



## Tutkintaselostus

B 1/2004 Y

# Talkoovoimin rakennetun huoltorakennuksen katon romah- taminen laskettelukeskuksessa Pohjan kunnassa 1.2.2004

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**  
**Centralen för undersökning av olyckor**  
**Accident Investigation Board Finland**

**Osoite / Address:** Sörnäisten rantatie 33 C      **Address:** Sörnäs strandväg 33 C  
FIN-00580 HELSINKI      00580 HELSINGFORS

**Puhelin / Telefon:** (09) 1606 7643  
**Telephone:** +358 9 1606 7643

**Fax:** (09) 1606 7811  
**Fax:** +358 9 1606 7811

**Sähköposti:** onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi  
**E-post:** onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi  
**Email:** onnettomuustutkinta@om.fi or forename.surname@om.fi

**Internet:** www.onnettomuustutkinta.fi

**Henkilöstö / Personal / Personnel:**

Johtaja / Direktör / Director      Tuomo Karppinen  
Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative director      Pirjo Valkama-Joutsen  
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant      Sini Järvi  
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant      Leena Leskelä

**Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents**

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief air accident investigator      Esko Lähteenmäki  
Erikoistutkija / Utredare / Aircraft accident investigator      Hannu Melaranta

**Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents**

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief rail accident investigator      Esko Värttiö  
Erikoistutkija / Utredare / Rail accident investigator      Reijo Mynttinen

**Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Maritime accidents**

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief maritime accident investigator      Martti Heikkilä  
Erikoistutkija / Utredare / Maritime accident investigator      Risto Repo

---

ISBN 951-836-143-6

ISSN 1239-5323

Multiprint Oy, Helsinki 2004



## TIIVISTELMÄ

Varhain sunnuntaiaamuna 1.2.2004 Pohjan kunnassa olevassa laskettelukeskuksessa sattui onnettomuus, jossa 720 m<sup>2</sup> kokoisen huoltorakennuksen kattoa romahti noin 250 m<sup>2</sup> alueelta. Rakennuksessa oli muun muassa kahvila, suksivuokraamo, konesuoja ja avointa tilaa esimerkiksi palkintojenjakoa, karaaketilaisuuksia ja oleskelua varten. Laskettelukeskus oli tapahtuma-aikaan varhain aamulla vielä suljettuna, mutta paikalla oli jo tulevan päivän kilpailua valmistelevaa henkilökuntaa. Henkilövahinkoja ei aiheutunut ja aineellisetkin vahingot olivat suhteellisen pienet.

Henkilökuntaan kuuluva huomasi rakennuksessa sisällä ollessaan, että sisäkatosta roikkui lauta, katto oli pullistunut sisäänpäin ja lämmöneristettä oli näkyvissä. Ulkona oli nähtävissä, että katon harja oli painunut jonkin verran rakennuksen keskiosasta. Paikalle hälytettiin palokunta, joka edelleen hälytti paikalle kaksi nostokoriautoa tarkoituksena poistaa lunta rakennuksen katolta. Nostokoriautot ehtivät paikalle, mutta lunta ei ehditty poistaa, kun neljä yhdeksästä teräksisestä kattoristikosta petti lopullisesti ja katto romahti.

Onnettomuuden tekninen syy oli se, että kattoristikoiden yläpaarteeseen, lähelle harjaa kohdistui yläpaarteen kapasiteettia selvästi suurempi taivutusmomentti. Suuren taivutusmomentin syntyminen olisi voitu välttää suunnittelemalla ristikon diagonaalit jatkumaan harjan kohdalle. Suunnittelussa ristikossa diagonaalit ulottuivat yläpaarteella 1,5 metrin päähän harjasta. Ristikoiden mitoitus oli tehty puutteellisesti eikä yläpaarteen taivutusmomenttia tai muita voimasuureita ollut laskettu oikein.

Laskettelukeskus on paikallisen urheiluseuran omistuksessa ja huoltorakennus oli suunniteltu ja rakennettu talkoovoimin vuosina 1993 - 1994. Puutteellisiin rakenteisiin johtanut syy oli tutkintalautakunnan mielestä se, että rakentamisorganisaatiolla ei ollut riittävästi rakennusalan osaamista.

Turvallisen rakentamisen edellytykset on nykyisin esitetty varsin hyvin rakennusalan normeissa. Vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi tutkintalauta kuitenkin esittää, että rakennusvalvontaviranomaisten ja toisaalta kunnissa avustuksia myöntävien tulisi olla aktiivisesti varmistamassa talkootyönä rakennettavien yleisö- ja muiden suurten henkilömäärien käyttöön tulevien rakennusten turvallinen rakentamistapa. Kunnilla on turvallisuuden parantamiseen hyvät mahdollisuudet, sillä tällaiset rakennushankkeet ovat kuntien tiedossa ja niitä usein myös kunta rahoittaa.

Olemassa olevien vastaavanlaisten rakennusten osalta tutkintalautakunta ehdottaa, että kunnat, kuntien rakennusvalvontaviranomaiset ja rakennusten omistajat selvittäisivät, onko tiedossa rakennuksia, joiden rakenteiden turvallisuutta olisi syytä epäillä. Jos rakenteiden turvallisuutta ei voida suunnitteluasiakirjojen ja muun aineiston perusteella selvittää, saattavat lisäselvitykset ja tarvittaessa rakenteiden vahvistaminen olla tarpeen.



## SAMMANDRAG

### EN SERVICEBYGGNAD SOM HADE BYGGTS MED FRIVILLIGA INSATSER KOLLAPSADE I ETT SKIDCENTER I POJO KOMMUN 1.2.2004

Tidigt på söndag morgon 1.2.2004 inträffade en olycka i ett skidcenter i Pojo kommun. Cirka 250 m<sup>2</sup> av taket på en 720 m<sup>2</sup> stor servicebyggnad kollapsade. I byggnaden fanns bland annat kafé, skiduthyrning, maskinskydd och ett öppet utrymme för till exempel prisutdelningar, karaoketillställningar och samvaro. Skidcentret var fortfarande stängt när olyckan inträffade tidigt på morgonen, men på plats fanns redan personal som förberedde dagens kommande tävlingar. Inga personskador uppstod och de materiella skadorna var förhållandevis små.

En person som tillhörde personalen upptäckte inomhus att en planka hängde ned från innertaket, taket buktade inåt och värmeisoleringen var synlig. Utomhus kunde man se att taknocken hade sjunkit ned något vid byggnadens mittparti. Brandkåren larmades till platsen och brandkåren kallade på två bilar med lyftkorgar för att avlägsna snö från byggnadens tak. Bilarna med lyftkorgar kom till platsen, men hann inte avlägsna snön innan fyra av nio ståltakstolar gav efter och taket kollapsade.

Olyckans tekniska orsak var att ett med avseende på överramens kapacitet alltför stort böjmoment belastade takstolarnas överram i närheten av taknocken. Det stora böjmomentet kunde ha undvikits genom en konstruktion där fackverkets diagonaler fortsätter ut tillnocken. I det konstruerade fackverket sträckte sig diagonalerna till överramen på 1,5 meters avstånd frånnocken. Fackverkens dimensionering var bristfälligt utförd och överramens böjmoment samt övriga påkänningar felaktigt beräknade.

Skidcentrets ägs av en lokal idrottsförening. Servicebyggnaden har konstruerats och byggts med frivilliga insatser under åren 1993-1994. Enligt undersökningskommissionen är orsakerna till de bristfälliga konstruktionerna att byggorganisationen saknade tillräckliga kunskaper inom byggfacket.

Förutsättningarna för ett tryggt byggande har numer beskrivits rätt väl i byggbranschens normer. För att undvika liknande olyckor föreslår undersökningskommissionen att byggnadstillsynsmyndigheterna och de som beviljar bidrag i kommunerna aktivt kontrollerar att byggnader som byggs med frivilliga insatser för allmänheten eller andra större folkmängder iakttar en säker byggmetod. Kommunerna har goda möjligheter att förbättra säkerheten eftersom dessa byggprojekt är kända i kommunen och ofta deltar kommunen även i finansieringen av projekten.

För befintliga motsvarande byggnader föreslår undersökningskommissionen att kommunerna, kommunernas byggnadstillsynsmyndigheter och byggnadernas ägare utreder om det finns byggnader där det finns skäl att misstänka bristande säkerhet i konstruktionerna. Om konstruktionernas säkerhet inte kan utredas i konstruktionsdokumenten eller annat material, kan det finnas skäl att utföra ytterligare utredningar och förstärka konstruktionerna vid behov.



## SUMMARY

### COLLAPSE OF THE ROOF OF A MAINTENANCE BUILDING BUILT BY VOLUNTARY WORKERS AT A SLALOM CENTRE IN THE MUNICIPALITY OF POHJA 1 FEBRUARY 2004

Early in the morning of Sunday 1 February 2004, approximately 250 m<sup>2</sup> of a maintenance building of 720 m<sup>2</sup> collapsed at a slalom centre in the Municipality of Pohja. The building housed a cafeteria, ski hire business, machinery shelter and an open space for victory ceremonies, karaoke events etc. and functioning as a lounge. At the time of the accident, the slalom centre was closed, although staff engaged in preparations for the day's competition had already arrived. However, no one was injured and there was only slight material damage.

Inside the building, a staff member noticed a board hanging from the ceiling, which had bowed, and some exposed insulation, while it was evident from outside that the roof's ridge was slightly bowed in the middle. The fire brigade was called out, bringing two vehicles with elevating platforms with the intention of clearing the snow from the building. Unfortunately, they were too late to prevent four of its nine steel trusses from buckling and the consequent collapse of the roof.

The technical cause of the accident was a flexural moment, significantly higher than the capacity of the rafters and which was exerted on the rafters near the ridge. This could have been avoided by designing the truss diagonals to extend all the way up to the ridge, whereas in the actual truss, the diagonals extended along the rafters, but stopped 1.5 metres short of the ridge. The trusses were therefore poorly dimensioned, and the flexural moment and other force values for the rafters incorrectly calculated.

The slalom centre is owned by a local sports club, and the maintenance building was designed and built by voluntary workers in 1993 and 1994. In the opinion of the Board of Inquiry, the structural deficiencies were caused by the construction organisation's lack of experience.

The prerequisites for safe construction are thoroughly specified as part of the construction standards currently in force. However, in order to avoid similar accidents, the Board of Inquiry suggests that building officials and those within municipalities granting subsidies should actively ensure the employment of safe building methods in buildings built by voluntary workers for public use. In this respect, the municipalities have an excellent opportunity to improve safety, since they are aware of such projects and are often financing them.

For existing buildings of this type, the Board of Inquiry recommends that municipalities, local building officials and building owners establish whether buildings exist within their areas whose structural safety should be examined. If their structural safety cannot be established based on the designs and other material, additional studies and reinforcement of the structures may be necessary.



## ALKUSANAT

Pohjan kunnassa sattui 1.2.2003 onnettomuus, jossa osa Päminnen laskettelukeskuksen huoltorakennuksen kattoa romahti.

Romahtaneessa rakennuksessa on yleisölle tarkoitettua tilaa kuten kahvila ja suksivuokraamo, minkä vuoksi Onnettomuustutkintakeskus arvioi, että tapauksen tutkinnalla olisi merkitystä yleisen turvallisuuden kannalta. Onnettomuustutkintakeskus asetti 4.2.2004 tutkintalautakunnan tutkimaan onnettomuutta.

Tutkintalautakunnan puheenjohtajaksi nimettiin tutkija DI Kai Valonen ja jäseneksi tutkija DI Ville Hämäläinen. Teräsrakenteiden asiantuntijana on ollut DI Tapio Leino VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta.

Tässä tutkintalautakunnan laatimassa tutkintaselostuksessa esitetään tapahtumat onnettomuuden aikaan. Lisäksi tutkintaselostuksessa käsitellään rakennuksen teknisiä ominaisuuksia ja rakentamista. Tutkinnan tarkoituksena on turvallisuuden parantaminen, joten tutkintaselostuksessa ei käsitellä syyllisyys- ja vahingonkorvauskysymyksiä.

Tutkintaselostus on ollut lausunnolla ympäristöministeriössä, sisäasiainministeriön pelastusosastolla, sisäasiainministeriön kuntaosastolla, opetusministeriössä, Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksessa, Suomen kuntaliitossa ja Suomen liikunta- ja urheilu ry:ssä. Lausunnot ovat liitteessä 2. Saadut lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä.

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

Tutkintaselostus on myös internetissä osoitteessa [www.onnettomuustutkinta.fi](http://www.onnettomuustutkinta.fi).



## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	I
SAMMANDRAG.....	II
SUMMARY.....	III
ALKUSANAT.....	V
1 ONNETTOMUUS.....	1
1.1 Yleiskuvaus.....	1
1.2 Onnettomuuskohteen kuvaus, tapahtumapaikka ja sääolosuhteet.....	1
1.3 Tapahtumien kulku.....	2
1.4 Poliisin toiminta.....	3
1.5 Onnettomuudesta aiheutuneet vahingot.....	3
1.5.1 Henkilövahingot.....	3
1.5.2 Materiaalivahingot.....	4
1.5.3 Ympäristövahingot.....	4
1.6 Tiedottaminen.....	4
2 ONNETTOMUUDEN TUTKINTA.....	5
2.1 Rakennus.....	5
2.2 Olosuhteet.....	8
2.3 Onnettomuuteen liittyvät organisaatiot ja henkilöt.....	8
2.4 Pelastustoimen organisaatio ja toimintavalmius.....	9
2.5 Tallenteet.....	9
2.6 Asiakirjat.....	9
2.7 Määräykset ja ohjeet.....	9
2.8 Muut tutkimukset.....	10
3 ANALYYSI.....	11
3.1 Onnettomuuden analysointi.....	11
3.2 Pelastustoiminnan analysointi.....	12
4 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	13
4.1 Toteamukset.....	13
4.2 Onnettomuuden syyt.....	14
5 SUOSITUKSET.....	15
LIITTEET	
Liite 1. Kattoristikon rakennelaskelmat	
Liite 2. Lausunnot	
LÄHDELUETTELO	

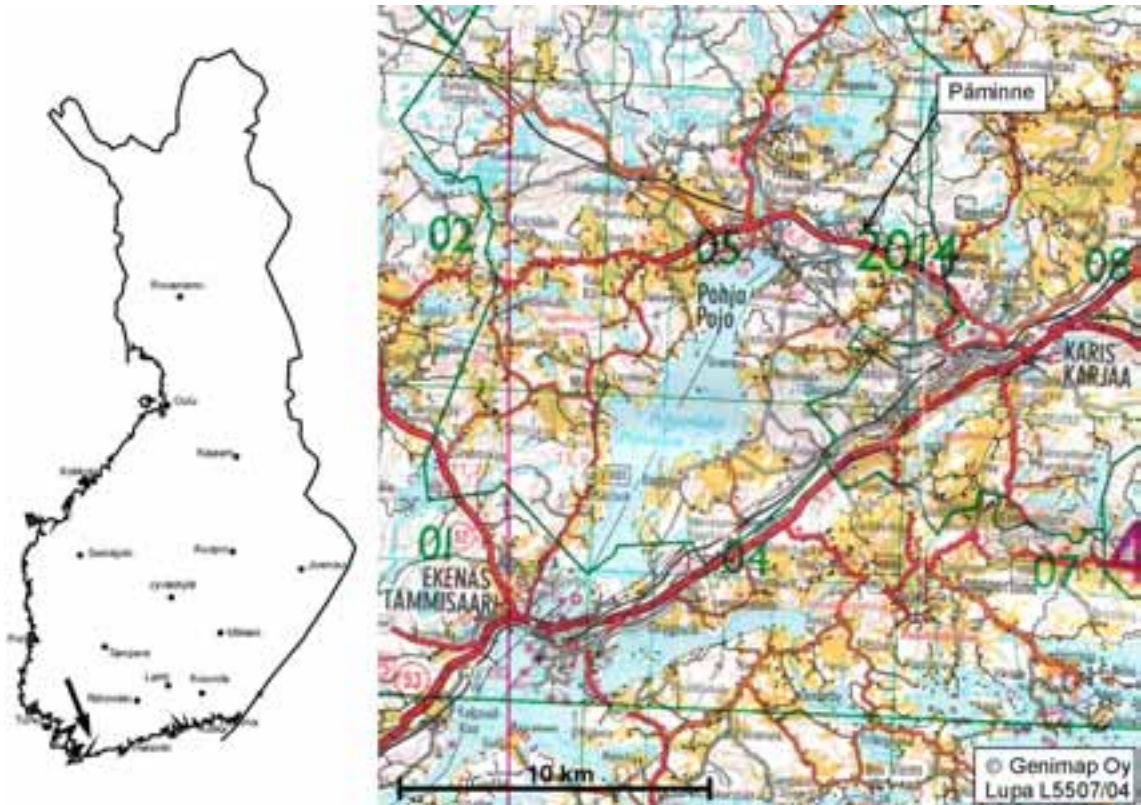
## 1 ONNETTOMUUS

### 1.1 Yleiskuvaus

Pohjan kunnassa olevassa Pâminnen laskettelukeskuksessa tapahtui sunnuntaiamuna 1.2.2004 onnettomuus, jossa osa laskettelukeskuksen huoltorakennuksen kattoa romahti.

### 1.2 Onnettomuuskohteen kuvaus, tapahtumapaikka ja sääolosuhteet

Pohjan kunta sijaitsee läntisellä Uudellamaalla 85 km Helsingistä länteen. Pâminnen talviurheilukeskus laskettelurinteineen on Åminneforsin taajamassa noin neljän kilometrin päässä Pohjan kirkonkylästä.

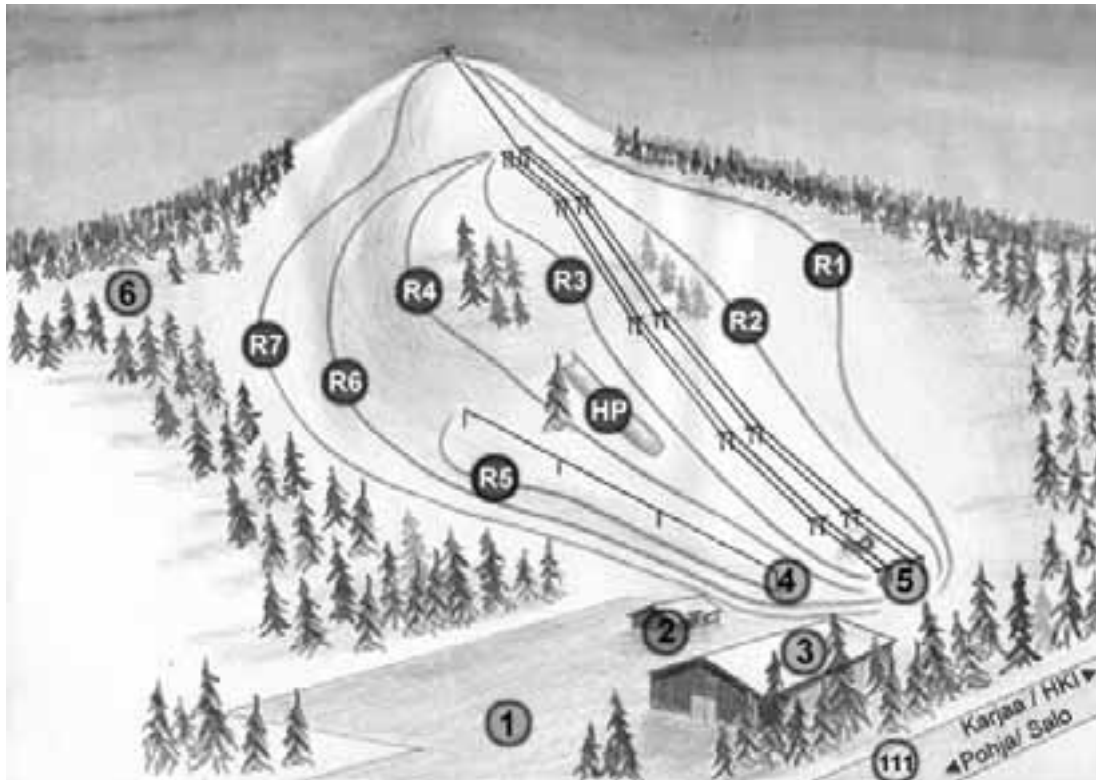


Kuva 1. Tapahtumapaikka.

*Bild 1. Olycksplatsen.*

*Figure 1. The place of the accident.*





Kuva 2. Piirros Päämminen laskettelurinnealueesta. Onnettomuudessa romahti osa numerolla 3 merkitystä huoltorakennuksesta, jossa on muun muassa kahvila ja suksivuokraamo.

Bild 2. Skiss över utförsåkningsområdet i Pääminne. Vid olyckan kollapsade en del av den servicebyggnad som markerats med siffran 3 och som bland annat innehöll kafé och skiduthyrning.

Figure 2. Drawing of the Pääminne slalom slope area. In the accident, part of the maintenance building marked with the number 3, housing e.g. a cafeteria and a ski rental business, collapsed.

### 1.3 Tapahtumien kulku

Lauantain ja sunnuntain välisenä yönä 31.1. – 1.2.2004 Etelä-Suomessa satoi runsaasti lunta ja sää oli tuulinen. Sunnuntaina Päämminen laskettelurinteessä oli tarkoitus järjestää kilpailut. Sen vuoksi laskettelukeskuksen henkilökuntaan kuuluva tuli aamulla kello 4 paikalle auraamaan lunta. Hän valmisteli töitään sytyttämällä huoltorakennukseen ja rinteeseen valot ja siirtämällä moottorikelkan ulos. Sen jälkeen hän keitti huoltorakennuksen kahviossa kahvia ja jäi odottamaan rinteiden kunnostukseen käytettävän tampparikoneen kuljettajaa. Kuljettaja tuli paikalle noin kello 4.45, ja hetkeä myöhemmin he lähtivät rinteeseen. Lunta satoi koko ajan.

Ensin paikalle tullut mies palasi huoltorakennukselle noin kello 5.45 ja meni kahvilan puoleisesta päätyovesta sisään. Silloin hän huomasi, että kahvilan sisäkatosta roikkui lauta. Tarkemmin katsottuaan selvisi, että sisäkatto oli pullistunut alaspäin, laudoitus oli rikkoutunut ja välistä näkyi lämmöneristevilla. Alue, jolla vaurio näkyi, oli hallin kattoristikoiden suuntainen ja noin viiden metrin levyinen.



Keskenmällä rakennusta on avointa tilaa, jossa on kahvilapöytiä ja muun muassa tanssilattia. Mies otti joitakin tärkeitä kilpailutoimiston tarvikkeita mukaansa ja siirtyi ulos. Päivällä järjestettävän kilpailun palkinnot olivat tanssilattialla, mutta katon vaurioituminen näytti niin vakavalta, että mies ei uskaltanut käydä hakemassa niitä. Rakennuksen ulkopuolelta oli tuolloin nähtävissä, että katon harja oli painunut hallin keskiosasta jonkin verran alaspäin.

Mies soitti urheiluseuran puheenjohtajalle, joka on myös laskettelukeskusyrityksen toimitusjohtaja, ja kertoi kattovauriosta. Urheiluseuran puheenjohtaja teki kello 6.02 hätäilmoituksen Tammisaaren hätäkeskukseen ja lähti ajamaan laskettelukeskukseen.

Hätäkeskus hälytti paikalle päällystöpäivystäjän Tammisaaresta ja pelastusyksikön Pohjan VPK:sta. Päällystöpäivystäjä tuli paikalle kello 6.16 ja pelastusyksikkö kello 6.21. Päällystöpäivystäjä totesi pian, että katon lumikuormaa pitää saada kevennettyä ja hälytti paikalle kaksi nostokoriautoa.

Samalla kun nostokoriautoja odoteltiin, paikalla olleilla koneilla tehtiin lumitöitä nostokoriautoja varten. Ensin paikalle tullut nostokoriauto oli liian suuri eikä se päässyt ajamaan romahdusvaarassa olleen hallin viereen. Toinen nostokoriauto tuli paikalle hieman myöhemmin. Senkään avulla ei kuitenkaan ehditty poistaa lunta katolta, vaan hallin katto alkoi painua alas keskiosastaan ja samalla kuului puutavaran katkeamisääniä. Katon painuminen alkoi ilmeisesti ristikosta numero 5, jonka kohdalta katto oli silminnäköiden mukaan aluksi eniten painunut. Sen perässä alaspäin painuivat myös ristikot 4, 6 ja 7. Kun ristikot olivat myötäneet niin paljon, että katon harjaa ei enää niiden kohdalla ollut tunnustettavissa, kyseiset ristikot niihin liittyvine rakenteineen romahtivat yli puolelta pituudeltaan lattiatasoon saakka. Samalla romahtaneet ristikot vetivät ja kaatoivat hallin pituussuuntaista seinää osittain sisäänpäin. Romahdus tapahtui noin kello 7 aikaan.

#### **1.4 Poliisin toiminta**

Raaseporin kihlakunnan poliisilaitos on kirjannut tapauksesta sekalaisilmoituksen. Tapaukseen ei ollut syytä epäillä liittyvän rikosta.

Länsi-Uudenmaan teknisen rikostutkimuskeskuksen tutkijat olivat pian onnettomuuden jälkeen tapahtumapaikalla ja aloittivat teknisen tutkinnan. Rikostutkimuskeskuksen tutkijat olivat myös myöhempinä päivinä tutkintalautakunnan apuna teknisessä tutkinnassa ja muun muassa siihen liittyvässä valokuvaamisessa.

#### **1.5 Onnettomuudesta aiheutuneet vahingot**

##### **1.5.1 Henkilövahingot**

Henkilövahinkoja ei tullut.

### 1.5.2 Materiaalivahingot

Onnettomuudessa petti neljä kattoristikkoa siten, että niiden toinen pää jäi edelleen ristikkoiden tukena olleen seinän varaan. Kattoa romahti siten viiden ristikkovälin pituiselta alueelta. Romahtaneen alueen koko oli 250 m<sup>2</sup>, kun koko hallin lattiapinta-ala on 720 m<sup>2</sup>.

Kyseiset neljä kattoristikkoa vaurioituivat käyttökelvottomiksi. Niiden mukana putosivat myös vesikatto ja sisäkattorakenteet eristeineen. Romahtaneiden rakenteiden alle jäi lähinnä kahvilakalusteita ja muita kahvilaan liittyviä rakenteita. Ulkoseinää kaatui viiden ristikkovälin, eli yhteensä 18 metrin matkalta.

### 1.5.3 Ympäristövahingot

Ei ympäristövahinkoja. Kohteessa ei ollut erityistä ympäristövahinkojen vaaraa.

### 1.6 Tiedottaminen

Onnettomuuden jälkeen tiedotusvälineet osoittivat jonkin verran kiinnostusta onnettomuutta kohtaan. Onnettomuuden tutkintaan liittyviin kysymyksiin vastasivat alustavaa paikkatutkintaa tehneet Onnettomuustutkintakeskuksen tutkijat.

Tutkinnan valmistuttua tiedotusvälineille annettiin sisällöltään tämän tutkintaselostuksen tiivistelmää vastaava tiedote.



## 2 ONNETTOMUUDEN TUTKINTA

### 2.1 Rakennus

Vuonna 1993-1994 rakennetussa hallissa on kahvio, suksivuokraamo, avointa tilaa tanssimista ja kahvilapöytiä varten, wc-tiloja sekä konesuoja. Rakennuksen lattiapinta-ala on 720 m<sup>2</sup>. Katon romahtaminen tapahtui rakennuksen keskiosassa avoimen tilan ja suksivuokraamon kohdalla. Konesuojaa ei ole pohjapiirustuksessa (kuva 4) vaan se on tehty jälkeinpäin rakentamalla väliseinä ja asentamalla iso ovi hallin päätyyn. Lisäksi rakennukseen on lisätty wc-tiloja ja tuulikaappia on muutettu.

Rakennuksen paikalla oli aikaisemmin ollut kuplahalli, jonka jäljiltä maassa oli asfalttipinta. Rakennettavan hallin pohjan mitoiksi valittiin samat mitat kuin kuplahallissa oli ollut, sillä perustukset päätettiin tehdä asfalttipinnan päälle. Asfaltin päälle valettiin perustukset betonista. Rakennuksen pohjan koko oli 20 m x 36 m.

Seinät rakennettiin sahatavarasta ja levystä. Kattoristikoiden kohdalla oli seinän alaosasta ristikkoon asti ulottuva pystysuuntainen tolppa, joka oli rakennettu kahdesta rinnakkain olevasta 50x100 mm lankusta. Pintaverhouksena oli pystyaukkoitus. Levytys huolehti hallin jäykistyksestä eikä erillisiä jäykistäviä rakenneosia ollut suunniteltu tai toteutettu.

