jo huomattavasti voimakkaampaa ja palkkiin alkoi syntyä halkeamia. Kun kuormaa edelleen kasvatettiin, halkeamat kasvoivat melko pienin nykyäksin.
2. Kuvasta 9 huomataan, että leikkausvoiman ollessa noin 80 kN kasvavat molemmat mitatut siirtymät ja niiden erotus ilman, että voima kasvaa. Tällöin havaittiin liitosalueella ensimmäinen vaurio, joka oli palkin halkeaminen pultin kohdalta, joka oli 550 mm palkin alareunasta (kuva 10).
3. Kuormitusta jatkettaessa halkeama kasvoi, mikä näkyy siirtymien erotuksen kasvuna, kun kuorma kasvoi vauriokuormasta. Tällöin rikkoutuneen palkin pään alaosa kantoi alin pultti.

4. Seuraavassa vaiheessa palkin pää halkesi alimman pultin kohdalta samoin kuin katon vauriotapauksessa siten, että alimman pultin alapuolinen osa ei katkennut.
5. Suurin mitattu leikkausvoima oli 160 kN. Näin korkean maksimivoiman saavuttaminen oli mahdollista, koska koetilanteessa palkissa oli vaurioilannetta pienempi taivutusmomentti. Kokeessa momenttivarsi noin 1400 mm ja rikkoutuneessa palkissa noin 4500 mm.



Kuva 9. Siirtymät leikkausvoiman V funktiona.

Figure 9. Measured displacements and their difference as a function of the shear force V .



Kuva 10. Kun kuormaa kasvatettiin, ensimmäinen ohut halkeama syntyi palkin puolivälin yläpuolella olevan pultin kohdalle. Halkeaman paikka on osoitettu nuolella.

Figure 10. When the load was increased, the first thin crack occurred to the spot where the second lowest bolt is. The place of the crack is pointed by an arrow.



Kuva 11. Liitos kuormituskokeen lopussa. Alimman ruuvin kohdalla oleva halkeama on alkanut kasvaa samalla tavalla kuin kattovaurion tapahtuessa.

Figure 11. The joint at the end of the loading test. The crack at the spot of the lowest bolt has grown just like the crack in the damaged beam.

Koekuormituksen perusteella voidaan tarkentaa kattopalkin vauriomekanismiksi seuraava:

- Palkki on aluksi haljennut sen puolivälin yläpuolelta sekä pultin että loven kulman kohdalta ja seuraavaksi alimman pultin kohdalta.
- Vaurioitunut palkki on lopuksi murtunut taivutusmurrosta, koska se on halkeilun seurauksena hajonnut useammaksi päällekkäiseksi matalaksi palkiksi, joiden yhteenlaskettu kantavuus on tunnetusti pienempi kuin yhden ehjän palkin kantavuus.
- Koekuormituksessa vauriohetkellä vaikuttanut leikkausvoiman arvo 80 kN vastaa tavanomaisen lujuushajonnan puitteissa vauriotilanteen kuormitusta. Kuormitukseksi tällöin on arvioitu 60 kN, kun omapainoksi on oletettu 0,6 kN/m² ja lumikuormaksi 1,2 kN/m². Koetilanne vastaa lyhytaikaista kuormaa (kesto aika noin 10 minuuttia) ja vauriotilanteen kuorma ainakin päiviä vaikuttanutta kuormitusaikaa. Puun lujuus on tunnetusti pienempi pitkäaikaiskuormituksessa kuin lyhytaikaiskuormituksessa.

3.4 Muut palkille tehdyt tutkimukset

Myös palkin rikkoutunut pää toimitettiin VTT:lle tarkempaa tutkintaa varten. Palkin sivulle naulattiin lautoja, jotta palkki säilyisi kuljetuksen ajan mahdollisimman ehjänä. Palkki purettiin VTT:n laboratoriossa, jolloin voitiin tutkia halkeamien alkua ja etenemistä.

Kaikki havaitut halkeamat olivat uusia eikä mikään niistä ollut liimasaumassa.

3.5 Rakennusvalvonta-asiakirjat

Piirustukset

lisalmen rakennusvalvontatoimistossa oli uimahallin vuosien 1995-1996 saneeraukseen ja laajennukseen liittyvät rakennepiirustukset. Rakennustarkastaja oli tarkastanut 26.4.1995 myönnettyyn rakennuslupaan liittyvät pääpiirustukset niissä olevan leiman mukaan 19.4.1995. Tarkastusinsinööri on tehnyt rakennepiirustuksiin tarkastusmerkinnän 12.5.1995.

Uimahallin rakentamisen aikaisia piirustuksia 1970-luvulta ei rakennusvalvontatoimistossa ollut.

Tutkijoilla on ollut käytössään uimahallin arkistosta saadut piirustukset, joista rakenteita on riittäväällä tarkkuudella voitu tarkastella. Tutkijat vertasivat 29-30.3.2000 piirustusten ja rakenteiden yhdenmukaisuutta. Rakenteiden todettiin vastaavan piirustuksia.

Rakennuslupa ja katselmukset

Rakennuslupa oli rakennusvalvontavirastossa olevien piirustusten leimojen mukaan myönnetty 26.4.1995 ja katselmuksia oli suoritettu seuraavasti:

9.8.1995	Sijainninmerkintä
18.8.1995	Pohjakatselmus
25.9.1995	Perustuskatselmus
29.11.1995	Rakennekatselmus
7.6.1996	VV-tarkastus
10.6.1996	Hormikatselmus
12.6.1996	Sähkötarkastus
12.6.1996	Loppukatselmus.

Koska uimahallin rakentamisen aikaisia piirustuksia ei ollut, niihin liittyvistä rakennusluvista tai katselmuksista ei ole tietoa.

Rakennelaskelmat

Rakentamisen tai saneerauksen ja laajennuksen yhteydessä laadittuja laskelmia ei rakennusvalvontatoimistossa ollut. Kaupungin rakennustarkastajan mukaan laskelmien vaatimiskäytäntö on vaihdellut suunnitelmat hyväksyvistä rakennustarkastajasta riippuen. Käytäntö vaihtelee suuresti myös kunnasta toiseen.

Kattorakenteiden muutokset vuonna 1995 suunnitellut suunnittelija kertoi, että kyseisen palkin kestävyyttä ja siihen kohdistuvia kuormia ei muutosta tehdessä laskettu lainkaan, koska suunnittelija tiesi aikaisempien suunnitelmien tekijät päteviksi ja luotti heidän ammattitaitoonsa.

Rakennusvalvontatoimiston tarkastusinsinööri teki rakennesuunnitelmiin tarkistusmerkinnät ja suoritti rakennusluvassa määrätyn rakennekatselmuksen. Hän ei ollut vaatinut vaurioituneen palkin laskelmia.

Rakennustarkastaja käydessään rakennuspaikalla havaitsi, että suoraan allashuoneen pääpalkkeihin tuettua tasakattoa oltiin korvaamassa pulpettikatolla. Uusi katto tuettiin pääpalkkeihin pilareilla. Tällöin palkit menettivät sivuttaistukensa ja niiden kiepahdusvaara oleellisesti kasvoi. Rakennustarkastaja pyysi rakennesuunnittelijaa tarkistamaan palkit kiepahduksen suhteen. Pyyntö koski vaurioalueen ulkopuolella olevien pääpalkkien kiepahdusvaaran tarkistamista. Tutkijoiden käytössä olleet laskelmat osoittivat, että kiepahdusriskiä ei ollut. Myöhemmin ongelmalliseksi osoittautuneisiin palkkeihin ja liitoksiin ei tuolloin kiinnitetty mitään huomiota.

4 ANALYYSI

4.1 Uimahallin suunnittelu ja rakentaminen vuosina 1972-1974

Vuonna 1974 valmistunutta rakennustyötä ja siihen liittyviä seikkoja tutkittiin vain katto-rakenteiden mitoituksen osalta. Muun muassa rakennusvalvontaan, suunnitteluun tai työn toteutukseen ei katsottu aiheelliseksi paneutua.

Uimahallin katoksi valittiin tasakatto, mutta ponnahduslaudan kohdalle rakennettiin kaarikatto. Tavoitteena oli ilmeisesti parantaa hallin ulkonäköä ja samalla saada kattoa korkeammaksi hyppytelineen kohdalta. Kaarikaton sivut koostuivat ikkunoista.

Jänneväliiltään 13,38 m olevat kaksi liimapuukaarta oli tuettu toisesta päästä betoniseinään ja toisesta päästä allashuoneen poikki menevään pääpalkkiin. Kyseinen primaaripalkki koostuu kahdesta rinnakkaisesta liimapuupalkista. Kaarien alapuolella olivat niiden kanssa samansuuntaiset palkit, jotka ottivat vastaan kaarista välittyvän vetovoiman. Lisäksi palkit kannattivat puolet tasakatolta kaaren sivuilta tulevasta kuormasta ja kaarikaton päiden ikkunoiden painon.