Kattoristikot, joita oli yhteensä yhdeksän, valmisti talkooryhmä itse hitsaamalla. Teräslaatu on ilmeisimmin rakentamisen aikaan käytössä yleisesti ollut Fe 44 D (Fe 43). Ristikoiden jänneväli oli 20 metriä ja ristikkoväli 3,6 metriä. Yläpaarten kaltevuus oli 15 astetta, josta laskettuna ristikon korkeus harjan kohdalla oli noin 2,7 metriä. Rakennuksen päädyissä ristikoita ei ollut vaan levyseinä jatkui vesikattoon asti.

Ristikoiden geometria ja rakenne näkyy kuvasta 5. Ristikoiden yläpaarre ja diagonaalit oli tehty putkiprofiilista, jonka poikkileikkauksen mitat olivat 120 x 60 x 3 mm. Suunnitelmissa diagonaaleihin oli valittu pienempää putkiprofiilia, mutta ilmeisesti taloudellisuussyistä ne tehtiin samasta putkiprofiilista kuin yläpaarteetkin. Alapaarteessa oli käytetty vetotankoina kahta diagonaaleihin hitsaamalla liitettyä hitsattavaa laatua olevaa 16 mm harjaterästä.

Yläpaarten päälle oli hitsattu korvakkeita, joiden keskellä oli reikä ruuvia varten. Korvakkeisiin oli kiinnitetty 50x100 mm sahatavaraa siten, että yksi lankku ulottui aina yhden ristikkovälin yli. Lankkuväli oli 600 mm. Suoraan lankkuihin oli kiinnitetty vesikatteeksi suoraaurainen poimulevy ruuvikiinnityksellä joka toisesta poimusta.

Ristikoiden yläpaarteeseen oli hitsattu harjateräksiä, jotka riippuivat suoraan alaspäin. Kyseiset harjateräkset ulottuivat alapaarten tasalle, jossa niihin oli hitsattu kannattimet sisäkattorakenteita varten tarvittavaa 50 x 100 mm sahatavaraa varten. Lankkuihin oli naulattu harvalaudoitusta, jonka alapinnassa oli höyrynsulkumuovi ja kipsilevytys. Höyrynsulkumuovin päällä oli 15 cm vuorivillaa ja 10-15 cm selluvillaa.

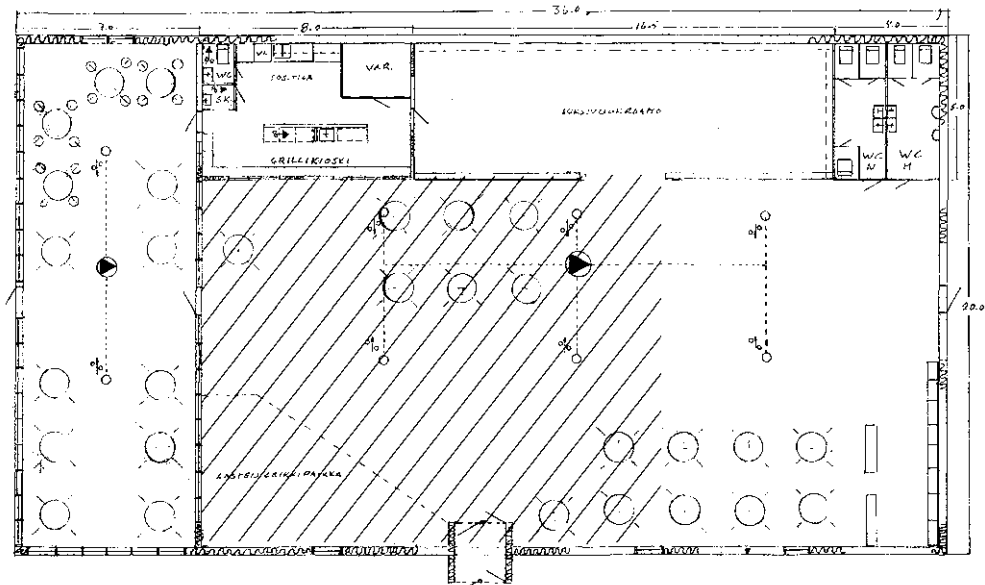
Jo paikkatutkinnan alkuvaiheessa selvisi, että onnettomuus johtui kattoristikoiden pettämisestä. Ristikoiden yläpaarre oli taittunut läheltä katon harjaa. Hitsausliitosten pettämiä tai muita valmistusvikoihin viittaavia havaintoja ei ollut.



*Kuva 3. Kuva vaurioituneesta hallista ulkoa ja kahvilan suunnasta kuvattuna sisältä. Kuvassa näkyvät puiset ristikot kuuluvat sisäkattorakenteeseen.*

*Bild 3. Bild över den skadade hallen utifrån och inne tagen i riktning från kaféet. Bilden visar fackverk av trä som tillhör innertaksstrukturen.*

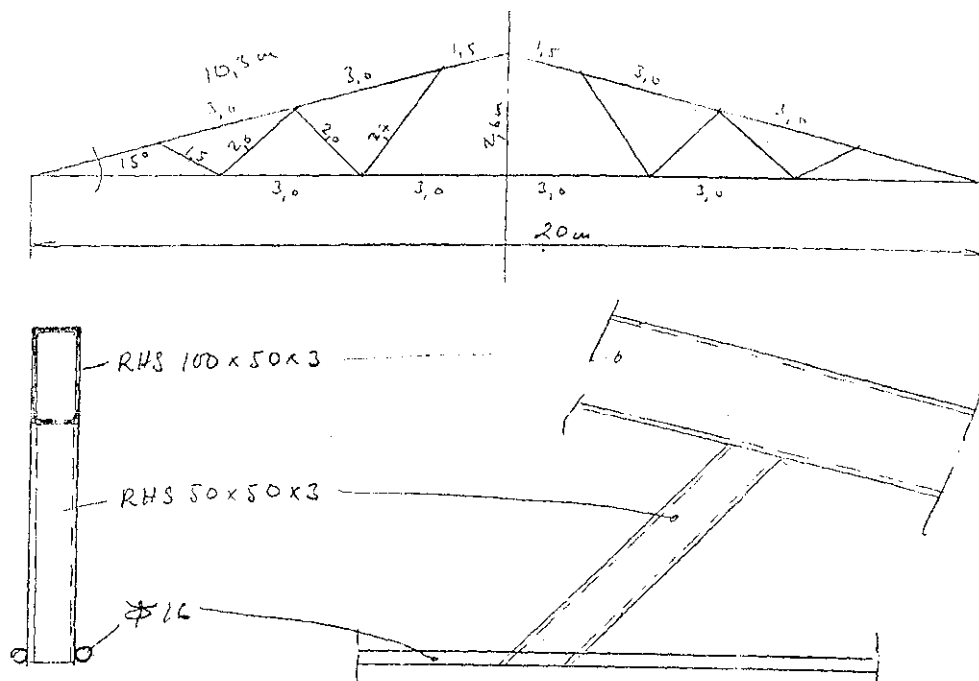
*Figure 3. Picture of the damaged building from the outside and from the inside taken from the direction of the cafeteria. The wooden trusses in the picture form part of the ceiling structure.*



Kuva 4. Rakennuksen pohjapiirros. Viivoituksella merkityn pääasiallisen vaurioalueen oikeassa reunassa oli konesuojan väliseinä, jota ei ole piirroksessa.

Bild 4. Byggnadens planritning. I höger kant av det med linjer utmärkta huvudsakliga olycksområdet fanns maskinskyddets mellanvägg som inte är med på skissen.

Figure 4. A floor plan of the building. There was an intermediate wall for the machinery shelter on the right edge of the damaged area (marked with lines). The wall is not included in the drawing.



Kuva 5. Suunnittelijan piirros kattoristikoiden rakenteesta. Kuvasta poiketen sekä yläparre että diagonaalit oli valmistettu 120 x 60 x 3 mm putkipalkista.

Bild 5. Konstruktörens ritning av takstolarnas konstruktion. Både överramen och diagonalerna har tillverkats av 120 x 60 x 3 mm rörbalkar vilket avviker från ritningen.

Figure 5. Designer's drawing of the truss structure. Unlike those in the picture, both the rafters and the diagonals were made of 120 x 60 x 3 mm tubular girders.

## 2.2 Olosuhteet

Onnettomuutta edeltävänä yönä satoi paljon lunta ja oli tuulista. Tutkintalautakunta sai Ilmatieteen laitoksen Ilmastopalvelusta lähimpien havaintoasemien säähavaintoja. Lohjan Porlassa lumen syvyys kasvoi edeltävän vuorokauden aikana 30 cm, Hangon Tvärminnessä 28 cm, Salon Kärkässä 26 cm, Inkoon Bågaskärissä 14 cm ja Helsingin Kaisaniemessä 17 cm. Lumen syvyydet onnettomuusaamuna olivat vastaavasti 48 cm, 43 cm, 40 cm, 25 cm ja 40 cm.

Ilman lämpötila oli tapahtuma-aamuna kaikilla havaintoasemilla noin  $-1$  °C. Lämpötila oli kahtena edeltävänä päivänä kohonnut jonkin verran, sillä kahta päivää aikaisemmin lämpötila oli ollut kylmimmillään  $-7$  -  $-9$  °C.

Tuulen nopeudesta havaintoja on Inkoon Bogaskärin ja Helsingin Kaisaniemen havaintoasemilta. Suurin havaittu kymmenen minuutin keskituulen nopeus oli onnettomuutta edeltäneenä yönä Inkoossa 16 m/s. Helsingin Kaisaniemessä suurin kymmenen minuutin keskituulen nopeus oli 10 m/s.

Poliisin teknisen rikostutkimuskeskuksen tutkijat punnitsivat heti onnettomuusaamuna katolla olleen lumikuorman. Lumen massa oli suurimmillaan  $50 \text{ kg/m}^2$ . Kinostumista ei ollut.

## 2.3 Onnettomuuteen liittyvät organisaatiot ja henkilöt

Rakennuksen omistaa paikallinen urheiluseura, joka on ostanut laskettelukeskusyhtiön aikanaan konkurssipesältä. Ostovaiheessa rakennuksen paikalla oli vain asfalttipinta aikaisemman kuplahallin jäljiltä. Aluksi paikalla pidettiin suurta telttaa, mutta heti ensimmäisenä talvena vuosina 1993 – 1994 aloitettiin rakennuksen suunnittelu.

Hallin suunnittelun ja piirustukset teki urheiluseuran puheenjohtaja itse. Hänen apunaan suunnittelussa ja toteutuksessa oli työkavereita ja muuta urheiluseuran väkeä, joista osalla oli rakennustyömiehen kokemusta. Urheiluseuran puheenjohtajalla ei ollut rakennusalan koulutusta. Hän työskenteli sähkö- ja automaatioalalla metalliteollisuudessa.

Kattoristikoiden suunnittelun teki puheenjohtajan tuttava, joka työskenteli metallialan yrityksessä suunnittelijana, mutta rakennusosien suunnittelu ei kuulunut hänen tehtäviinsä. Hän teki piirustuksen ja suunnitelman kattoristikoiden geometriasta ja laske ristikoiden kestävyyttä. Lisäksi hän laske kattoristikoiden päälle asennettujen  $50 \times 100 \text{ mm}$  lankkujen lujuuden.

Ristikoiden suunnittelu kuten muukin suunnittelu ja hallin rakentaminen tehtiin talkootyönä. Lisäksi tarvikkeita ja rahaa niitä varten saatiin avustuksina. Työnjohtajana rakentamisessa toimi käytännössä urheiluseuran puheenjohtaja, joskaan asia ei ilmene rakennusvalvonnan asiakirjoista. Hänet on kuitenkin rakennuslupa-asiakirjoissa merkitty hankkeen pääsuunnittelijaksi.



Rakennusvalvontaviranomainen oli Pohjan kunnan rakennuslautakunta, joka myönsi hallille rakennusluvan 16.9.1993. Rakennustarkastajalle oli sitä ennen toimitettu tavanomaisen käytännön mukaisesti tarvittavat suunnitteluasiakirjat. Rakennusvalvonnasta saatujen pöytäkirjojen perusteella rakennustarkastaja teki rakennukselle kaksi katselmusta, joista ensimmäinen oli käyttöönottokatselmus vuonna 1996 ja loppukatselmus vuonna 1998. Rakenteiden osalta rakennusluvassa oli lisäksi maininta, että luvan saaja on velvollinen tilaamaan rakennekatselmuksen toimitettavaksi, kun kantavat rakenteet on tehty. Rakennustarkastajan kertoman mukaan kyseistä katselmusta ei kuitenkaan tilattu. Rakennustarkastaja vastaanotti rakennuslupaansa tarvittavat piirustukset ja asiakirjat, mutta ei kertomansa mukaan erityisemmin perehtynyt suunnitelmiin. Rakennustarkastaja oli koulutukseltaan rakennusmestari.

Pohjan kunta tuki rakentamista ja hankkeessa oli mukana kunnan päättäjä.

#### **2.4 Pelastustoimen organisaatio ja toimintavalmius**

Pohjan kunta kuuluu Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueeseen ja edelleen sen Tammisaaren toimialueeseen. Lähin vakinainen paloasema on Karjaalla, josta on onnettomuuspaikalle noin 8 kilometriä. Tammisaaren vakinaiselta paloasemalta on onnettomuuspaikalle noin 17 kilometriä. Pohjan kunnassa toimii sopimuspalokuntana Pohjan VPK.

#### **2.5 Tallenteet**

Rakennuksessa ei ollut videovalvontaa tai muita laitteita, joihin olisi tallentunut onnettomuuteen liittyviä tietoja.

Tammisaaren hätäkeskus on kirjannut hätäilmoitus- ja hälytystiedot hälytysselesteeseen ja pelastustoiminnan johtaja on täyttänyt tapahtuneesta onnettomuusselosteeseen. Molemmat selosteet on kirjattu pelastustoimen Pronto-järjestelmään ja ne ovat olleet tutkintalautakunnan käytettävissä.

#### **2.6 Asiakirjat**

Pohjan kunnan rakennusvalvontavirastossa oli rakennuslupaansa liittyvät asiakirjat eli asemapiirros, pohjapiirustus, leikkauspiirustus, väritysehdotus, kattoristikoiden suunnitelma, julkisivupiirustukset, rakennuslupahakemus, rakennuslautakunnan kokouspöytäkirja ja rakennuslupa, käyttöönotto- ja loppukatselmuksen pöytäkirjat sekä aluearkkitehdin lausunto rakennuslupahakemuksesta.

#### **2.7 Määräykset ja ohjeet**

Rakentamista koskevat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä maankäyttö- ja rakennusasetus, jotka tulivat voimaan vuoden 2000 alussa. Hallin rakentamisen aikaan voimassa oli rakennuslaki ja -asetus, jotka olivat peräisin vuosilta 1958 ja 1959. Lakia yksityiskohtaisempia käytännön ohjeita annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa, joista





osa B7 Teräsrakenteet antaa perusteet teräksisten kattoristikoiden suunnitteluun. Hallin rakentamisen aikaan olivat voimassa B7 ohjeet vuodelta 1987. Suunnittelussa sovellettavat kuormitukset kuten lumikuorma, tuulikuorma ja hyötykuormat sekä rakenteiden varmuuteen liittyvät vaatimukset oli esitetty vuonna 1982 annetuissa määräyksissä rakennusten vähimmäiskuormista. Mainitut säädökset ja ohjeet antavat perustan sille, että rakennuksista tulee rakenteiltaan turvallisia.

## **2.8 Muut tutkimukset**

Tutkintalautakunnan asiantuntija teki erilliset laskelmat kattoristikoihin kohdistuneista kuormista ja ristikoiden kapasiteetista. Laskelmat ovat liitteessä 1.

### 3 ANALYYSI

#### 3.1 Onnettomuuden analysointi

Jo paikkatutkinnan alussa oli nähtävissä, että katon romahtaminen johtui kattoristikoiden pettämisestä. Lumikuorma katolla oli noin  $50 \text{ kg/m}^2$ . Kattorakenteisiin ei ollut kiinnitetty mitään ylimääräistä alkuperäisiin rakenteisiin kuulumatonta kuormaa ja tuulikuormakin oli muun muassa loivan kattokulman vuoksi vähäinen. Suunnitteluohjeiden mukaan valmistetun rakenteen olisi pitänyt kestää moninkertaisesti rakenteeseen onnettomuuden aikaan vaikuttaneet kuormat. Esimerkiksi lumikuorman mitoituksessa rakennusaikaisten ohjeiden mukaan tuli käyttää arvoa  $288 \text{ kg/m}^2$ , joka muodostui tuolloin lumikuorman perusarvosta  $180 \text{ kg/m}^2$  ja osavarmuuskertoimesta 1,6. Koska kuormitukset eivät olleet poikkeuksellisen suuria, rakenteiden lujuus on ollut puutteellinen. Näin ollen tutkinnassa keskityttiin pääasiassa ristikoiden suunnitelmiin ja rakenteeseen.

Kaikki rakennuksen yhdeksän kattoristikkoa olivat samanlaisia. Niistä petti neljä rakennuksen keskiosassa. Lisäksi ainakin yhdessä ylös jääneessä ristikossa oli havaittavissa muodonmuutoksia (kuva 6). Sortuma rajoittui hallin keskiosaan todennäköisesti siksi, että sortuma-alueen päissä sattui olemaan väliseinät, jotka tukivat niiden päällä olevia samansuuntaisia ristikoita jonkin verran.



Kuva 6. Kohta, josta kattoristikoiden pettäminen alkoi. Kuvan vaurio on ristikossa, joka ei pudonnut.

Bild 6. Den punkt där takstolarna började ge efter. Skadan på bilden avser ett fackverk som inte föll ned.

Figure 6. The section at which the trusses began to fail. The picture shows a damaged truss that did not collapse.

Kuvassa 6 on nähtävissä kohta, josta ristikoiden pettäminen on todennäköisimmin alkanut. Kyseiseen kohtaan kohdistuu selvästi yläpaarteeseen kapasiteettia suurempi taivutusmomentti. Liitteessä 1 esitettyjen laskelmien perusteella kyseisen putkipalkin kapasiteetti taivutusmomenttia vastaan on 10,4 kNm, joka on vain murto-osa suunnitteluohjeiden mukaisten kuormitusten aiheuttamasta taivutusmomentista. Jos suunnitteluohjeiden mukainen lumikuorma jakautuu tasaisesti harjan molemmille puolille, kyseiseen kohtaan kohdistuu 53,8 kNm taivutusmomentti.

Jo rakenteiden omapaino (noin 42 kg/m<sup>2</sup>) aiheuttaa kyseiseen kohtaan 10,2 kNm suuruisen taivutusmomentin. Ristikot olivat kuitenkin kestäneet useiden talvien aikaiset lumikuormat vaikkakin muodonmuutoksia oli todennäköisesti tullut. Se osoittaa, että rakenteella oli jonkin verran ylimääräistä varmuutta lähinnä teräsrakenteiden sitkeyden, kuormien uudelleenjakautumisen ja katon ohutlevyn ansiosta.

Kattoristikoiden kriittinen kohta oli siis yläpaarteessa lähellä harjaa, johon kohdistui kapasiteettiin nähden hyvin suuri taivutusmomentti. Tilanne olisi voitu välttää, jos ristikon diagonaalit olisi suunniteltu jatkumaan yläpaarteeseen harjalle asti. Leikkausvoimaa ja aksiaalivoimaa vastaan yläpaarteeseen kapasiteetti oli riittävä. Diagonaaleissa vaikuttaa analyysitulosten perusteella olevan pienemmät kuormitukset kuin yläpaarteessa, joten niiden osalta kuormitus ei ole yhtä kriittinen. Sen sijaan alapaarteena toimiva 16 mm harjateräspari on vetosauvaksi selvästi alimittainen vetolujuuden ollessa vain noin puolet suunnitteluohjeiden mukaisen kuormituksen aiheuttamasta vetovoimasta.

Kattoristikon huonon kestävyuden lisäksi puutteena oli se, että koko rakennuksen jäykistystä ja ristikoiden stabiliteettia ei ollut suunnittelussa ilmeisesti lainkaan selvitetty. Myöskään perustusten ja seinärakenteiden vaatimustenmukaisuudesta ei ole näyttöä. Ristikoiden päälle asennetun sahatavaran lujuutta oli laskettu, mutta laskelmat johtivat varmuudeltaan puutteelliseen rakenteeseen muun muassa varmuuskerrointen puuttumisen vuoksi.

### **3.2 Pelastustoiminnan analysointi**

Paikalle hälytettiin palokunnan yksiköitä jo ennen katon romahtamista. Palokunta ei kuitenkaan ehtinyt alkaa poistaa lunta katolta ja näin ollen estää romahdusta. Asiaan vaikutti muun muassa se, että ensimmäisellä nostokoriautolla ei sen suuren koon vuoksi päästy rakennuksen viereen.

Ihmisten pelastamiseen ei ollut tarvetta, sillä rakennuksessa ei ollut ketään. Muuhun aikaan sattuessakaan onnettomuus ei olisi tässä tapauksessa todennäköisesti aiheuttanut henkilövahinkoja, sillä vauriotapa oli suhteellisen hidas ja sitkeä. Kaikki olisivat ymmärtäneet ja ehtineet poistua rakennuksesta.

Vaikka palokunta olisikin ehtinyt lunta poistamalla estää katon lopullisen romahtamisen, rakenteissa oli jo muodonmuutoksia ja ne olivat lujuudeltaan puutteellisia. Kattorakenteet olisi siis siinäkin tapauksessa pitänyt uusia.



## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 4.1 Toteamukset

1. Onnettomuudessa petti neljä laskettelukeskuksen huoltorakennuksen yhdeksästä teräksisestä kattoristikosta. Sen seurauksena kattoa romahti noin 250 m<sup>2</sup> alueelta.
2. Henkilövahinkoja ei aiheutunut ja aineelliset vahingotkin olivat melko pienet.
3. Rakennuksessa oli muun muassa kahvila, suksivuokraamo, konesuoja sekä avointa palkintojenjakoon, karaokeen, tanssimiseen ja muuhun vastaavaan käytettävää tilaa.
4. Lumen määräksi katolla mitattiin heti onnettomuuden jälkeen enimmillään noin 50 kg/m<sup>2</sup>, joka on vain alle viidesosa siitä, mitä kelvollisen katon pitäisi normien mukaan kestää. Tuulen nopeus oli yön aikana lähimmillä säähavaintoasemilla enimmillään 16 m/s, joka ei myöskään aiheuttanut loivalle katolle erityistä kuormitusta.
5. Kattoristikoiden tutkimuksissa ei havaittu mitään valmistus- tai materiaalivikaan viittaavaa.
6. Laskelmissa selvisi, että kattoristikoiden yläpaarteeseen kohdistui selvästi putki-profiilin kapasiteettia suurempi taivutusmomentti lähellä katon harjaa. Kapasiteetti riitti juuri ja juuri kannattelemaan kattorakenteiden omapainon.
7. Rakenne oli kuitenkin kestänyt lähes kymmenen vuoden ajan romahtamatta, koska rakenteessa oli jonkin verran suunnittelematonta ylimääräistä kapasiteettia muun muassa teräksen sitkeyden, katon ohutlevyn ja kuormien uudelleen jakautumisen vuoksi. Muodonmuutoksia on todennäköisesti tullut jo aikaisempina talvina.
8. Rakennus oli rakennettu vuosina 1993-1994. Laskettelukeskusyhtiön omistaa paikallinen urheiluseura, joka rakensi huoltorakennuksen omin voimin talkootyönä. Hanketta oli organisoimassa urheiluseuran puheenjohtaja, joka myös pääosin suunnitteli hallin. Myös kunta oli hankkeessa mukana.
9. Kattoristikoista oli suunnitelma, jonka oli tehnyt talkootyönä urheiluseuran puheenjohtajan tuttava.
10. Suunnitelmassa oli määritetty ristikoiden geometria ja mitat. Suunnitelmassa ei kuitenkaan ollut otettu huomioon kaikkia rakenteeseen vaikuttavia kuormia ja varmuuskertoimia. Lisäksi eri osasauvojen rasituksia ja kriittisten osien voimia ja taivutusmomenteja ei ollut selvitetty. Suunnittelijan käsitys ristikon toimintatavasta oli ilmeisesti väärä, minkä vuoksi mitoitus ei ollut tehty oikein.
11. Suurin tekninen virhe kattoristikoissa oli se, että diagonaalisauvoja ei ollut suunniteltu harjan kohdalle ollenkaan. Kyseisten sauvojen puuttuminen johti ristikoiden selvään alimittaisuuteen.



## 4.2 Onnettomuuden syyt

Onnettomuuden tekninen syy oli se, että kattoristikoiden yläpaarteeseen lähelle katon harjaa syntyi pääosin omapainon ja lumikuorman vaikutuksesta yläpaarteen kapasiteettia selvästi suurempi taivutusmomentti. Ristikot oli suunniteltu monin osin väärin eikä esimerkiksi taivutusmomenttia tai muita voimia yläpaarteessa ollut laskettu oikein. Suuren taivutusmomentin syntyminen olisi voitu estää suunnittelemalla ristikon diagonaalisauvat ulottumaan yläpaarteella harjalle asti. Silloinkaan rakenteiden varmuus ei olisi ollut riittävä, koska oleellisia lujuustarkasteluja oli monin osin jäänyt tekemättä.

Teknistä puutetta oleellisempi syy onnettomuudessa on se, että talkoovoimin toteutetussa rakennushankkeessa ei ollut riittävästi rakennusalan osaamista. Erityisesti suunnittelu ja työjohto olisi pitänyt antaa pätevien henkilöiden hoidettavaksi. Tarvittavan asiantuntemuksen hankkiminen kuuluu rakennushankkeeseen ryhtyvälle, mutta myös rakennusvalvontaviranomaisen tulee olla osaltaan varmistamassa rakentamisorganisaation kykyä suunnitella ja rakentaa tämänkaltaisen rakennus. Tällaisessa hankkeessa, jossa kunta tai kunnan päättäjiä on mukana, rakennustarkastajan voi tosin olla hankalaa esittää tavanomaisiakin vaatimuksia.

Vaikka rakennus oli teknisesti melko yksinkertainen, se oli varsin vilkkaassa yleisökäytössä. Sen vuoksi rakennuksen turvallisuus tulisi olla erityisen hyvin varmistettu.



## 5 SUOSITUKSET

Rakennus suunniteltiin ja rakennettiin talkoovoimin eikä rakentamisorganisaatiossa ollut tarpeeksi rakennusalan osaamista. Sen vuoksi kattoristikoiden lujuus ei ollut riittävä eikä rakennuksen kaikkia muitakaan rakenneosia ollut suunniteltu ja mitoitettu asianmukaisella tavalla. Puutteet rakennuksen turvallisuudessa olivat vakavia, kun otetaan huomioon rakennuksen käyttötarkoitus. Rakennus oli vilkkaassa yleisökäytössä.

Urheiluseurojen ja muiden järjestöjen rakennushankkeille on tyypillistä, että rahaa ei ole paljoa käytettävissä ja talkootyön osuus on suuri. Hankkeilla on ilmeisen hyvä tarkoitus ja usein kuntakin on mukana tukemassa niitä.

Rakennukset tai esimerkiksi katsomorakenteet ovat usein sen kaltaisessa käytössä, että turvallisuusasioiden pitää olla kunnossa. Turvallisuuden varmistamiseksi rakennushankkeeseen ryhtyvien, joille vastuu rakennushankkeen turvallisuudesta kuuluu, pitää selvittää ja tuntea vastuunsa ja velvollisuutensa, keskustella asiasta rakennusvalvontaviranomaisten kanssa ja hankkia tarvittavaa asiantuntemusta.

Rakennesuunnittelu on vaativaa ja edellyttää koulutusta ja kokemusta rakennusalan normeista ja toimintatavoista. Osaava rakennesuunnittelija pystyy kuitenkin suunnittelemaan onnettomusrakennuksen kaltaisen suhteellisen yksinkertaisen hallin rakenteet melko lyhyessä ajassa. Silloin suunnittelun kustannukset ovat kohtuulliset ja vastaavat varmasti saavutettuja turvallisuushyötyjä. Hyvin suunniteltu rakennus on yleensä edullisempi rakentaa ja säästöjä syntyy myös, jos vauriotilanteet voidaan välttää.

Voimassa olevissa rakennusalan normeissa on varsin hyvin esitetty, mitä turvallinen rakentaminen edellyttää rakentamisorganisaatiolta ja mitkä ovat tekniset vaatimukset.