Kaaripiirustuksessa olevien merkintöjen mukaan suunnittelija edellytti liimapuupalkeilta seuraavia ominaisuuksia:

”Puutavara: Lujuusluokka T300/T400
Kosteustila 2
Kosteudenkestävä liimaus U-luokka”.

Lujuusluokan osalta suunnittelija lienee tarkoittanut, että liimapuu tehdään siten, että uloin kuudennes palkin lamelleista on lujuusluokkaa T 400 ja sisäosa lujuusluokkaa T 300. Näin saataisiin valmistusajankohdan tavanomaisin (lujin) liimapuupalkki. Tällöin voitiin käyttää seuraavia liimapuun sallittuja kimmo- ja lujuusarvoja kosteusluokassa 2

- sallittu taivutusjännitys: 147 kp/cm²
- sallittu vetojännitys 113 kp/cm²
- sallittu puristusjännitys 118 kp/cm²
- sallittu leikkausjännitys 11,3 kp/cm²

Sallittuja jännityksiä määritettäessä on oletettu huomioon omapainon, lumikuorman ja tuulikuorman yhdistelmälle sallittu jännitysten korotuskerroin

$$\frac{1,40\sigma_t + 1,15\sigma_l + \sigma}{\sigma_t + \sigma_l + \sigma}$$

missä

σ_t on tuulikuorman aiheuttama jännitys,

σ_l on lumikuorman aiheuttama jännitys ja

σ on muiden kuormien kuin lumi- tai tuulikuorman aiheuttama jännitys.

Kun rakenteelle tuleva omapaino on 25 % ja lumikuorma 75 % kokonaiskuormasta, sallittujen jännitysten korotuskerroin on 1,11.

Suunnittelijan valitsema kosteustila 2 on ns. "varmalla puolella", sillä ilmastonin ansiosta uimahallin kosteus vastasi kosteusluokkaa I (liimapuun mitattu kosteus oli noin 10 %).

Jos rakenteen omaksi painoksi oletetaan 60 kp/m^2 ja lumikuormaksi 180 kp/m^2 , saadaan suurimmaksi taivutusjännitykseksi 85 kp/cm^2 ja leikkausjännitykseksi $4,4 \text{ kp/cm}^2$. Taivutusjännitys on noin 60 % sallitusta arvosta ja leikkausjännitys on noin 40 % sallitusta arvosta. Kaaren suunnitteluajankohtana voimassa olleiden suunnitteluohjeiden mukaan ei kiepahdustarkastelua tarvinnut tehdä, jos palkin korkeuden ja leveyden suhde oli pienempi kuin 8. Tarkasteltavassa palkissa tämä suhde oli $966/135 \approx 7$, joten kiepahdustarkastelua ei tarvinnut tehdä.

Edellä olevassa laskelmassa ei ole otettu mukaan kaaresta tulevaa vetorasitusta palkkiin. Kyseinen vetorasitus kuitenkin pienentää taivutusmomenttia, joten kun kaaresta tuleva vetorasitus otetaan huomioon, saadaan edellä laskettuja pienempiä vetojännityksiä.

Jos lumikuorma otetaan mukaan 1,5-kertaisena, mikä tarkoittaa sitä, että lumi kinostuu katolle kaaren juureen, saadaan jännityksiksi vastaavasti

- taivutusjännitys 116 kp/cm^2 (78 % sallitusta)
- leikkausjännitys $9,1 \text{ kp/cm}^2$ (80 % sallitusta)

Edellä olevassa ei ole otettu kaarien kyljissä olevien ikkunoiden painoa huomioon. Jos rakenteen omaa painoa lisätään niin, että taivutusjännitys on sallitun suuruinen, saadaan suurimmaksi mahdolliseksi rakenteen omaksi painoksi 140 kp/m^2 . Tämä lisäys $160-60=80 \text{ kp/m}^2$ vastaa sitä, että ikkunoista tulee palkille viivakuorma, jonka suuruus on 250 kp/m ($=80 \times 6,3/2$, jossa 6,3 on tasakaton ala, jolta tasaista kuormaa tulee palkille).

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että alkuperäinen palkki on mitoitettu lumikuormalle, jossa on kinostumien vaikutus mukana, ja rakenteen omalle painolle, jossa kaarikaton reunan lasi-ikkunat on laskettu mukaan.

4.2 Saneerauksen ja laajennuksen suunnittelu ja toteutus vuosina 1994-1995

Vuonna 1984 allashuoneen vesikattoa jouduttiin korjaamaan kostumisesta ja lahoamisesta johtuvien sekundaarikannattimien taipumien vuoksi. Tuolloin pääkannattajiin kiinnitettiin liimapuupalkit ja niiden päälle 150 x 150 mm sahatavaraa.

1990-luvun alkupuolella uimahallin kunto oli jälleen heikentynyt ja muun muassa kaarikatto oli kosteusvaurioiden vuoksi korjauksen tarpeessa. Vuonna 1994 uimahallille teetettiin kuntoselvitys, jossa eri tilojen ja rakenteiden kuntoa selvitettiin silmämääräisin tarkastuksin. Yleisesti kuntoarviossa todettiin rakennuksen kunnan olevan melko hyvä,

mutta ongelmaksi todettiin allashuoneen kosteuden aiheuttamat rakenteelliset vauriot. Muut korjaustoimenpiteitä vaativat asiat olivat enimmäkseen normaalin kulumisen aiheuttamia pintamateriaalien tai kalusteiden kunnostus- ja vaihtotarpeita. Samassa yhteydessä katsottiin tarpeelliseksi parantaa tilojen viihtyvyyttä ja käytettävyyttä laajennuksella ja pintaremontilla.

Kuntoarvioissa todettiin halliosan yläpohja huonokuntoiseksi ja että se on uusittava. Samalla todettiin kuitenkin, että pääkannattajat on (kuntonsa puolesta) mahdollista säilyttää. Kattorakenteiden uusimisen yhteydessä oli aikomus muuttaa tasa-/kaarikattona pulpettikatoksi, jolloin syntyy mahdollisuus julkisivujen yleisilmeen nykyaikaistamiseen.

Ylläkuvattu kuntoarvio ei käsitellyt rakennuksen rakenteiden kuntoa kovinkaan perusteellisesti, minkä vuoksi lisälmen kaupunki tilasi helsinkiläiseltä insinööritoimistolta rakenteiden kuntoa arvioivan raportin. Koska jo aikaisemmin oli todettu, että vesikattorakenne tullaan uusimaan pikaisesti, raportissa ei puututtu lainkaan kattorakenteiden kuntoon. Sen sijaan raportti käsitteli teräsbetonirakenteiden kuntoa ja esitti niihin liittyviä toimenpide-ehdotuksia.

Kuntoarvioiden jälkeen lisälmen kaupunki teki korjauspäätöksen ja aloitti suunnittelun tarjouskilpailun. Kilpailun halvimman tarjouksen antoi iisalmelainen insinööritoimisto, jolle korjausten suunnittelutyö annettiin. Suunnittelun ensimmäinen osa oli kuntoselvitys kantavien rakenteiden osalta ja ehdotukset todettujen vikojen korjaamiseksi. Myös tässä selvityksessä keskityttiin enimmäkseen teräsbetonirakenteiden korjaustarpeeseen. Kattorakenteiden osalta selvityksessä esitettiin vesikaton uusimista kosteusvaurioiden vuoksi kokonaan siten, että lämpöeristeen ja katteen väliin jätetään aikaisempaa selvästi suurempi tuuletusväli. Pääkannattajien todettiin olevan sellaisenaan käyttökelpoisia vesikaton uusimiseen. Myös vuonna 1984 asennettujen liimapuupalkkien todettiin olevan käyttökelpoisessa kunnossa, joten ne päätettiin irrottaa ja käyttää hyväksi pulpettikaton rakentamisessa. Selvityksen lopuksi todettiin, että *"hallin liimapuupalkkeissa ei ole mitään vikaa, ovat käyttökelpoisia sellaisenaan vesikaton kannatukseen"*.

Vaaratilanteen tutkinnan yhteydessä on todettu, että liimapuupalkkien kunto on ollut hyvä eikä kosteusvaurioista ole löydetty merkkejä. Rakenteellisesti vanhat palkit olivat kuitenkin pulpettikattoon siirryttäessä riittämättömät, sillä kaarikaton poistamisen yhteydessä palkkien kuormitustilanne muuttui oleellisesti.

Myöhemmin vaurioituneeseen palkkiin muodostui ennen katon muutosta tasakatolta kuormitusta noin 46 m²:n alueelta ja kaarien aiheuttama vetojännitystilä. Näiden lisäksi palkkiin kohdistui kaarikaton sivujen lasiseinien paino sekä ikkunoiden viereen kinostuvan lumen aiheuttama lisäkuorma.