**Tutkintalautakunta esittää, että rakennusvalvontaviranomaisten ja toisaalta kuntien avustuksia myöntävien (esim. kunnanhallituksen tai lautakuntien) tulisi olla aktiivisesti varmistamassa talkootyönä rakennettavien yleisö- ja muiden suurten henkilömäärien käyttöön tulevien rakennusten turvallinen rakentamistapa.**

Kunnasta ei tule rahoitusta tai avustusta myöntämällä rakennushankkeen vastuullista osapuolta, mutta sillä on kuitenkin tällaisten hankkeiden turvallisuuden varmistamiseen ja parantamiseen hyvä mahdollisuus, jota ei pitäisi jättää hyödyntämättä. Rahoitus- ja toteuttamispäätösten yhteydessä voidaan helposti edistää hankkeen turvallista toteuttamistapaa vaikkapa kohdistamalla rahoitusta esimerkiksi ammattityövoiman tai suunnittelun hankintaan tai asettamalla sopivia ehtoja rahoituksen saamiselle.

Hankkeesta päättävien ja toteuttamisessa mukana olevien tulee ymmärtää, että kaikki rakentaminen pitää tehdä voimassa olevien normien mukaan eikä rakennusvalvontaviranomaisen voida edellyttää joustavan esimerkiksi siksi, että kunta osallistuu hankkeeseen tai että rakennus toteutetaan talkootyönä. Yhteistyö rakennusvalvontaviranomaisen ja kunnan muun rakennushankkeisiin osallistuvan organisaation välillä on hyödyll-




listä ja tarpeen, mutta viranomaistehtävistä tulee toteuttamistavasta riippumatta huolehtia aina samalla tavalla.

Urheiluseurat, järjestöt, muut vastaavat kertarakentajat sekä yhteistyöhankkeisiin ryhtyvät tarvitsevat selvästi tietoa ja ohjausta siitä, miten rakennushanke voidaan toteuttaa turvallisella tavalla. Kunnan rakennustarkastaja voi hyvin antaa näitä esimerkiksi turvallisiin suunnittelukäytäntöihin ja rakennustyön valvontaan liittyviä tietoja.

**Olemassa olevien vastaavanlaisten rakennusten osalta tutkintalautakunta ehdottaa, että kunnat, kuntien rakennusvalvontaviranomaiset ja rakennusten omistajat selvittäisivät, onko tiedossa rakennuksia, joiden rakenteiden turvallisuutta olisi syytä epäillä.** Jos rakenteiden turvallisuutta ei voida suunnitteluasiakirjojen ja muun aineiston perusteella selvittää, saattavat lisäselvitykset ja tarvittaessa rakenteiden vahvistaminen olla tarpeen.

Helsingissä 4.11.2004

  
Kai Valonen

  
Ville Hämäläinen

TAPIO LEINO

LASKETTELUKESKUKSEN HUOLTORAKENNUKSEN KATON ROMAHTAMINEN POHJAN  
KUNNASSA 1.2.2004

## KATTORISTIKON RAKENNELASKELMAT

### 1. Lähtötiedot rakennuksesta

Hiihtokeskuksen huoltorakennuksen leveys on 20 m ja pituus yhteensä 36 m. Huoltorakennus on pystytetty v. 1993. Rakennuksessa on tarjoilutiloja, suksivuokraamo ja sosiaalitaloja. Lumi-kuorman vaikutuksesta hallin keskeltä katosta taipui ja sortui neljä kattoristikkoa. Ristikoiden taipumisen takia niiden päihin syntyi vetovoimia, jotka samalla kaatoivat ko. seinäpinnat halliin sisäänpäin (kuva 1). Rakennuksen kummassakin päädyssä osa katosta säilyi ylhäällä. Syy osittaiseen romahtamiseen lienee rakennuksen molemmissa päissä sijainneilla väliseinillä, jotka ovat kantaneet osan kattoristikoiden kuormista suoraan maahan.



Kuva 1. Valokuva räystäään suuntaisesti. Kuvassa näkyy kattoristikon yläpaarteiden taipuminen ja kattoristikon keskimmäisten diagonaalien puuttumisen vaikutus kestävytyteen.

Rakenteena on käytetty jänneväliltään 20 m harjaristikkoa, missä alapaarteissa on käytetty vetotankoina kahta  $\varnothing 16$  harjaterästankoa A500HW (hitsattava), jotka kiinnittyvät ristikon päissä yläpaarteisiin. Yläpaarteiden kaltevuudeksi on laskelmissa valittu  $15^\circ$ . Ristikon laskennallinen korkeus tuella on lähes nolla ja keskellä siis  $10\text{m} \cdot \tan 15^\circ = 2,67949\text{ m} = \text{n. } 2,68\text{ m}$ .



## Liite 1/2 (20)

Kattoristikot ovat kaikki samanlaisia ja niiden kehäväli on 3,6 m. Ristikoiden päälle on asennettu niiden tasoa vastaan kohtisuoraan orsiksi 50 x 100 mm kokoista sahatavaraa 60 cm välein. Orret ovat 1-aukkoisia, joten ne eivät käytännössä siirrä voimia kehältä toiselle.

Ohutlevykate on kiinnitetty suoraan orsien päälle siten, että poimut kulkevat harjalta räystäälle. Ohutlevy on kiinnitetty puisiin orsiin (2" x 4") joka toisesta poimusta n. 27 cm:n välein.

Kattorakenteen kokonaiskorkeus on hieman suurempi, koska siihen tulee ylä- ja alapaarteiden neutraaliakselien välisen mitan 2,68 m lisäksi yläpaarteiden puolikas, katon puuorsien korkeus sekä katon ohutlevyn profiilin korkeus. Kokonaiskorkeus h alapaarteena toimivista harjateräsvetotangoista rakennuksen harjalle on  $h = n \cdot 2,87 \text{ m}$ .

Ristikon yläpaarteet ja paarteiden väliset diagonaaliputket on tehty käyttäen putkipalkkiprofiilia RR 120 x 60 x 3. Profiilin poikkileikkauspinta-ala  $A = 10,21 \text{ cm}^2$ , paino on 8,01 kg/m. Alkuperäisissä laskelmissa oli käytetty yläpaarteena profiilia RHS 100 x 50 x 3, ja diagonaaleina profiilia RHS 50 x 50 x 3. Kyseisten profiilien sallittuna jännityksenä oli laskelmissa käytetty arvoa 4400 kp/cm<sup>2</sup>, mikä viittaisi siihen, että materiaaliksi on mahdollisesti valittu kyseiseen aikaan käytössä olleen merkinnän mukainen teräslaatu Fe 44 D (Fe 43), jonka myötöraja on todellisuudessa vain  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ .

Rakennuksen alakatto on ripustettu kattoristikon putkiprofiileista ja yleisimmin yläpaarteesta. Ripustuksessa on käytetty  $\varnothing 12 \text{ mm}$  harjaterästankoja joihin on kiinnitetty 2" x 4" puuorret ja niiden alapuolella 13 mm Gyproc-levy. Lämpöeristyksenä on käytetty 15 cm vuorivillaa ja 10-15 cm selluvillaa.

Rakennuksen seinärakenteena on käytetty puisia pilareita, joiden päällä kulkee puupalkki. Rakennuksen ulko- ja sisäpintoihin on kiinnitetty rakennuslevyty. Piirustuksissa lukee, että ulko-pinta on teräsohutlevyä. Levyt toimivat rakennuksen jäykistykseenä. Seinien toimintaa ei ole käsitelty tässä selvityksessä.

## 2. Kuormitukset

### 2.1 Omapaino

Katon omapaino voidaan laskea edellisen kohdan tiedoista. Se muodostuu seuraavassa taulukossa 1 mainituista osista ja painoista lueteltuna rakenteessa ulkoa sisällepäin. Yhden kattoristikon omapaino voidaan laskea paarteiden ja vetotankojen yhteispainoista seuraavasti:

$$(20,7 + 16,4) \cdot 8,01 + 40 \cdot 1,67 = n. 364 \text{ kg.}$$

Taulukossa 1 puun tiheytenä on käytetty 480 kg/m<sup>3</sup> ja kipsin tiheytenä 900 kg/m<sup>3</sup>. Rakennusaikana Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa voimassa olleen suunnitteluohjeen B7, Teräsrakenteet, Ohjeet 1988, mukaisesti omanpainon osavarmuuskerroin on 1,6. Katon omasta painosta kertyy yhdelle kehälle kuormaa pystysuunnassa yhteensä:

$$q_{\text{omap}} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,6 \text{ m} \cdot 1,6 = 2,42 \text{ kN/m.}$$

Taulukko 1. Kattorakenteen kerrokset ja painot.

Kerros	Paino /m <sup>2</sup>	Laskelmat [kg/m <sup>2</sup> ]
Kattopinta, ohutlevy	n. 5,0	Profiili
Ohutlevyä kantavat puuorret	4,0	Profiili 50 x 100 mm, tiheys 480 kg/m <sup>3</sup> 480 · (3,6 · 50/1000 · 100/1000) / 3,6/0,6 = 4,0
Kattoristikot	5,0	364,0 / 20 / 3,6 = 5,2
Alakaton ripustus	3,0	0,958 · L = n. 3 kg/m <sup>2</sup>
Alakattoa kant. puuorret	4,0	4,0 kg/m <sup>2</sup>
Villat + Gyproc-levy	20,45	0,25 m · 35 + 900 · 0,013 = 20,45
Yhteensä	n. 42 kg/m <sup>2</sup>	

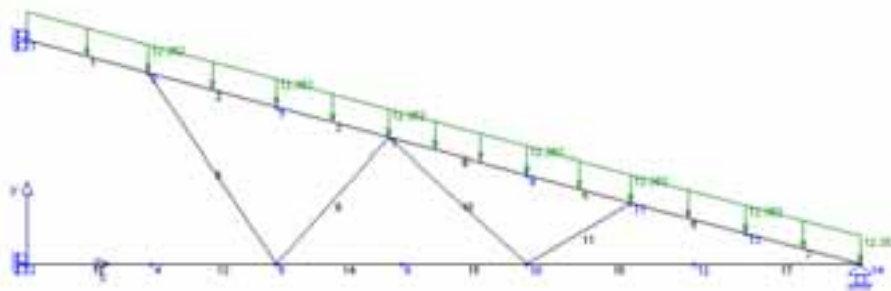
## 2.2 Lumikuorma

Rakennuksen katolle vaikuttanut lumikuorma (mitoituskuorma) oli rakennusaikana voimassa olleen ohjeen mukaan kaikkialla muualla paitsi Pohjanmaan rannikkoseuduilla 180 kg/m<sup>2</sup>. Ko. arvoa on käytetty suunnittelijan laatimissa laskelmissa. Lumikuorman osavarmuuskerroin oli rakennusaikana voimassa olleen suunnitteluohjeen B7 mukaan sama kuin omalla painolla eli 1,6. Kattoristikolle kertyy pystykuormaa 3,6 m leveältä kehäväliltä, eli lumikuormitus on:

$$q_{\text{lumi}} = 3,6 \text{ m} \cdot 1,80 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,6 = 10,368 \text{ kN/m}.$$

## 3. Laskentatulokset

### 3.1 Laskentamalli



Kuva 2. Kattoristikon FEM-laskentamalli.

Kattoristikon FEM-laskentamalli näkyy kuvassa 2. Alapaarteena toimivat kaksi  $\varnothing 16$  harjaterästankoa A500HW, joiden yhteinen pinta-ala on 402 mm<sup>2</sup>. Niillä ei lasketa olevan taivutusjäykkyyttä. Yläpaarteet ja diagonaalit on koottu hitsaamalla Rautaruukin putkipalkista 120 x 60 x 3, jonka poikkileikkauksen pinta-ala on  $A = 10,21 \text{ cm}^2 = 10,21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , ja taivutusjäyhyys vahvemmassa suunnassa on  $I_x = 189,1 \text{ cm}^4 = 189,1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$ . Taivutusvastus vahvassa suunnassa

## Liite 1/4 (20)

on  $W_{el} = 31,52 \text{ cm}^3 = 31,52 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$  ja jäyhyysäde (tarvitaan nurjahduskestävyyden laskennassa) heikommassa suunnassa  $i_y = 2,51 \text{ cm} = 0,0251 \text{ m}$ . Rakenneteräksen kimmokerroin on  $E = 210000 \text{ N/mm}^2 = 2,1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ .

Rakennemallissa yläpaarre ja diagonaalit ovat yhtä leveät, mikä käytännössä merkitsee sitä, että jos diagonaalien hitsaus on tehty laadukkaasti, diagonaalien ja yläpaarteiden liitokset toimivat taivutusjäykästi, eli taivutusmomentti siirtyy niiden välillä.

Seuraavissa kohdissa taulukoissa esiintyvät siirtymä- ja voimasuureiden arvot on poimittu sellaisenaan suoraan tietokoneohjelman tulostuksesta. Niitä ei ole tässä vaivauduttu käsin pyöristämään, vaikka lähtötiedot on annettukin oleellisesti pienemmällä laskentatarkkuudella.

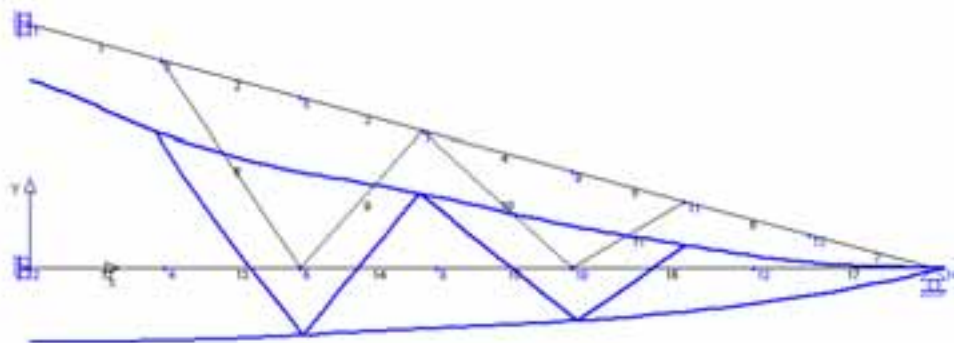
### 3.2 Omapaino + lumikuorma

Kuormitustapaus, missä kuormitus on jakautunut tasaisesti harjan molemmille puolille. Omapaino ja lumi yhdistetään ominaisvarmuuskertoimillaan:  $q' = \text{omap} + \text{lumi} = 12,788 \text{ kN/m}$ . Tarkistuksen vuoksi voidaan laskea yhden ristikon puolikkaan kokonaiskuormitus, joka on  $12,788 \text{ kN/m} \cdot 10 \text{ m} = 127,88 \text{ kN}$ , joka arvo pitäisi tulla tukireaktioksi solmupisteessä 14.