Kun kattomuoto muutettiin kaarikatosta ja tasakatosta pulpettikatoksi, kyseiseen palkkiin ei enää aiheutunut palkin suuntaista vetokuormitusta. Sen sijaan palkkiin kohdistui palkin päälle asennettujen pilarien kautta pystysuuntaista kuormitusta noin 92 neliömetrin alueelta, kun aikaisemmin kuormitusta tuli noin 46 neliömetrin alueelta. Palkki kesti uutta kuormitustilannetta noin viiden vuoden ajan, joista vain talvet aiheuttivat lumikuorman vuoksi todellisen romahdusvaaran. Palkin vaurioituminen alkoi todennäköisesti joko pal-

kin pään teräskenkäliitoksen toiseksi alimman ruuvin kohdalta hieman palkin puolivälin yläpuolelta (550 mm palkin alareunasta) tai lovetun olakkeen alareunasta syitä vastaan kohtisuorana vetomurtona. Sen jälkeen palkki halkesi vaakasuunnassa myös alimman pultin kohdalta. Useaksi matalaksi ”palkiksi” haljennut palkki murtui lopulta taivutusmurtona 4,5 metrin etäisyydeltä palkin päästä. Todennäköisin vaurion alkamiskohta on päätelty kuormituskokeen ja vaurioitumisjälkien perusteella.

Seuraavassa tarkastelussa oletetaan, että liitoksen leikkausvoiman ottavat vastaan vain rikkoutuneen palkin päässä olevat kaksi pulttia.

Periaatteessa liitoksen kapasiteettia lisää primaaripalkin päällä oleva olake, jota vahvistaa molemmille sivuille pulttatut teräslevyt. Ilman teräslevyjä liitos olisi olakkeen osalta todella vaarallinen, sillä loveus on niin suuri (noin 75 % palkin korkeudesta), ettei suunnitteluohjeiden mukaan näin lovetulle palkille voida laskea kantavuutta.

Tarkasteltava pulttiliitos voi puikkoliitosteorian mukaan murtua kahdella tavalla: pultti painuu puuhun pultin yläpuolella olevan puun murtuessa puristusrasituksesta tai pultti myötää eli taipuu. Tällöin edellytetään, että pulttien välinen etäisyys ja pultin etäisyys puun päästä on niin suuri, ettei puu halkea liitosalueelta. Koska sekä vaurioituneessa liitoksessa että kokeen liitoksessa pultit pysyivät suorana, niin seuraavassa tarkastellaan vain pultin painumista puuhun. Laskennallisesti tämä voidaan laskea yhtä teräksen ja puun välistä leikettä kohti (kummassakin pultissa on siis kaksi leikettä) kaavasta

$$F_k = 0,5f_{h,2,k}t_2d$$

missä

$f_{h,2,k}$ on puun reunapuristuksen mitoituslujuus,

t_2 on puun paksuus (tarkasteltavassa tapauksessa 135 mm) ja

d on pultin paksuus (tarkasteltavassa tapauksessa 20 mm, joka saatiin mittaamalla liitoksessa olleen pultin todellinen paksuus)

Reunapuristuksen mitoituslujuus voidaan laskea kaavasta

$$f_{h,90,k} = \frac{0,082(1-0,01d)\rho_k}{1,35+0,015d} = \frac{0,082 \cdot (1-0,01 \cdot 20) \cdot 440}{1,35+0,015 \cdot 20} = 17,5 \text{ N/mm}^2$$

kun liimapuun oletetaan olevan lujuusluokkaa GL32 (RIL 205-1997, Puurakenteiden suunnitteluohje, Euronormi), jolle on annettu tiheysvaatimus $\rho_k = 440 \text{ kg/m}^3$. Tämä lujuusluokka vastaa lähinnä palkin valmistusajankohdan mukaista palkin lujuusluokkaa.

Kun nämä arvot sijoitetaan annettuun kaavaan saadaan

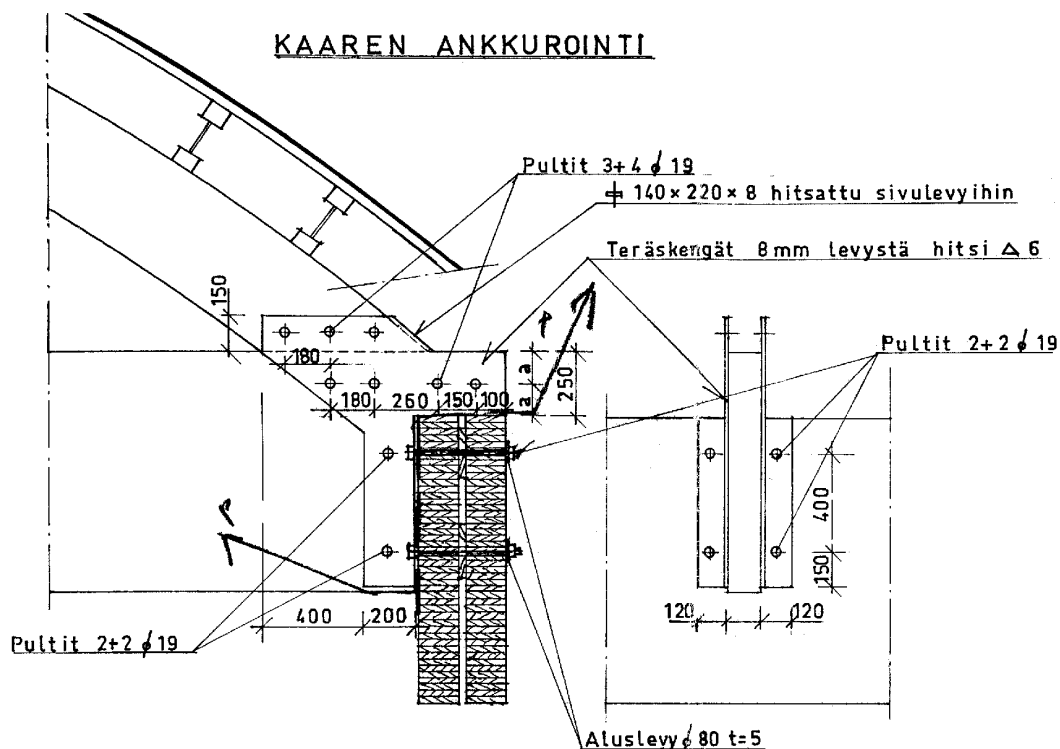
$$F_k = 0,5 \cdot 17,5 \cdot 135 \cdot 20 = 23600 \text{ N} = 23,6 \text{ kN}$$

Koska liitoksessa oli kaksi pulttia ja siis neljä leikettä, liitoksen laskennalliseksi kapasiteetiksi saadaan

$$V_{d,liitos} = 4 \cdot 23,6 \approx 94 \text{ kN}$$

Saatu arvo on sellainen, että 95 % liitoksista pitäisi kestää saadun arvon mukaisen kuorman, jos kuormitusaika on noin viisi minuuttia. Lyhytaikaisella kuormalla (alle yksi viikko) kapasiteetti $V_{d,liitos}$ on 90 % lasketusta arvosta ja keskipitkällä kuormalla (1 viikko-6 kk) 80 %.

Tällöin edellytetään, että pultin etäisyys puun päästä on vähintään 80 mm. Murtotilanteessa liitoksen siis oletetaan murtuvan paikallisesti eikä esimerkiksi halkaisevan puuta laajemmalla alueella. Murtuneessa palkissa mainittu etäisyys oli 110 mm. Todellisuudessa sekä vaurioituneessa palkissa että koepalkissa liitos murtui siten, että palkki halkesi liittimien kohdalta. Näyttää siltä, että suunnitteluohjeessa annettu etäisyys $4 \cdot d = 80$ mm liian pieni, koska kummassakaan tapauksessa liitos ei murtunut teräskengän kiinnityksestä primääripalkkiin. Tällä kiinnityksellä on laskennallisesti sama kapasiteetti kuin liitoksella palkin päähän.



Kuva 12. Vaurioituneen palkin pään ankkurointi, joka on selvästi suunniteltu vaakasuoran palkin vetokuormitusta varten (mm. alapuoli on avoin). Kun kaarirakenne poistettiin vuonna 1995, teräskengien yläreunasta leikattiin pois 150 mm korkea pala ja palkin päihin ja kahteen kohtaan keskelle laitettiin pilarit uutta kattoa kannattamaan.

Figure 12. The anchorage of the beam which was designed for horizontal tension load (for instance the bottom is open). When the arched structure was disassembled in 1995, an 150 mm high part from the top of the steel plate was cut off. Four columns were installed on the beam to support the new roof structures.

lisälmen uimahallin saneerauksen ja laajennuksen yhteydessä myös kattomuodon muutokselle haettiin rakennuslupa. Tuolloin rakennusvalvontatoimiston tarkastusinsinööri teki suunnitelmien tarkastukset sekä katselmukset, joista piirustuksissa on asianmukaiset merkinnät.

Saneeraus- ja laajennustyömaalla pidettiin säännöllisesti työmaakokouksia, joissa ilma-piiri oli tutkintalautakunnan saamien tietojen mukaan hyvä. Kaikista havaituista ongelmista keskusteltiin avoimesti ja kaikilla asianosaisilla oli mahdollisuuksia esittää kommentteja. Uimahallissa kävi työn aikana ja myös saneerauksen valmistumisen jälkeen useita henkilöitä, joilla on ammattitaitoa arvioida rakenneratkaisuja ja niihin liittyviä epävarmuustekijöitä. Tutkijalautakunnan tietojen mukaan kukaan ei kuitenkaan ennen palkin vaurioitumista ollut esittänyt mitään liitoksen kestävyysliittymiä epäilyksiä.

Suunnittelija on kertonut, että hän oletti pääkannattajien kestävän vesikaton alla, *olkoonpa katto tasainen tai kalteva*. Sama oletus on ilmeisesti ollut myös muilla saneeraus- ja laajennustyössä mukana olleilla. Oletuksen syntymiseen vaikutti se, että luottamus helsinkiläisen insinööritoimiston vuonna 1974 suunnitteleminen rakenteiden varmuuteen oli suuri. Lisäksi tuolloin saatettiin ajatella, että kaarikaton päätyihin kinostuvan lumen vuoksi palkin ja sen liitosten mitoitus on kyseisessä kohdassa uudessakin kuormitustilanteessa riittävä.

Onnettomuusaamuna ja kuormituskokeen aikana tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että kyseinen palkki murtuu suhteellisen hitaasti ja sitkeästi. Sen vuoksi ei ole todennäköistä, että palkki ja uimahallin katto olisivat voineet romahtaa yllättäen altaassa mahdollisesti olevien uimareiden päälle. Joku allashuoneessa olijoista olisi erittäin todennäköisesti kuullut vaurioitumisesta aiheutuvia ääniä mahdollisesta hälinästä huolimatta.

Uimahallin laitospäällikö kertoi nähneensä jo kesällä tai syksyllä 1999 palkin päässä kaksi raitaa niissä kohdissa, joista palkki vaurioitui. Lisäksi hän oli havainnut vaalean raidan palkissa välittömästi teräskengän alapuolella. Laitospäällikön havainnoista voidaan päätellä, että palkki oli todennäköisesti vaurioitunut jonkin verran jo aikaisempina (1996-1999) talvina. Laitospäällikö oli arvioinut havaintonsa vähäisiksi, eikä ollut kiinnittänyt asiaan suurempaa huomiota. Tähän vaikutti muun muassa se, että myös muissa katon palkeissa oli tummempia raitoja ja liimapuuhun luonnostaan kuuluvia pienehköjä halkeamia.

4.4 Muualla tapahtuneita kattovaurioita

Talven 1999-2000 aikana on ympäristöministeriön mukaan tapahtunut kolme kattorakenteiden vaurioitumista. Tutkintalautakunta selvitti lyhyesti näiden tapausten pääpiirteitä tarkoituksenaan selvittää mahdollisia yhteneväisyyksiä lisälmen uimahalliin nähden. Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus kustakin tapauksesta. Tiedot perustuvat pääosin kyseisten kaupunkien rakennusvalvonnan ja palokuntien antamiin tietoihin.

Tennishallin katon romahtaminen Kajaanissa

Kajaanin kaupungin omistaman, tennishalliyhtiölle vuokratun tennishallin 1989 rakennetun uudemman osan katto ja sen myötä koko uudempi osa romahtivat 16.-17.3.2000 välisenä yönä. Halli on teräsrakenteinen tenniksen ja sulkapallon pelaamiseen tarkoitettu halli. Uudemman osan ulkomitat olivat 37 x 39 metriä, seinän sisäkorkeus 6 metriä ja kattokaltevuus 1:4. Tapahtuma-aikaan lämpötila oli nollan alapuolella eikä tuuli ollut tavallista voimakkaampaa.

Tapauksella ei ollut lainkaan silminnäkijöitä, joten romahtaminen havaittiin vasta aamulla. Myöskään edellisenä iltana hallissa olleet eivät ole maininneet havainneensa mitään tavallisesta poikkeavaa. Hallissa ei tapahtumahetkellä ollut ketään, mutta esimerkiksi iltaisin hallin romahtaneessa osassa oli usein selvästi yli kymmenen, joskus jopa useita kymmeniä ihmisiä. Hallin uuden osan katto ja seinät romahtivat lähes kokonaan. Tapahtuman jälkeen uusi osa raivattiin lattia- ja sokkelirakenteita lukuun ottamatta kokonaan pois, mutta vanhempi osa jäi käyttöön. Raivauksesta aiheutui lähes 100 000 markan kustannukset, mutta huomattavasti suuremmat kustannukset aiheutuu, kun kaupungin on rakennettava uusi tennishalli.

Halli oli rakennettu kahdessa osassa siten, että uudemman osan suunnittelu aloitettiin elokuussa 1989. Sen jälkeen halli toteutettiin viiteen urakkaan jaettuna. Teräsrakenteiden suunnittelu ja rakentaminen oli yksi urakka, joka oli annettu erään konepajan tehtäväksi. Uudelle osalle oli luonnollisesti vaadittu rakennuslupa, mutta sitä myönnettäessä ei rakennelaskelmia oltu todennäköisesti vaadittu, sillä laskelmia on ollut jälkikäteen mahdotonta löytää.

Hallilla ei ole tehty tarkkoja tutkimuksia vaurioitumisen tarkan alkamiskohdan selvittämiseksi, mutta piirustusten perusteella on tehty joitakin laskelmia ja arvioita rakenteiden mitoituksista. Koska hallin uudempi osa romahti lähes kokonaan, on päätelty, että onnettomuuden syy liittyy kattoa kannattelevan sekundaariristikon mitoitukseen. Vanhemman osan katto on osien liitoskohdassa korkeammalla kuin alemman osan katto. Kinostuvan lumen vuoksi alemman katon mitoitusperusteena tulee kohoavan osan lähellä olla muuhun kattoon nähden 1,5-kertainen lumikuorma. Vesikaton suunnittelussa ja toteutuksessa suurempi kuorma on otettu huomioon, mutta ilmeisesti hallin teräsrungon mitoitusperusteena on ollut sama lumikuorma joka kohdassa. Lisäksi teräsrakenteiden materiaalia on epäilty odotettua heikommaksi.

Lumen vesiarvo oli Suomen ympäristökeskuksen mukaan Kajaanissa 16.3.2000 240 kg/m^2 , joka vastaa noin $1,9 \text{ kN/m}^2$ luomikuormaa katolla. Sortuneen osan pystyyn jääneen osan katolla tehtiin lumen vesiarvomittaukset 17.3.2000, jolloin vesiarvoksi saatiin 162 kg/m^2 . Lumikuorma ei siis ollut poikkeuksellisen suuri, sillä Kajaanissa normien mukainen ominaislumikuorma on $2,2 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 220 \text{ kg/m}^2$), joka tosin vielä hallia rakennettaessa oli $1,8 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 180 \text{ kg/m}^2$).

Tennishallin osan romahtaminen oli turvallisuuden kannalta erittäin vakava tapaus, sillä teräsrakenteisen hallin romahtaminen on ilmeisesti tapahtunut yllättäen ja nopeasti. Arvio tapahtuman yllättävästä ja nopeasta etenemisestä perustuu siihen, että edellisenä

iltana hallilla ei oltu huomattu mitään tavallisesta poikkeavaa. Lisäksi romahtaminen on ilmeisesti saanut alkunsa lumen satunnaisesta ja ennalta arvaamattomasta liikkeestä katolla, sillä lumen vesiarvo ei ollut suurentunut noin viikkoon ennen onnettomuutta.

Lahden vanhan jäähallin sisääntulokatoksen romahtaminen

Vuonna 1999 valmistuneessa Lahden jäähallin saneerauksessa tehtiin halliin mm. va-rauloskäytävä puhkaisemalla kaariseinään kahden kaaren väliin noin 7,5 m leveä aukko. Puhkaistulla alueella kaarikatto korvattiin lievästi pulpettimaisella (kaltevuus noin 1:20) suoralla osalla. Tämä osa romahti illalla 29.2.2000. Tapahtuma-aikaan katolla oli lunta, ja satoi vettä. Romahtaneen osan yläpuolella olevalla kaarevalla katolla ei ollut lunta romahduksen jälkeen. Kenellekään ei aiheutunut vaaraa.

Tiedossa ei ole tutkimuksia vaurioitumisen tarkan syyn selvittämiseksi, mutta piirustus-ten perusteella on tehty joitakin laskelmia ja arvioita rakenteiden mitoituksesta.