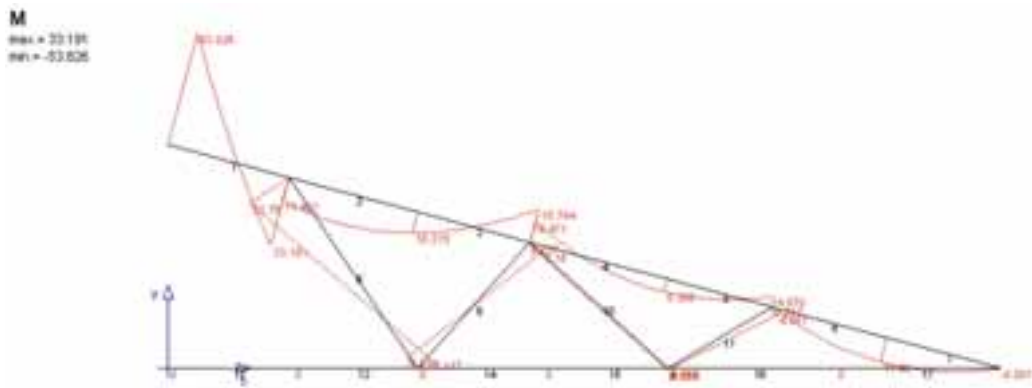
Ohjelmassa kuormitus annetaan globaalien akselien suunnissa, mutta sen arvo annetaan aina sen sauvan pituusyksikköä kohti, johon kuormitus vaikuttaa. Siksi sauvakuormaa  $q'$  pitää muuntaa kertomalla se kaltevuuskulman kosinilla  $\rightarrow q = q' \cdot \cos 15^\circ = 12,352 \text{ kN/m}$ .

Analyyysin tulokset näkyvät oheisissa kuvissa 3-6.

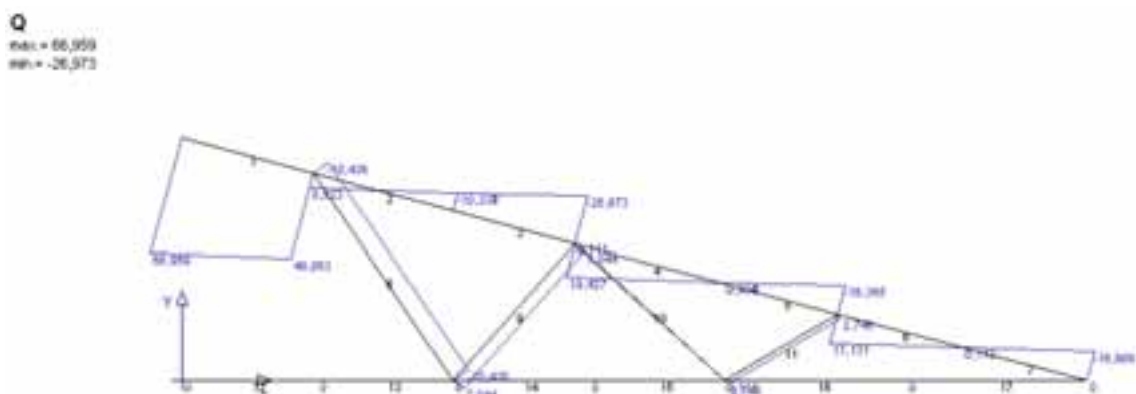
D  
max. u = 0,295077  
max. v = 0,04108  
max. ty = 0,295077



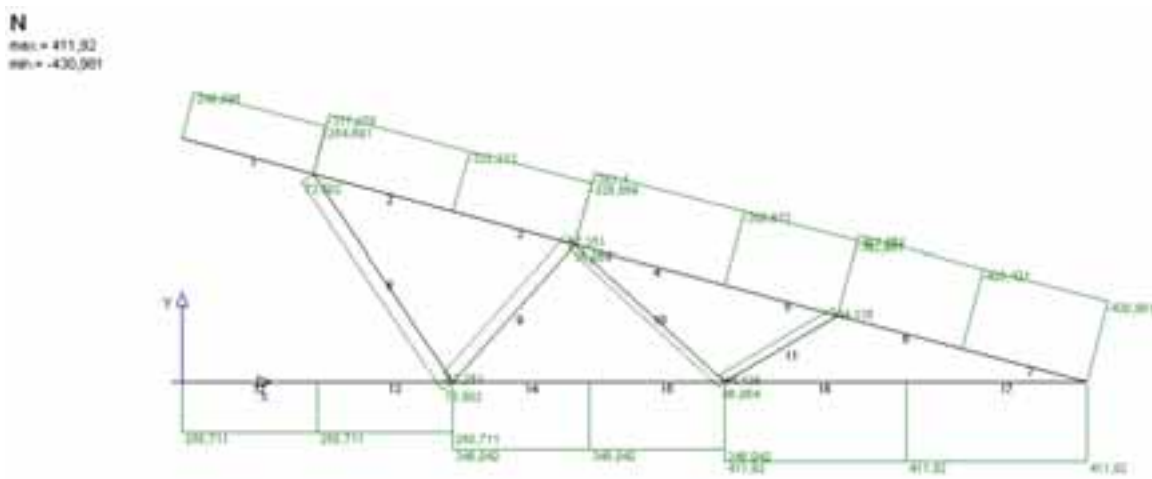
Kuva 3. Kattoristikon taipuminen kuormasta omap + lumi.



Kuva 4. Kattoristikon taivutusmomenttipinnat.



Kuva 5. Kattoristikon leikkausvoimapinnat.



Kuva 6. Kattoristikon aksiaalivoimapinnat.

## Liite 1/6 (20)

Solmupisteiden siirtymät (solmut on numeroitu kuvassa 3), yksikkönä on metri [m].

Node	x-Displacement	y-Displacement	z-Rotation
1	0	-.220439840523102	0
2	0	-.295076520149113	0
3	-1.82636457480449E-02	-.281780960010376	-3.05225628600938E-02
4	4.59684712087365E-03	-.287392053455666	1.02459555912632E-02
5	-2.18420183650086E-02	-.285885955112153	2.36115448799601E-02
6	9.19369424174731E-03	-.264338653375323	2.04919111825264E-02
7	-.013156935574791	-.245320784397021	.02060372549172
8	1.53778106595241E-02	-.237718747171081	1.68905587844978E-02
9	-8.24724710689329E-03	-.215087596369177	2.63361213216059E-02
10	2.15619270773009E-02	-.207999191937728	2.46247765546728E-02
11	5.52144924216192E-04	-.173172324774439	3.40043182029275E-02
12	3.13207565099642E-02	-.137186438913483	4.90938872270024E-02
13	1.42291786610255E-02	-.111227767267434	6.22170103235999E-02
14	4.10795859426275E-02	0	9.09984624439099E-02

Elementtien voimat yksikkönä kN tai kNm (momentti).

Element	i, j	Axial force	Shear force	Moment
1	1	249.895156322781	66.9594101899157	53.8259683475609
	3	-254.690574429128	-49.0627209281696	33.1907217763306
2	3	317.07823390164	8.82280769465128	-11.4307929091668
	5	-322.211971861572	10.3365037531363	10.2154254546235
3	5	322.211898588573	-10.3387875838313	-10.2154254546234
	7	-326.668871681116	26.9728576044823	-15.7940219064857
4	7	383.40000041482	19.4272394958927	9.47053524773863
	9	-388.87205970081	.994691192989897	6.30453191247994
5	9	388.872061281351	-.994073091889788	-6.30453191247993
	11	-392.990835999345	16.3653972387529	-4.87791832410076
6	11	421.861300031746	17.1307919401161	.317257086407757
	13	-426.421411035199	-.112453540525223	11.9804880987529
7	13	426.421411783525	.109579166514322	-11.9804880987529
	14	-430.981399835468	16.9087592330766	-5.31534228630282E-04
8	3	-73.5020605715981	-10.4363812133829	-21.7599288671637
	6	73.5020605715981	10.4363812133829	-7.11664352473792
9	6	67.3510061120032	7.04367364862157	7.1163703134349
	7	-67.3510061120032	-7.04367364862157	7.16018442554757

10	7	-36.954002588951	-.111123403176101	-.836697766800542
	10	36.954002588951	.111123403176101	.587519824549258
11	10	44.135422556712	2.74577436036336	-.587542063116111
	11	-44.135422556712	-2.74577436036336	4.56066123769303
12	2	-258.710555962769	7.58941520739853E-19	-1.43443378277688E-04
	4	258.710555962769	-7.58941520739853E-19	1.43443378277681E-04
13	4	-258.710555962769	1.73472347597681E-18	-1.43443378277681E-04
	6	258.710555962769	-1.73472347597681E-18	1.4344337827769E-04
14	6	-348.042071992478	1.05798654903237E-04	1.29767924749826E-04
	8	348.042071992478	-1.05798654903237E-04	2.89300576050284E-05
15	8	-348.042071992476	1.05798654903232E-04	-2.89300576050256E-05
	10	348.042071992476	-1.05798654903232E-04	1.87628039959873E-04
16	10	-411.920190352718	9.15361888590329E-05	-1.65389473200428E-04
	12	411.920190352718	-9.15361888590329E-05	3.48461850918494E-04
17	12	-411.920190352719	9.15361888590336E-05	-3.48461850918496E-04
	14	411.920190352719	-9.15361888590336E-05	5.31534228636563E-04

Tukireaktivoimat yksikkönä kN tai kNm.

Node	Force Fx	Force Fy	Moment M
1	258.710555962776		53.8259683475609
2	-258.710555962769		-1.43443378277688E-04
14		127.877310387379	

Tarkistus: Pystytukireaktio pisteessä 14 on 127,88 kN! Tukireaktiota voi käyttää alapaarteen vetovoimien arvioimiseen.

### 3.3 Omapaino + lumikuorma 2

Kuormitustapauksessa 2 lumikuormitus on jakautunut epäsymmetrisesti siten, että harjan toisella puolella on täysi lumikuorma ja toisella puolella vain puolet lumikuormasta. Ko. kuormitustapaus perustuu kuormitusohjeen RIL 144-1983 kohtaan, jonka mukaan lumikuormasta on puolet ns. liikkuvaa kuormaa. Omapaino ja lumi yhdistetään ominaisvarmuuskertoimillaan.

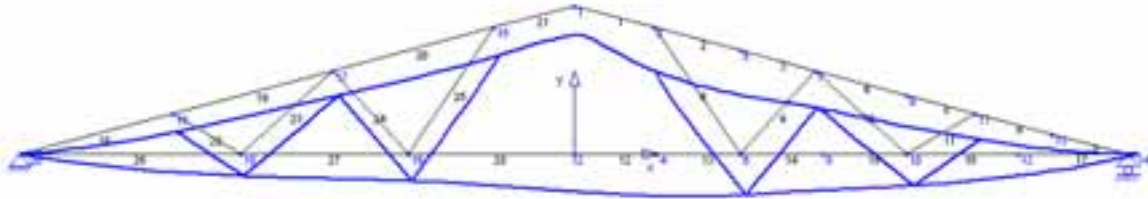
Omasta painosta kertyy kuormaa pystysuunnassa  $q_{omap} = 2,42$  kN/m. Lumikuormaa (mitoitusarvo) tulee toiselle lappeelle  $q_{lumi} = 10,368$  kN/m ja toiselle puolet siitä. Pienemmän kuormituksen puolella kokonaiskuorma paarteen pituusyksikköä kohden on

## Liite 1/8 (20)

$$q = (2,42 + 10,368/2) \cdot \cos 15^\circ = 7,345 \text{ kN/m.}$$

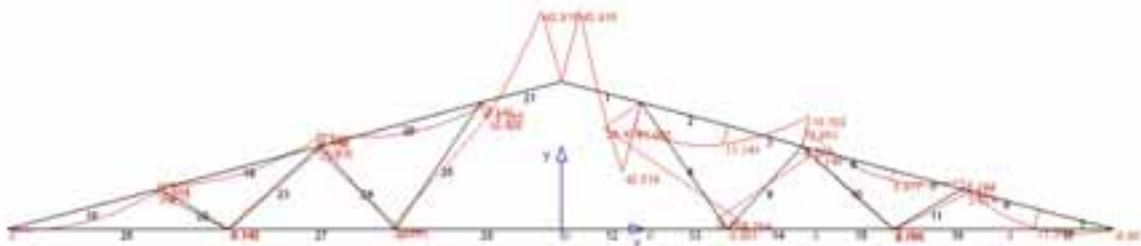
Analyysin tulokset näkyvät oheisissa kuvissa 7-10.

**D**  
max = 0.27922  
max jän = 0.185507  
max jän = 0.279207



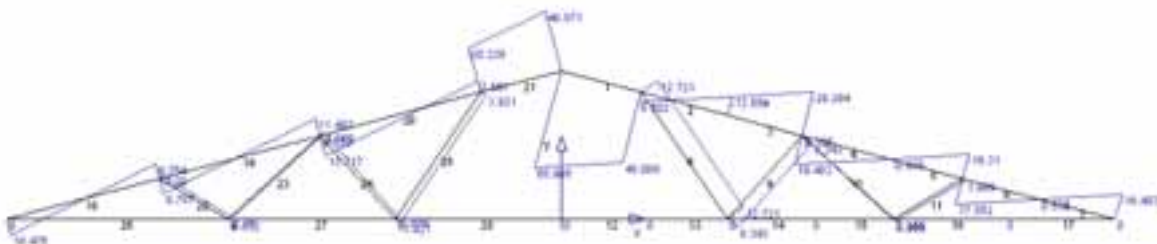
Kuva 7. Kattoristikon taipuminen kuormasta omap + lumi. Huomaa elementti 1!

**M**  
max = 42.519  
min = -42.518



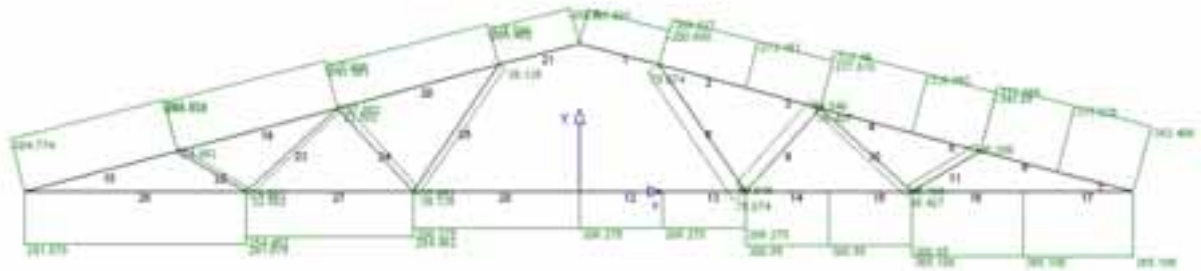
Kuva 8. Kattoristikon taivutusmomenttipinnat.