Lumen vesiarvo 29.3.2000 oli Suomen ympäristökeskuksen mukaan noin 90 kg/m^2 . Tämä arvo on siis lumen arvo maassa. Katolla olevan lumen vesiarvo saadaan, kun edellä mainittu arvo kerrotaan luvulla 0,8, joten sortumisajankohdan lumikuormaksi saa-daan $0,8 \times 0,9 = 0,7 \text{ kN/m}^2$. Tämä arvo on noin 1/3 suunnitteluohjeiden lumikuormasta ka-tolla, joka on Lahdessa $2,0 \text{ kN/m}^2$.

Laskelmien perusteella on selvää, että edellä mainitun suuruusella lumikuormalla katon rakenteet kestävät niille tulevat rasitukset, jos ne on asianmukaisesti tuettu. Lumikuorma on voinut olla kinostumisesta johtuen edellä annettua arvoa suurempi. Toinen esiin tullut mahdollisuus on lumen liukuminen kaarevalta katon osalta alaspäin, jolloin lähes tasai-selle sortuneelle katolle on tullut joko kokonaan tai osaksi yläpuolisella kaarevalla katolla ollut lumi. Tällaisen tapauksen laskemiseen ei suunnitteluohjeista löydy ohjeita. Ainoat tätä lähellä olevat ohjeet koskevat tapausta, jolloin ylemmältä katolta putoaa lunta alemmalle katolle.

Kattoa koskevissa rakennekuvissa ei ole esitetty, miten kaarikaton pituussuuntaiset pal-kit on tuettu pysymään pystyssä. Jos rakenne on toteutettu täsmällisesti rakennekuvan mukaisesti, sortumisen syy on mitä todennäköisemmin palkkien kaatuminen sivulle joko pelkästään stabiiliuden menetyksenä tai siksi, että niihin on kohdistunut joko lumesta tai muista syistä pienikin vaakakuorma. Korjaussuunnitelmassa palkkijakoa on tihennetty ja palkkien tuenta on esitetty.

Urheiluhallin katon romahtamisvaara Oulussa

Oulussa sijaitsevan yksityisen urheiluhallin katto oli vaarassa romahtaa 30.3.2000, kun kaarikaton liimapuisen kaaripalkin pää irtosi. Kaaripalkki jäi kuitenkin roikkumaan katon varaan niin, että liitos oli helppo kiinnittää uudelleen. Vaurio tapahtui päiväaikaan, jolloin halli oli käytössä. Kun vaurio havaittiin, ihmiset käskettiin ulos ja palokunta hälytettiin paikalle. Tuennan ja lumen poiston seurauksena 30-50 cm painunut katto nousi takaisin lähes alkuperäiseen tasoonsa. Muut palkit eivät irronneet tai vaurioituneet.

Tennis-, quash- ja sulkapallokäyttöön tarkoitettun pitkän hallin katto on reunoilta tasakatto ja keskeltä kaarikatto. Joka toinen kaaripalkki tukeutuu suoraan liimapuupilareille ja joka toinen pitkittäispalkin kylkeen teräsosaliitoksella. Liimapuupalkit, jossa kaaripalkki tukeutuu pilarin jälkiasennettuun lisäosaan, ovat ristin muotoisia.

Halli sijaitsee meren rannalla sellaisella paikalla, että hallin toiselle sivulle pyryttää huomattavasti enemmän lunta kuin toiselle. Lunta kerääntyy kaarien päälle, josta se valuu liukasta huopakattoa pitkin tasa- ja kaarikaton liitoskohtaan. Pilarin lisäosan kiinnitys ja palkin kiinnitys eivät kestäneet lumen kasaantumisesta aiheutunutta vaakakuormaa. Kaaripalkin siirtymä tuella muodostui niin suureksi, että ristin yläpää repeytyi ja palkki irtosi tuelta.

Lunta oli samana talvena ennen vauriota poistettu katolta jo joitakin kertoja, mutta lunta oli jälleen katolla sen verran, että pilarien päällä oleva hallin pitkittäissuuntainen palkki pääsi siirtymään ja kallistumaan. Samalla pitkittäispalkki halkeili ja kaaripalkkia pitävä naulauslevy repeytyi irti. Kaarien päiden kiinnityksen huono kunto oli havaittu jo aiemmin ja korjaustarve oli tiedossa, mutta korjaustöihin ei oltu vielä ryhdytty. Nytemmin kaikki hallin liitokset on vahvistettu.

Lumen vesiarvo oli Suomen ympäristökeskuksen mukaan Oulussa 30.3.2000 180 kg/m^2 , joten lumen vesiarvoksi katolla saadaan $0,8 \times 180 = 144 \text{ kg/m}^2$. Normien mukainen ominaiskuorma oli hallia rakennettaessa Oulun seudulla $1,5 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 150 \text{ kg/m}^2$), mutta nykyisin se on $1,8 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 180 \text{ kg/m}^2$).

Halli, jonka suunnitteluratkaisut ovat ruotsalaista alkuperää, on rakennettu 1980-luvun lopulla.

5 VAARATILANTEEN SYYT

lisälmen uimahallissa syntyneen vaaratilanteen *välitön* syy oli se, että hallin vuosina 1995-1996 toteutetun kattomuodon muutoksen suunnittelussa ei otettu riittävästi huomioon kuormitustilanteen muutosta. Kaksi liimapuupalkkia ja niiden päiden teräskenkäliitokset oli hallia rakennettaessa suunniteltu merkittäviksi katon kaarien aiheuttamaa vetovoimaa vastaanottaviksi osiksi. Kun tasa- ja kaarikaton yhdistelmä muutettiin pulpettikatoksi, toiseen palkkiin kohdistuva pystysuuntainen kuormitus kasvoi noin 1,5-kertaiseksi entiseen verrattuna.

Kattomuodon muutosta edeltävä kuormitus on laskettu normien mukaisella ominaislumikuormalla $1,8 \text{ kN/m}^2$ ja $0,6 \text{ kN/m}^2$ suuruisella kattorakenteiden aiheuttamalla kuormalla ja olettamalla vanhan tasakaton alueelle kinostuskerroin 1,5. Lasien painon vaikutusta ei ole otettu huomioon. Uudessa tilanteessa kuormitus on laskettu normien mukaisella ominaislumikuormalla $1,8 \text{ kN/m}^2$ ja $0,6 \text{ kN/m}^2$ suuruisella kattorakenteiden aiheuttamalla kuormalla.

Palkki kesti uutta kuormitustilannetta noin viiden vuoden ajan, kunnes liian suureksi kasvaneet leikkausvoimat rikkoi palkin niin, että katto oli vaarassa romahtaa. Lumikuormaa tapahtumahetkellä oli noin 2/3 normien mukaisesta ominaiskuormasta. Kelvollisen rakenteen tulee kestää noin kaksinkertainen kuorma normien mukaiseen ominaiskuormaan verrattuna, joten lumikuorma oli lujuusvaatimuksiin nähden vähäinen.

Kattomuodon muutosta suunnitellessa kyseisen palkin ja sen liitosten lujuus sekä uuden kattorakenteen palkkeihin aiheuttama kuormitus olisi pitänyt laskea. Laskelmien perusteella rakenteen riittämätön lujuus olisi todettu ja sitä olisi voitu parantaa. Tarpeellisia parannustoimenpiteitä olisivat tällöin olleet palkin vahvistaminen tai vähintäänkin teräskenkäliitosten muuttaminen alaosaltaan umpinaisiksi. Kyseisen palkin ja sen liitosten osalta laskelmia ei tehty, eikä rakennusvalvonta myöskään niitä vaatinut. Rakennustarastaja kehotti suunnittelijaa laskemaan pääpalkkien kantavuuden kiepahduksen suhteen. Se laskettiin ja todettiin riittäväksi.

Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan saneerausta ja laajennusta toteutettaessa kenellekään ei yksinkertaisesti tullut mieleen, että palkin kuormitustilanne muuttui oleellisesti. Lisäksi suunnitteluohjeet yliarvioivat liitoksen kapasiteettia.

Syyt siihen, että katon puupalkkirakenteisiin ei kiinnitetty riittävästi huomiota, ovat tutkintalautakunnan mielestä seuraavat:

- Saneerauksessa ja laajenuksessa eniten rahaa, aikaa ja työtä käytettiin muihin kuin puurakenteisiin. Kattorakenteet suunnitellut toimisto suunnitteli myös hallin betonirakenteille tehtävät korjaukset. Kattorakenteiden suunnittelu oli vain pieni osa kokonaisuudesta. Saattaa olla myös niin, että katon puupalkkirakenteiden suunnittelutehtävän vaatavuutta aliarvioitiin.

- Suunnittelijan valinta tehtiin tiukan tarjouskilpailun jälkeen, jolloin suunnittelijaksi valittiin alhaisimman hinnan tarjonnut suunnittelutoimisto. Urakkatyönä tehtävässä suunnittelussa on yleensäkin se vaara, että tarjoushinnan puitteissa ei ole varaa tehdä kaikkia muutoin aiheellisiksi katsottuja tarkistuksia tai esimerkiksi vaihtoehtoisia suunnitelmia.