**Q**  
max = 65.906  
min = -40.871



Kuva 9. Kattoristikon leikkausvoimapinnat.

N

max = 302.136  
min = -302.436

Kuva 10. Kattoristikon aksiaalivoimapinnat.

Seuraavassa on yhteenveto kuormitustapauksen 2 taipumista:

Node	x-Displacement	y-Displacement	z-Rotation
1	.033906697407341	-.175760668035876	-4.54024697492307E-02
2	3.01929732137959E-02	-.235269807601208	-2.56001135926722E-02
3	5.99414462695363E-03	-.274571593333035	-3.77024977083705E-02
4	3.38581319897656E-02	-.263403231400166	-9.15126690196706E-03
5	2.65391476594926E-03	-.279207233720426	2.77178660433819E-02
6	3.75232907657352E-02	-.254444054595191	2.38566872125728E-02
7	1.30330738480112E-02	-.233551877999637	2.22864893313871E-02
8	4.28635544362724E-02	-.225338073866981	1.72614986986321E-02
9	1.86424775619068E-02	-.202246773946179	2.61429822012406E-02
10	4.82038181068095E-02	-.195728923678522	.024527579826237
11	2.74702806035793E-02	-.161384188022276	.03266896700029
12	5.68554676126826E-02	-.128270652267663	4.59314612521265E-02
13	4.03010165135374E-02	-.103844516768838	5.76394618996412E-02
14	6.55071171185557E-02	0	8.53399606830407E-02
15	3.51179949185183E-02	-.17476640863117	1.09695241156092E-02
16	2.28626556618566E-02	-.167079802734497	-8.82048470257852E-03
17	3.40135184582399E-02	-.157645439690006	-1.05685191312449E-02
18	1.38203039731427E-02	-.135954034622598	-1.47398844410263E-02
19	.026589754150751	-.114762528143283	-2.15562834243069E-02
20	0	0	-.059767807685201



## Liite 1/10 (20)

Vertailu kuormitustapauksien 1 ja 2 sauvavoimien välillä tuo esiin kiinnostavat seikan liittyen yläpaarteeseen harjan viereisessä lyhyessä välissä (elementti 1), eli juuri siinä välissä, jota ei harjan kummallakaan puolella ole tuettu diagonaalisauvalla:

### Kuormitustapaus 1

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	249.895156322781	66.9594101899157	53.8259683475609
3	-254.690574429128	-49.0627209281696	33.1907217763306

### Kuormitustapaus 2

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	195.892416239947	65.9054358713089	42.9164635586974
3	-200.687834346294	-48.0087466095628	42.5192634196818
21 15	205.452014182298	-30.2286398032148	-10.4081247915151
1	-202.600464286688	40.8707363346004	-42.9164635586973

Elementin 1 voimasuureiden lukuarvoista voi havaita, että leikkausvoima on eri kuormitustapauksissa suuruusluokaltaan lähes sama, vaikka kuormitustapauksessa 2 kokonaiskuormitus on oleellisesti pienempi. Kuormitustapauksessa 1 oli tasainen lumikuorma ja tapauksessa 2 puolet lumesta oli liikkuvaa, jolloin lumikuorma harjan toisella puolella oli vain puolet mitoitusarvostaan.

Voimien arvoista voi havaita, että sauvaelementin 1 leikkausvoimien jakautuma ei juurikaan riipu lumikuorman jakautumisesta, ja että sauvan 1 toisessa päässä (solmupiste 3) taivutusmomentilla on kuormitustapauksessa 2 suurempi arvo (42,5 vrt. 33,19).

Kuormitustapauksessa 2 Elementin 1 molemmissa päissä on lähes sama taivutusmomentin arvo, mikä merkitsee sitä, että rakenteeseen muodostuu ylikuormitustilanteessa lähes samanaikaisesti kaksi plastista niveltä, yksi harjan kohdalle ja yksi yläpaarteeseen elementin 1 toiseen päähän (solmu 3).

Diagonaalisauvat ko. väleillä olisivat tukeneet rakennetta ja estäneet plastiset nivelet muodostumasta ja rakenteen "linkkuun" menon kuvassa 1 näkyvällä tavalla.

### 3.4 Katon oman painon aiheuttamat rasitukset

Katon omasta painosta 2,42 kN/m aiheutuvat taipumat katon keskellä, ja rasitukset sauvaelementissä 1 ovat:

Node	x-Displacement	y-Displacement	z-Rotation
1	0	-4.17161705294034E-02	0
2	0	-5.58404615270681E-02	0
3	-3.45622351525067E-03	-5.33244015774904E-02	-5.77610850309367E-03
4	8.69910166587445E-04	-5.43862483401475E-02	1.93895091589415E-03

## Elementin 1 voimasuureet

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	47.2903125446624	12.6714398241367	10.1860592403295
3	-48.1978004062461	-9.28465937926294	6.28103253173185

### 3.5 Katon ohutlevyn vaikutus ristikon voimasuureisiin

Katon ohutlevy voi kantaa osan kuormista, jotka muutoin tulisivat kattoristikolle. Tämä koskee sekä ohutlevyn aksiaalivoimakestävyyttä että sen taivutusmomenttikestävyyttä. Ohutlevyjen aksiaalivoima- ja taivutuskestävyyttä rajoittaa se, että levy voi lommahtaa paikallisesti. Lommahtaneessa levyssä kuormaa siirtyy vain levyn tehollisten osien, kuten poimujen nurkkien kautta. Siksi suurin osa ohutlevystä jää toimimattomaksi. Ohutlevyn taivutusmomentti-kestävyys on muutenkin rajallinen, koska levyn profiilin korkeus on pieni.

Tiheässä olevien puuorsien takia, ja johtuen ohutlevyn kiinnityksistä kattoa kannattavaan ristikkoon, ohutlevylle ei voi käytännössä laskea mitään osuutta kuormista silloin, kun katon rakenteita mitoitetaan. On kuitenkin mahdollista että ohutlevy on ottanut vauriotilanteessa osan kattoristikon kuormista ja hidastanut sen sortumista, koska lumikuorman on pitänyt samanaikaisesti taivuttaa sekä ohutlevyä että kattoristikon yläpaarretta.

Ohutlevyn vaikutusta kattoristikon voimasuureisiin voi arvioida esimerkiksi lisäämällä ohutlevyn poikkileikkausarvoista jokin osuus kattoristikon yläpaarreen poikkileikkausarvoihin, jotka oli laskettu kohdassa 3.1. Alkuperäiset putkiprofiilin 120 x 60 x 3 poikkileikkausarvot olivat:

- poikkileikkauksen pinta-ala on  $A = 10,21 \text{ cm}^2 = 10,21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- taivutusjäyhyys vahvemmassa suunnassa on  $I_x = 189,1 \text{ cm}^4 = 189,1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$ .

Ohutlevyn aiheuttama lisäys riippuu profiilin levymäisten osien tehollisesta leveydestä, jota ko. levyosan paikallinen lommahtaminen saattaa pienentää jopa 50-75 %. Valokuvista voi arvioida ohutlevyn profiilin korkeudeksi n. 20 mm. Ohutlevyn todellinen vaikutus riippuu osin sen kiinnitysten laadusta, eikä mitään tarkkoja arvoja olisi mahdollista saada muulla tavoin kuin kokeellisesti. Laskennalliset arviot koskevat vain ohutlevyn vaikutusten kvaliteettia.

Tässä arviossa ohutlevyn profiilin korkeudeksi on oletettu 20 mm ja paksuudeksi 0,5 mm. Ohutlevyn materiaalilla tai lujuudella ei ole vaikutusta kuormitusten jakautumiseen levyn ja kattoristikon välillä.

Kehäväli B on 3,6 m, ja  $b = 3,6 - 0,026 = 3,574 \text{ m}$ . Kun ohutlevy on kiinnitetty joka toisesta poimusta välein 0,27 m, kehävälillä on yhteensä 52 uumalevyä. Ohutlevyn paksuudeksi on oletettu 0,5 mm. Lisä poikkileikkausarvoihin voidaan laskea esim. profiilista, jonka kokonais-korkeus on 0,020 m, sisäkorkeus 0,019 m (levynpaksuus on tällöin 0,5 mm), ja uumalevyjen yhteinen paksuus kehävälillä 3,6 m on  $4 \cdot 3,6/0,27 \cdot 0,0005 = 52 \cdot 0,0005 = 0,026 \text{ m}$ . Levyn poikkileikkausarvot lasketaan kaavoista:  $A = BH - bh$ , ja  $I_x = (BH^3 - bh^3) / 12$ .

## Liite 1/12 (20)

Profiilin ohutlevyllä lisätyt poikkileikkausarvot, joissa on kattoristikon yläpaarteen arvoihin lisätty ohutlevyn geometrisistä poikkileikkausarvoista tehollisena arviolta kolmannes (tarkkojen tehollisten arvojen laskeminen on työlästä), ovat:

$$A = 10,21 \cdot 10^{-4} + (3,6 \cdot 0,020 - 3,574 \cdot 0,019) / 3 \text{ m}^2 = 0,001021 + 0,004094 / 3 \\ = 0,00239 \text{ m}^2$$

$$I = 189,1 \cdot 10^{-8} + (3,6 \cdot 0,020^3 - 3,574 \cdot 0,019^3) / 12 / 3 = (189,1 + 11,91) \cdot 10^{-8} \\ = 201,01 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

Näillä kattoristikon yläpaarteen poikkileikkausarvojen lisäyksillä saadaan elementille 1 seuraavat taipumien ja voimasuureiden arvot, joita verrataan arvoihin ilman ohutlevyä:

Solmupisteiden 1-3 taipumat [m] ilman katon ohutlevyä:

Node	x-Displacement	y-Displacement	z-Rotation
1	0	-.220439840523102	0
2	0	-.295076520149113	0
3	-1.82636457480449E-02	-.281780960010376	-3.05225628600938E-02

Solmupisteiden 1-3 taipuma ohutlevyn kanssa:

Node	x-Displacement	y-Displacement	z-Rotation
1	0	-.182246856011204	0
2	0	-.252326074552428	0
3	-1.65000846335951E-02	-.240911319221634	-2.96873093036985E-02

Tuloksia vertaamalla huomataan, että ohutlevyn huomioon ottaminen pienentää katon taipumia (murtorajatilakuormilla) arvosta 29,508 cm -> 25,232 cm.

Elementin 1 rasitukset ilman katon ohutlevyä:

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	249.895156322781	66.9594101899157	53.8259683475609
1 3	-254.690574429128	-49.0627209281696	33.1907217763306

Elementin 1 rasitukset katon ohutlevy mukaanlukien:

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	250.001152461837	66.9878118566697	54.1211505000145
1 3	-254.796570568184	-49.0911225949235	32.9381421689451

Edelläolevien laskelmien mukaan voimat ja taivutusmomentti sauvaelementissä 1 pysyvät suunnilleen samoina jos katon ohutlevy otetaan laskelmissa huomioon. Rakenteiden kuormat pitää jakaa laskentamallissa yhtenä sauvana esitetyille yläpaarteelle ja ohutlevylle niiden jäykkyysovojen suhteessa. Pisteessä 3 aksiaalivoima 254,79 kN jakautuu pinta-alojen suhteessa:

- yläpaarteelle:  $10,21/23,9 \cdot 254,79 = 108,85 \text{ kN}$  << **277,64 kN !**
- ohutlevylle:  $(23,9-10,21)/23,9 \cdot 254,79 = 145,94 \text{ kN}$ .

ja elementin 1 taivutusmomentti 32,938 kNm jakautuu rakenneosille jäyhyyksien suhteessa:

Pisteessä 1

- yläpaarteelle:  $189,1/201,01 \cdot 54,121 = 50,91 \text{ kNm}$  vrt. **58,675 kNm**
- ohutlevylle:  $(201,01-189,1)/201,01 \cdot 54,121 = 3,2 \text{ kNm}$

Pisteessä 3

- yläpaarteelle:  $189,1/201,01 \cdot 32,938 = 30,986 \text{ kNm}$
- ohutlevylle:  $(201,01-189,1)/201,01 \cdot 32,938 = 1,95 \text{ kNm}$

Ohutlevyn ottaminen huomioon laskelmissa ei pienennä kattoristikon yläpaarteen taivutusrasitusta, koska ohutlevyn oma taivutuskapasiteetti on hyvin pieni. Ohutlevy vaikuttaa kuitenkin oleellisesti yläpaarteen aksiaalivoimiin, joiden suuruus pienenee alle puoleen aiemmasta arvosta! Ohutlevyn todellista jäykkyyttä ei tiedetä, koska se kiinnittyy yläpaarteeseen 60 cm välein puurisien kautta. Tarkempia arvoja voi saada vai testaamalla.

#### Rasitukset kattorakenteen omasta painosta (ottaen huomioon ohutlevyn vaikutus)

Pelkästä omasta painosta rasitukset jakautuvat ohutlevyn ja kattoristikon yläpaarteen välillä edellisessä kohdassa kuvatussa suhteessa.

Node	x-Displacement	y-Displacement	z-Rotation
1	0	-3.44885067316778E-02	0
2	0	-4.77503410003642E-02	0
3	-3.12248612905571E-03	-4.55902057053972E-02	-5.61804460814985E-03

Omasta painosta aiheutuva taipuma on enintään  $4,775 \text{ cm} / 1,6 = 2,984 \text{ cm} = L / 670$ . Tällainen taipuma ei ole selvästi havaittavissa rakenteessa.