Liitoksen kantavuuden arviointi laskennallisesti tarkasti on todella vaativa tehtävä, koska suunnitteluohjeista ja käsikirjoista puuttuvat ohjeet kyseisen liitoksen laskemiseksi tarkasti. Toisaalta on mahdollista laskea liitos "varmalla puolella" olevia likikaavoja käyttäen. Edellä esitetty "varmalla puolella" olevalla likikaavalla laskettu tulos oli kuormituskokeeseen verrattuna liian suuri. Tämä johtui palkin pään halkeamisesta, jota nykyiset suunnitteluohjeet eivät ota oikein huomioon. Puurakenteiden suunnitteluohjeiden mukaan liitoksen leikkauskapasiteetti on noin 95 kN. Koekuormituksessa saatiin murto-kuormaksi 80 kN ja vaurioituneessa liitoksessa murtohetkellä kuorma oli noin 60 kN.

Suunnittelijan koulutus riitti täyttämään tarvittavat pätevyysvaatimukset ja hänellä oli runsaasti kokemusta sekä betoni- että puurakenteiden suunnittelusta.

6 TUTKINTALAUTAKUNNAN SUOSITUKSET

6.1 Rakennusvalvonnan tehostaminen

lisälmen uimahallin ja myös muiden kevättalvella 2000 tapahtuneiden kattorakenteiden vaurioitumisten tutkinnan yhteydessä on käynyt ilmi, että useiden kaupunkien ja kuntien rakennusvalvontaviranomaiset eivät paneudu riittävästi rakennesuunnitelmiin. Useissa tapauksissa rakennelaskelmia ei rakennuslupaa myönnettäessä vaadita lainkaan, jolloin ei voida olla varmoja edes laskelmien olemassaolosta. Myöskään rakennepiirustusten yksityiskohtiin ei perehdytä riittävästi.

Tärkein syy rakennepiirustusten ja -laskelmien ylimalkaiseen käsittelyyn on se, että kuntien poliittiset elimet eivät ole ottaneet riittävästi huomioon rakennusvalvonnan vaikutusta kansalaisten turvallisuuteen. Sen vuoksi rakennusvalvonnan resurssit ovat puutteelliset eikä mahdollisuuksia suunnitelmien yksityiskohtaiseen läpikäyntiin ole. Lisäksi yhteisten toimintatapojen puuttuminen on joissain kunnissa aiheuttanut sen, että rakennusvalvonta on tietoisesti rajannut tehtäväkseen lähinnä vain alueen rakentamisen yleisen valvonnan ja piirustusten arkistoinnin.

1990-luvun alun jälkeen rakennusvalvonnan resursseja on suuressa osassa Suomen kunnista ja kaupungeista vähennetty merkittävästi. Nyt, kun rakentaminen on taas vilkastunut, resursseja olisi syytä lisätä. Erityisen tärkeää on se, että turvallisuuden kannalta vaativien kohteiden rakennusvalvonta olisi järjestelmällistä ja aukotonta. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi liikunta- ja vapaa ajan käyttöön tarkoitettut rakennukset, suuret myymälärakennukset ja yleisesti sellaiset kohteet, joissa on samaan aikaan suuria määriä ihmisiä.

Ympäristöministeriö julkaissee lähiaikoina rakennesuunnittelutehtävien vaativuusluokitukset sisältävän Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B11. Kyseisessä ohjeessa on tarkoitus antaa perusteet rakennushankkeiden luokitteluksi kolmeen vaativuusluokkaan. Ohjeessa annetaan esimerkkejä eri luokkiin kuuluvista hankkeista sekä määräykset ja ohjeet siitä, millainen pätevyys eri vaativuusluokkien kohteiden suunnittelijoilta on vaadittava. Tulevat ohjeet ja määräykset yhtenäistävät selvästi rakennesuunnittelua eri kuntien ja kaupunkien välillä ja on yksi askel rakennusten turvallisuustason parantamisessa. Tutkintalautakunta pitää edellä mainitun ohjeen kaltaisia ohjeita tarpeellisina.

Kuten tässä tutkintaselostuksessa kuvatut tapaukset osoittavat, myös kokeneille ja päteville suunnittelijoille tapahtuu väistämättä joskus virheitä tai joitain seikkoja saattaa jäädä huomaamatta. Sen vuoksi rakennepiirustusten ja -laskelmien tarkastaminen olisi rakennusten turvallisuuden kannalta erittäin tärkeää. Jotta tarkastus todella tulisi asianmukaisesti kaikissa tapauksissa tehtyä, tarkastuksen tulisi kuulua rakennusvalvontaviranomaiselle. Piirustusten ja laskelmien tarkastuksen lisäksi olisi erittäin hyvä, jos suunnittelijalla ja tarkastajalla olisi mahdollisuus keskustella eri yksityiskohtien perusteista ja varmuudesta.

Rakennusvalvonnan resurssit ovat nykyisin riittämättömät ilmeisesti kuntien huonon taloudellisen tilan vuoksi sekä myös rakennusvalvonnan tietoisesta supistamisesta vuoksi. Jos kaikkien rakennepiirustusten ja -laskelmien tarkastamiseen ei ole mahdollista ryhtyä, olisi niin paljon resursseja kuin mahdollista syytä kohdistaa vaativimpien kohteiden valvontaan. Kohteiden luokitteluun myös rakennusvalvonnassa voisi käyttää tulevaa rakentamismääräyskokoelman osan B11 mukaista luokittelua sekä eri rakennusten turvallisuusriskeihin liittyvää harkintaa.

Edellä kerrotun perusteella tutkintalautakunta suosittaa, että ympäristöministeriö pyrkisi toteuttamaan seuraavat parannukset:

Rakennelaskelmien vaatiminen

Rakennusvalvontaviranomaisten tulisi vaatia tarkastettavakseen kaikki rakennelaskelmat ja mitoitusperusteet, joita rakenteiden suunnittelussa on tarvittu. [B1/00Y/S1]

Vaikka rakennusvalvonnalla ei olisikaan mahdollisuuksia syventyä laskelmiin, niiden vaatiminen johtaa laadukkaampaan ja huolellisempaan suunnittelutapaan sekä laskelmien arkistointiin myöhempää käyttöä varten. Laskelmat vaatimalla voidaan myös arvioida paremmin eri suunnittelijoiden ammattitaitoa sekä varmistetaan vähintäänkin siitä, että laskelmat on yleensä tehty.

Rakennusvalvonnan resurssien lisääminen

Rakennusvalvonnalla tulisi olla koko maassa sellaiset resurssit, että vähintäänkin vaativimpien ja kansalaisten turvallisuuden kannalta oleellisten kohteiden rakennusratkaisuihin ja niiden varmuuteen voitaisiin perehtyä huolellisesti. [B1/00Y/S2]

Tavoitteena tulisi olla, että rakennusvalvonta kykenisi puuttumaan varmuudeltaan huonoihin rakennusratkaisuihin sekä havaitsemaan sellaisia inhimillisiä virheitä, joita kokenutkin suunnittelija saattaa joskus tehdä. Jos esimerkiksi kunnan pienen koon vuoksi edellytyksiä jonkin vaativan kohteen huolelliseen tarkastamiseen ei ole, tulisi rakennusvalvonnalla olla mahdollisuus käyttää konsulttina jonkin muun kunnan tai yksityisten toimistojen päteviä henkilöitä. Ongelmaksi tällöin kuitenkin jää se, että milloin ulkopuolista apua on aiheellista pyytää.

Suunnittelijan pätevyys

Lähiaikoina julkaistavassa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa B11 tullaan nykykäsityksen mukaan luokittelemaan kohteet eri vaativuusluokkiin, joiden perusteella määrätään suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset. Rakennusvalvonnan tehtävänä on varmistua siitä, että suunnittelijalla on vaadittava pätevyys.

Rakennesuunnittelijan pätevyyden toteamisen helpottamiseksi olisi syytä perustaa tietokanta, jossa olisi suunnittelijan nimi ja voimassa olevat pätevyudet vaatiin suunnittelutehtäviin. [B1/00Y/S3]

Turvallisuuden varmistamiseksi ja tietokannan uskottavuuden säilyttämiseksi olisi tarkoituksenmukaista luoda järjestelmä, jolla yksittäisen suunnittelijan pätevyyttä voitaisiin arvioida uudelleen esimerkiksi pitkän suunnittelutauon vuoksi.

6.2 Muutos lisälmen uimahallin palkin liitokseen

Vaurioituneen kaltaiset liitokset pitäisi toteuttaa siten, että koko leikkausrasitus siirtyisi teräsosaan kosketuksella palkin alareunasta. [B1/00Y/S4]

Mahdollisista palkin kutistumisesta tai paisumisesta aiheutuvat lisärasitukset eliminoidaisiin siten, että pulttien reiät tehtäisiin riittävän väljiksi palkin syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa. Tällöin paisumisesta ja kutistumisesta aiheutuvat liikkeet eivät aiheuttaisi palkkiin syitä vastaan kohtisuoria vetojännityksiä.

6.3 Muut ehdotukset ja huomiot

Puurakenteiden liitosten tutkimuksen tehostaminen

Puurakenteiden suunnittelu on usein liitosten suunnittelua. Mekaaniset liitokset hallitaan periaatteessa hyvin. Kuitenkin tässä havaittiin, että liitos murtuu käytännössä puun halkeamisena siten, että suunnitteluohjeissa ei ole otettu huomioon kyseistä murtumistapaa. Käsityksenämme esitämme, että liittimen paksuus 20 mm on niin suuri, että suunnitteluohjeiden periaatteet eivät toimi enää näin paksuilla liittimillä. On mahdollista, että kokeet, joihin suunnitteluohjeet perustuvat, on tehty huomattavasti ohuemmillä liittimillä kuin tutkitussa tapauksessa.

Samantapaisia tuloksia on saatu laboratoriossa tehdyissä liitoskokeissa silloin, kun liittimet on sijoitettu niin lähelle kuin se suunnitteluohjeiden mukaan on mahdollista. Tällöin liitos on murtunut siten, että koko liitosalue on irronnut puusta.

Suunnitteluoppaiden julkaiseminen

Teräs- ja betonteollisuus julkaisee helposti saatavissa olevia suunnittelijan oppaita, joissa on esitetty kattavasti monenlaisia rakenneratkaisuja, niiden mitoitusohjeita ja soveltuvuuksia eri tarkoituksiin. Oppaat ovat luonteva osa alan tuotteiden markkinointia, sillä tuotteiden käyttö lisääntyy selvästi, kun tarjolla on valmiita tai helposti suunniteltavissa olevia ratkaisuja, jotka ovat samalla myös edullisempia. Huolellisesti suunnitellut ja usein toistuvat ratkaisut ovat myös turvallisuuden kannalta hyviä.

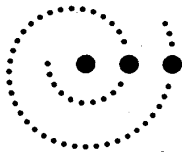
Tutkimuskeskus Ombudsmuustutkimus mielestä olisi toivottavaa, että myös puualan teollisuus ottaisi markkinointikeinokseen alan suunnitteluoppaiden julkaisemisen. Oppaisiin olisi syytä koota puutavaraan liittyvien perusasioiden lisäksi mahdollisimman useita esimerkkejä erilaisista liitoksista, joita puurakentamiseen liittyy.



Helsingissä 30.11.2000

Markku Kortesmaa
tutkintalautakunnan puheenjohtaja

Kai Valonen
jäsen



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ
MILJÖMINISTERIET

Päiväys
Datum 27.10.2000

Dnro
Dnr 5/6212/2000

Onnettomuustutkintakeskus
Yrjönkatu 36
00100 HELSINKI

Viite
Hänvisning Kirjeenne 18.9.2000

Asia
Ärende LAUSUNTO TUTKINTASELOSTUKSEN LUONNOKSESTA

Lisalmen uimahallilla tapahtui 29.3.2000 kattopalkin rikkoutuminen, josta on valmistunut 18.9.2000 päivätty luonnos tutkintaselostukseksi. Ympäristöministeriö esittää lausuntonaan luonnoksen suosituksista seuraavaa:

Rakennelaskelmien vaatiminen

Rakennuslainsäädäntöön vuonna 1989 tehdyn muutoksen yhteydessä pyrittiin erityispiirustusten ja selvitysten tapauskohtaista vaatimista lisäämään muutoksesta, jossa luovuttiin näiden nimenomaisesta tarkastamisesta (RakA 61 § 3 mom.). Tämä ei luonnollisestikaan rajoittanut rakennusvalvontaviranomaisen mahdollisuuksia puuttua epätydyttävään suunnitteluun.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on selkeytetty suunnittelijoiden vastuita. Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö (pääsuunnittelija). Yksi hänen keskeisiä tehtäviään on huolehtia siitä, että hankkeessa tarvittavat suunnitelmat laaditaan. Kustakin erityissuunnitelmasta vastaava henkilö huolehtii siitä, että suunnitelma täyttää sille asetetut vaatimukset. Nimenomaisesti kantavia rakenteita ajatellen on säädetty tilanteista, joissa erityissuunnitelman on laatinut useampi osasuunnittelija. Tällöin yhden näistä tulee olla nimetty kyseisen erikoisalan kokonaisuudesta vastaavaksi suunnittelijaksi (MRL 120 §).

Rakennusluvan hakemisesta ja siinä tarvittavista rakennussuunnitelmista on säädetty asetuksella. Tässäkin on pyritty korostamaan erityissuunnitelmien ja selvitysten toimittamista kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle. Vain jos on kysymys pienehköistä, rakenteiltaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan yksinkertaisesta rakennuksesta, erityissuunnitelmia kuten rakennesuunnitelmia ja lujuuslaskelmia ei tarvita (MRA 49 § 3 mom.).

Rakennusvalvonnan resurssien lisääminen

Ympäristöministeriö yhtyy tutkintaselostuksessa ilmaistuun huoleen rakennusvalvonnan voimavarojen riittävydestä. Maankäyttö- ja rakennuslain voimaantultua käynnistetyssä laajassa seurantaselvityksessä tullaan tarkastelemaan viranomaisten resursseja lain tavoitteiden saavuttamiseksi.

Käytännössä pienten kuntien kyky vaativien rakennushankkeiden valvonnassa pakosta jää vajavaiseksi. Tätä osaltaan helpottaa lain säännös ulkopuolisesta tarkastuksesta. Lupahakemusta käsiteltäessä tai rakennustyön aikana rakennusvalvontaviranomainen voi, jos se on tarpeenrakennushankkeen arvioimiseksi, vaatia hakijaa esittämään asiantuntijalausunnon siitä, täyttääkö suunniteltu ratkaisu tai rakentaminen sille lain nojalla asetetut vaatimukset. Rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa tästä aiheutuvista kustannuksista (MRL 151 § 4 mom.). Parhailtaan valmistellaan rakennussuunnittelua koskevia rakentamismääräyksiä. Siinä yhteydessä on mahdollista tarkemmin ohjata myös sitä, milloin ja minkälaisen riskien varalta ulkopuolista tarkastusta olisi aiheutta edellyttää.

Suunnittelijan pätevyys

Perusvaatimukset suunnittelijan pätevyydestä ovat laissa ja asetuksessa (MRL 123 § ja MRA 48 §). Keskeisenä ajatuksena on, että suunnittelutehtävän vaativuuden tulee heijastua suunnittelijalta vaadittavaan kelpoisuuteen. Kun kelpoisuudesta esimerkiksi kantavien rakenteiden osalta säädetään tarkemmat vaativuusluokitteluun perustuvat vaatimukset, näiden valvominen on kunnan rakennusvalvontaviranomaisen asiaana. Betoni- ja teräsrakenteiden suunnittelijan pätevyydestä on jo nykyisissä rakentamismääräyskokoelman osissa ohjeita.

Käytännössä kelpoisuuden lopullinen arvioiminen on kuitenkin hankekohtaista eikä tarkoituksena ole siirtää jonkun viranomaisen suorittamaan keskitettyyn henkilöhyväksyntään. Eri asia on, jos kelpoisuuden tarkemmassa määrittämisessä säädetään, että vaadittavan kelpoisuuden arvioimisessa voidaan ottaa huomioon myös yksityisten toimialajärjestöjen pätevoitymismenettelyt. Näitä menettelyjä on jo nyt käytössä mm. kantavien rakenteiden suunnittelijoiden osalta.

Suunnittelijan pätevyyttä koskevien rakentamismääräysten valmistelu on vielä kesken. Se millä tarkkuudella lain perusajatus tulotisiin täsmentämään viranomaismääräyksiin, on vielä ratkaisematta. Voidaan arvella, että jo lain ja asetuksen säännökset suunnittelijan vastuusta ja häneltä vaadittavasta kelpoisuudesta vaikuttavat suunnittelun tasoa kohottavasti.

Puuliitosten suunnitteluun kohdistuvat ehdotukset

Ympäristöministeriö yhtyy tutkintalautakunnan näkemykseen siitä, että koko leikkausrasitus pitäisi vaurioituneen kaltaisissa liitoksissa siirtää teräsosaan kosketuksella palkin alareunasta. Puurakenteiden liitosten suunnittelu on useissa tapauksissa kuviteltua vaativampaa, yksi osoitus tästä on tutkimuksen kohteena nyt ollut Iisalmen jäähallin liimapuupalkin vaurioituminen. Siksi sellaisten puualan toimesta julkaistavien

puurakenteiden suunnitteluoppaiden laatiminen, joissa annetaan detaljisuunnitteluun asti meneviä ohjeita, on kannatettavaa ja tarpeellista.

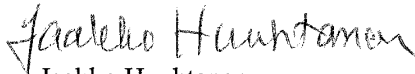
Ympäristöministeriö kannattaa myös tutkijalautakunnan ehdotusta puurakenteiden liitosten tutkimustoiminnan tehostamisesta, jolloin saataisiin perusteita mahdollisesti epävarmojen suunnittelusääntöjen tarkistamiseksi. Ympäristöministeriö on valmis omalta osaltaan osallistumaan tällaisiin tutkimuksiin ja niiden rahoitukseen.

Kehittämisjohtaja
Rakennusneuvos



Risto Mäkinen

Yli-insinööri



Jaakko Huuhtanen



29.9.2000

Onnettomuustutkintakeskus

HUOMIOITA IISALMEN UIMAHALLIN TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA

Tutkintaselostusluonnoksen kohdissa 3.5 ja 5 on joitakin rakennusvalvontaa koskevia epätäsmällisyyksiä, jotka olisi syytä korjata.

3.5 Rakennusvalvonta-asiakirjat**Piirustukset**

Ensimmäinen kappale

Iisalmen rakennusvalvontavirastossa, pitää olla rakennusvalvontatoimistossa

Rakennustarkastaja on tarkastanut 26.4.1995 myönnettyyn rakennuslupaan liittyvät **pääpiirustukset** 19.4.1995.

Tarkastusinsinööri on tehnyt nyt puheena oleviin **rakennepiirustuksiin** tarkistusmerkinnän **12.5.1995**

Rakennelaskelmat

Kolmas kappale

Rakennusvalvontatoimiston tarkastusinsinööri teki rakennesuunnitelmiin tarkistusmerkinnät ja suoritti rakennusluvassa määrätyn rakennekatselmuksen. On käynyt ilmi, ettei hän ollut vaatinut rakennelaskelmia jätettäväksi.

Rakennustarkastaja käydessään rakennuspaikalla havaitsi, että suoraan allashuoneen pääpalkkeihin tuettu tasakatto oltiin korvaamassa pulpettikatolla. Uusi katto tuettiin pääpalkkeihin pilareilla. Tällöin palkit menettivät sivuttaistukensa ja niiden kiepahdusvaara oleellisesti kasvoi. Rakennustarkastaja pyysi rakennesuunnittelijaa tarkistamaan palkit kiepahduksen suhteen. Pyyntö ei koskenut vaurioituneen palkin tukena ollutta kaksoispalkkia, vaan sen pohjoispuolella sijaitsevaa katon osaa. Ongelmalliseksi osoittautuneisiin palkkeihin ja liitoksiin ei tuolloin kiinnitetty mitään huomiota.

Liite 1

5 Vaaratilanteen syyt

Sivu 31, 4. kappale, viimeiset virkkeet

Rakennustarkastaja kiinnitti huomiota vain pääpalkkien kiepahdusongelmaan. Rakennesuunnittelija osoitti, ettei kiepahdusvaaraa ole. Muita päätelmiä tässä yhteydessä ei tehty, sillä tarkastusinsinöörin tehtäviin kuului huolehtia rakennuksen rakenteellisesta valvonnasta.

6 Tutkintalautakunnan suositukset

Rakennusvalvonnan näkökulmasta kaikki tutkintalautakunnan suositukset vaikuttavat erinomaisilta. Jos ne kyetään toteuttamaan, rakenteiden vaurioitumisvaara oleellisesti pienenee. Rakenteellisen valvonnan tehostaminen ja suunnittelun tason nostaminen vähentää tässä raportissa käsitellyn vaurion tyyppisten ongelmien lisäksi myös mm. kosteusvaurioiden määrää.

Rakenteellisen valvonnan ohella rakennusvalvonnassa esiintyy huomattavia puutteita ainakin LVI-järjestelmien rakentamisen valvonnassa. Suurimpia paikkakuntia lukuun ottamatta kuntien rakennusvalvontayksiköistä puuttuneen LVI-tekniikan koulutuksen saanut henkilöstö. Kun rakennusten tekniset järjestelmät monimutkaistuvat ja lisäksi vaatimukset mm. ääneneristykseen ja meluntorjunnan osalta kasvavat, on todennäköistä, ettei rakennustekniikan koulutuksen saanut rakennusvalvontahenkilöstö kykene läheskään kaikissa kunnissa tehtävistään asianmukaisesti selviytymään.

Teknisten asioiden ohella rakennusvalvontahenkilöstöä kuormittavat lisääntyvässä määrin monimutkaiset ja vaativat juridiset kysymykset, joiden ratkaisemiseen teknisen koulutuksen saaneella henkilöstöllä ei ole riittäviä valmiuksia. Lainopilliset asiat sitovat kohtuuttomasti teknisen henkilöstön voimavaroja ja ao. koulutuksen saaneen henkilöstön puute aiheuttaa ongelmia sekä asiakkaiden että valvontaviranomaisen oikeusturvaan.

Viime vuosikymmenellä on rakennusvalvonta "ajettu alas" useimmissa kunnissa. Jos rakentamisen tasoa halutaan nostaa julkisen rakennusvalvonnan avulla, tulisi valtakunnallisella tutkimuksella selvittää kuntien rakennusvalvontayksiköiden henkilöstön määrä ja laatu sekä kyky selviytyä rakennusvalvontatyön eri osa-alueiden tehtävistä. Selvityksen jälkeen tulisi käytännön tasolla määritellä erilaisten kuntien rakennusvalvonnan tehtävät ja niiden hoitamiseen tarvittavat resurssit.

Erikoisasiantuntemusta vaativia hankkeita varten olisi hyvä perustaa valtakunnallinen asiantuntijoista koottu neuvontaorganisaatio, joka tarvittaessa antaisi lausuntoja rakennusvalvontaviranomaisille.

Rakennustarkastaja Pertti Launonen

LÄHDELIITTELUETTELO

Seuraavat lähdeliitteet on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa:

1. Onnettomuustutkintakeskuksen päätös tutkintalautakunnan asettamisesta B 1/2000 Y, 30.3.2000
2. Kopio Iisalmen uimahallin vuosina 1995-1996 tehdyn saneerauksen rakennusluvan myöntämisen, katselmusten ja piirustusten tarkastuksen yhteydessä tehdyistä merkinnöistä.
3. Lumen vesiarvotietoja Iisalmen, Oulun, Kajaanin ja Lahden alueelta.
4. Alkuperäiset muistiinpanot lumen massan mittauksista Iisalmissa 29.3.2000.
5. Iisalmen uimahallin katon primaaripalkin kiepahduslaskelmat 1.4.1995.
6. Uimahallin kellarikerroksen ja 1. kerroksen pohjapiirrokset.
7. Uimahallin rakenne- ja pääpiirustuksia vuodelta 1972 ja 1995.
8. Suomen rakentamismääräyskokoelman osat A1 (1990 ja 2000), A2 (1990), B1-3 (1976, 1990 ja 1998) ja B10 (1983, muutettu 1990)
9. Kattopalkin vaurion korjaussuunnitelman laskelmat ja piirustukset.
10. Kopio Nallikarin (Oulu) tennishallin kattovaurion korjaussuunnitelmasta.

Muiden kuin ilmailu-, rautatie- ja vesiliikenneonnettomuuksien ja vaaratilanteiden tutkintaselostukset vuosina 1993-2000

Numero	Onnettomuus	Julkaistu
1/1993 Y	Räjähdysonnettomuus Oy Forcit Ab:n tehtaalla Hangossa 7.6.1993	6/1998
4/1995 Y	Kuhmoisten hotellipalo 23.12.1995	12/1998
B 1/1996 Y	Massasäiliön kaatuminen Valkeakoskella 27.3.1996	11/1998
A 2/1996 Y	Katsojaonnettomuus Jyväskylän Suurajoissa 23.8.1996	8/1997
B 1/1998 Y	Tornan sillan sortuminen 6.8.1998 Imatralla	11/1999
B 2/1998 Y	Linja-auto-onnettomuus Nummi-Pusulassa 7.12.1998	10/1999
C 1/1998 Y	Tulipalo Merikylpylä Edenissä Oulussa 26.4.1998	≈
C 2/1998 Y	Tulipalo Siilinjärven Kuntoutumiskeskuksessa 27.9.1998	≈
C 1/1999 Y	Linja-auton tulipalo Kuljun moottoritiellä 13.2.1999	3/2000
A 1/1999 Y	Linja-auto-onnettomuus Heinolassa 17.4.1999 - <i>Erillistutkimus väitetyistä ongelmista ABS-jarruissa julkaistu 4.7.2000</i>	Väliaikainen 4/2000
A 2/1999 Y	Palvelutalo Viljamin palo Maaningalla 4.12.1999	Alustava 2/2000
B 1/2000 Y	Uimahallin katon liimapuupalkin rikkoutuminen lisalmessa 29.3.2000	11/2000
D 1/2000 Y	Bussipaloprojekti 30.8.2000	≈

≈ = tutkinta on kesken