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	47.3103713189826	12.6768145729608	10.2419196917787
1 3	-48.2178591805663	-9.29003412808701	6.23323421202277

Pisteessä 3 aksiaalivoima 48,21 kN jakautuu pinta-alojen suhteessa:

- yläpaarteelle:  $10,21/23,9 \cdot 48,21 = 20,6 \text{ kN}$
- ohutlevylle:  $(23,9-10,21)/23,9 \cdot 48,21 = 27,61 \text{ kN}$ .

ja elementin 1 taivutusmomentti 10,242 kNm jakautuu jäyhyyksien suhteessa:

Pisteessä 1

- yläpaarteelle:  $189,1/201,01 \cdot 10,242 = 9,635 \text{ kNm}$
- ohutlevylle:  $(201,01-189,1)/201,01 \cdot 10,242 = 0,607 \text{ kNm}$

## Liite 1/14 (20)

### 4. Vertailu suunnittelijan laatimiin rakennelaskelmiin

#### 4.1 Siirtymät

Siirtymien suurimmat arvot pystysuunnassa (y-disp.) löytyvät solmupisteistä 2-5, kuormitus-tapauksesta 1 (laskettuna murtorajatilakuormilla):

Node	x-Displacement	y-Displacement	z-Rotation
2	0	-.295076520149113	0
3	-1.82636457480449E-02	-.281780960010376	-3.05225628600938E-02
4	4.59684712087365E-03	-.287392053455666	1.02459555912632E-02
5	-2.18420183650086E-02	-.285885955112153	2.36115448799601E-02

joissa suurin arvo täysillä kuormilla (käyttörajatilassa) saadaan jakamalla taulukon arvot osavarmuusluvulla 1,6. Ristikön laskelmat on tehty murtorajatilakuormalla. Solmupisteen 2 siirtymäksi saadaan:

$$\delta_y = 29,507 / 1,6 \text{ cm} = 18,44 \text{ cm} = n \cdot L/108 \gg \text{sallittu taipuma.}$$

Rakennusaikana voimassa olleen suunnitteluohjeen B7 mukaan palkkimaisen rakenteen suurin taipuma käyttörajatilassa saa olla enintään  $L/300 = 20 \text{ m} / 300 = 6,7 \text{ cm}$ .

Mikäli katon ohutlevyn vaikutus otetaan jäykkyyksissä huomioon, katon taipuma saa arvon 25,232 cm. Taipuma jaettuna osavarmuus-kertoimella 1,6, mistä saadaan:

$$\bar{\delta}_y = 25,232 / 1,6 = 15,77 \text{ cm} = L / 126,8 > L / 300 \text{ (suurin sallittu taipuma).}$$

Huom! Kuormitustapauksessa 2 voidaan siirtymäkuvasta 7 havaita, että kyseinen ristikko on herkkä sortumaan harjan toiselta puolelta välistä missä ei ole diagonaalia. Kuvassa näkyy, että harjan oikealla puolella sijainnut suurempi lumikuorma painaa ristikkoa enemmän, jolloin harjan vasemmalla puolella yläpaarteessa vaikuttava aksiaalivoima lisää harjan oikealla puolella yläpaarten taivutusmomenttia. Kuvassa 7 näkyy alustavasti sellainen kattoristikön taipuma-muoto, joka valokuvien mukaan on lopulta johtanut sortumaan.

#### 4.2 Elementtien voimasuureet

##### Alapaarre

Suurimmat aksiaalivoimat vaikuttavat ylä- ja alapaarteissa lähellä ristikon tukipistettä solmussa 14. Jos ohutlevyn vaikutusta ei oteta huomioon, suurin vetovoima alapaarteena toimivissa harjaterästangoissa löytyy elementistä 17 arvo  $411,92 \text{ kN} / 2 = 205,96 \text{ kN}$ . Yhden harjateräs-tangon  $\emptyset 16$  (A500HW) vetovoimakestävyys pelkkänä teräsrakenteena on laskettavissa Suomen Rakentamismääräyskokoelman ohjeen B7 (vuodelta 1988) kohdan 4.2.1 mukaan

$$N_{Rt} = f_d \cdot A = f_y / \gamma_m \cdot A = 500,0 \cdot 10^3 / 1,0 \cdot 201,0 \cdot 10^{-6} = 100,5 \text{ kN} < 205,96 \text{ kN.}$$

→ alapaarteena toimivat harjaterästangot olivat selvästi alimittaisia! Raudoitteena ko. teräksen aineosavarmuuslukuna  $\gamma_m$  pitäisi soveltaa työntasoluokan takia arvoa joko 1,2 tai jopa 1,35.

### Yläpaarre ja diagonaalit

Yläpaarteena ja diagonaaleina toimivan putkipalkin RR 120 x 60 x 3 materiaalin myötöraja on alkuperäisten laskelmien mukaan  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2 = 275 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$  (Fe 440) ja materiaalin aineosavarmuusluku  $\gamma_m = 1,0$ .

Rakenteen suurimmat leikkausvoimat ja taivutusmomentit vaikuttavat kummatkin yläpaarteessa harjan viereisissä osissa, missä ei ole käytetty diagonaaleja siirtämään voimia. Jos ohutlevy ei oteta huomioon, kuormitustapauksessa 1 elementissä 1 vaikuttavat voimat ovat:

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	249.895156322781	66.9594101899157	53.8259683475609
3	-254.690574429128	-49.0627209281696	33.1907217763306

**Yläpaarteen aksiaalivoimakestävyys** lasketaan sen orsivälistä, joka on sen nurjahduspituus heikossa suunnassa  $L_c = 0,6 \text{ m}$ . Putkipalkin nurjahdusluokka on ohjeen B7 mukaan C, jolloin kerroin  $\alpha$  saa arvon  $\alpha = 0,49$ . Ohjeen B7 kohdan 4.4.1 mukaan tehdään seuraavat laskelmat:

$$\bar{\lambda}_k = \frac{L_c}{i \cdot \pi} \sqrt{f_y / E} = \frac{0,6}{0,0251 \cdot \pi} \sqrt{275 / 210000} = 0,275 \leq 3,5.$$

$$\beta = \frac{1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2}{2 \cdot \bar{\lambda}_k^2} = 7,338$$

$$f_{ck} = \left( \beta - \sqrt{(\beta^2 - 1 / \bar{\lambda}_k^2)} \right) \cdot f_y = 0,9617 \cdot 275 = 264,47 \text{ N/mm}^2 = 264,47 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$N_{RC} = f_{ck} \cdot A / \gamma_m = 264,47 \cdot 10^3 \cdot 10,36 \cdot 10^{-4} / 1,0 = 274 \text{ kN} > 254,69 \text{ kN}.$$

→ Kattoristikon yläpaarre kestäisi suunnilleen täyden omanpainon + lumikuorman aiheuttamat rasitukset nurjahtamatta vaikka ohutlevyn keventävää vaikutusta ei otettaisi mitoituksessa huomioon jos paarteen aksiaali- ja leikkausvoima olisivat pieniä.

Suurimpia leikkausvoiman (66,96 kN) ja taivutusmomentin (53,83 kNm) arvoja pitää verrata niiden leikkaus- ja taivutusmomenttikestävyyskäyttöön, jotka voidaan laskea ohjeen B7 mukaan seuraavasti:

**Putkipalkin taivutusmomenttikestävyys** saadaan ohjeen B7 kohdan 4.2.4 mukaan (kun kiepahdus ei ole määräävä) taivutusvastuksen  $W = 31,52 \text{ cm}^3$  avulla ja se on:

$$M_R = \eta \cdot f_d \cdot W = \eta \cdot f_y / \gamma_m \cdot W = 1,20 \cdot 275 \cdot 10^3 / 1,0 \cdot 31,52 \cdot 10^{-6} = 10,4 \text{ kNm}$$

## Liite 1/16 (20)

<< paarteessa vaikuttava taivutusmomentti, joka on  $M = 53,83 \text{ kNm}$ !

Yläpaarteen ongelma on pelkästään sen taivutusmomenttikestävyys, joka on

> taivutusmomentin arvo omasta painosta =  $10.242 \text{ kNm}$ , tai  $9.635 \text{ kNm}$  jos katon ohutlevy otetaan laskelmissa huomioon, ja

< selvästi pienempi kuin mitä omapaino + lumikuorma yhdessä vaativat.

**Putkipalkin leikkausvoimakestävyys** voidaan laskea ohjeen B7 kohdan 4.2.3 mukaan, mutta sen saa myös suoraan Rautaruukin Putkipalkkikäsikirjasta. Sen suuruus on:

$$V_R = f_{vd} \cdot I \cdot t_w / S = 126,8 \text{ kN}$$

> Paarreprofiilissa vaikuttava leikkausvoima kuormitustapauksessa 1 rakennuksen harjan vieressä =  $66,96 \text{ kN}$ .

Kuormitustapauksessa 2 vastaavat elementin 1 rasitukset olivat:

Element i, j	Axial force	Shear force	Moment
1 1	195.892416239947	65.9054358713089	42.9164635586974
1 3	-200.687834346294	-48.0087466095628	42.5192634196818

Edellä olevien laskelmien perusteella kattoristikon yläpaarteen kestävyys aksiaali- ja leikkausvoimille erikseen olisi riittävä, mutta myös niiden yhteisvaikutus pitää selvittää.

Diagonaalien puuttuessa siihen kuitenkin harjan lähellä vaikuttavat merkittävät taivutusmomentti ja leikkausvoima. Yläpaarteen taivutusmomenttikestävyys on oleellisesti liian pieni. Yläpaarteen taipuminen olisi vältetty lisäämällä diagonaalisauvat rakennuksen harjan molemmin puolin.

### 4.3 Voimien yhteisvaikutus

Aksiaalivoiman, taivutusmomentin ja leikkausvoiman vaikuttaessa jossakin tietyssä poikki-leikkauksessa samanaikaisesti, pitää selvittää niiden yhteisvaikutus. Kun ohutlevyn vaikutusta ei oteta huomioon, harjalla aksiaalivoima on  $249,895 \text{ kN}$ , leikkausvoima on  $66,959 \text{ kN}$  ja taivutusmomentti  $53.826 \text{ kNm}$ . Suunnitteluohjeen B7 mukaan yhteisvaikutus tarkistetaan kohdassa 4.2.5 Taulukossa 4.2 esitetyllä tavalla.

Yhteisvaikutusehdossa mainittujen parametrien arvot, kun  $A = 1021 \text{ mm}^2$ , ja suhde  $V/V_R = 66,959 / 126,8 = 0,528 > 0,3$ . Tästä saadaan

$$r = \sqrt{1 - (V/V_R)^2} = 0,8492,$$

$$A_{w1} = 2 \cdot h_f \cdot t_w = 2 \cdot (120-3) \cdot 3 = 702 \text{ mm}^2,$$

$$A_r = A - (1 - r) \cdot A_{w1} = 1021 - 0,1508 \cdot 702 = 915,14 \text{ mm}^2,$$

$$\delta = r \cdot A_{w1} / A_r = 0,8492 \cdot 702 / 915,14 = 0,6514,$$

$$N_{RV} = A_r \cdot f_d = 915,14 \cdot 275 = 251,66 \text{ kN}$$

Yhteisvaikutusehto tarvitsee putkiprofiililla tarkistaa vain, jos  $N / N_{Rv} \leq 1,0$ .

Tässä tapauksessa, jos katon ohutlevyä ei oteta analyysissä huomioon,  $N / N_{Rv} = 249,894 / 251,66 < 1,0$  joten yhteisvaikutusehto pitäisi tarkastaa.

Katon ohutlevyn vaikutus

Aiemmin on kuitenkin osoitettu, että ottamalla huomioon katon ohutlevy, kattoristikon yläpaarteen aksiaalivoima saattaa pudota lähes 1/3-osaan alkuperäisestä (108,85 kN), jolloin saadaan suhteeksi  $N / N_{Rv} = 108,85 / 251,66 = 0,4325 < \delta = 0,6514$ .

Tällöin pitäisi tarkistaa ohjeen B7 Taulukossa 4.2 mainittu yhteisvaikutuskaava a). Saadaan:

$$a) \frac{M}{M_{Rv}} + \frac{1}{1 - (1 - \delta)^2} \cdot \left( \frac{N}{N_{Rv}} \right)^2 = \frac{53,826}{10,4} + \frac{1}{1 - (1 - 0,6514)^2} \cdot 0,4325^2$$

$$= 5,176 + 0,164 = 5,34 \gg 1,0$$

Koska edellä olevassa kaavassa molemmat termit ovat aina  $>0$ , taivutusmomentin pitäisi olla pienempi kuin taivutusmomenttikestävyys, jotta päästäisiin arvoon  $< 1,0$ .

Diagonaaleissa vaikuttaa analyysitulosten perusteella olevan pienemmät kuormitukset kuin yläpaarteissa, joten laskelmia ei niiltä osin ole tarvis tehdä lisää.

#### 4.4 Rakenteiden kestävyys verrattuna vaadittuun

Aksiaalivoima-, leikkausvoima- tai taivutusmomenttikapasiteettien avulla voidaan arvioida takaperin katon suurin mahdollinen lumikuormitus jos omaa painoa pidetään vakiona. Rakennanalyysissä omapaino oli  $0,42 \text{ kN/m}^2$  ja lumikuorma  $1,80 \text{ kN/m}^2$ . Kokonaismitoituskuorma on yhteensä  $0,42 + 1,80 = 2,22 \text{ kN/m}^2$ .

Rakenteen todellinen kestävyys oli riittämätön siten, että se sortuman yhteydessä mitatun lumikuorman perusteella vastasi lumikuorman arvoa  $0,50 \text{ kN/m}^2$ . Laskennallista kestävyyttä vastaavan lumikuorman arvo  $x$  saadaan laskemalla se Kestävyyden ja vaaditun kestävyuden suhteesta. Jos rakenne kestää sen oman painon ja lumikuorman, suhteen  $x/1,8$  pitäisi olla  $\geq 1,0$ . Aiemmin todettiin, että rakenne kestää oman painonsa, ja aksiaali- ja leikkausvoiman suhteen se kestää myös lumikuorman. Ainoa ongelma on taivutusmomentti.

Jos otetaan ohutlevyn helpottava vaikutus huomioon, saadaan:

**Yläpaarre:**                      Kestävyys/Vaad.Kest. =  $(0,42 + x)/2,22$                        $x/1,80$   
 $\Leftrightarrow x = 2,22 \cdot \text{Kestävyys/Vaad.Kest.} - 0,42$

Taivutusmomentista:               $x = 2,42 \cdot 10,4 / 54,12 - 0,42 = 0,465 - 0,42 = 0,045$

Rakenteen laskennallinen kestävyys vastaa  $x/1,80 = 0,025 = 2,5 \%$  lumikuormasta!



## Liite 1/18 (20)

< = > Rakenteen laskennallinen kestävyys tarkoittaa sitä tilannetta, jolloin rakenteessa ei vielä näy pysyviä muodonmuutoksia. Kuorman ylittäessä tämän arvon, rakenteen jossakin kohdassa myötöraja ylittyy, ja rakenteeseen alkaa tulla pysyviä muodonmuutoksia. Jos muodonmuutokset voivat tapahtua sitkeästi, rakenne voi pysyä pystyssä, eikä se sorru ennen kuin kuormitukset kasvavat oleellisesti ja koko poikkileikkaus plastisoituu.

Käytännössä katon ohutlevyt ovat ilmeisesti toimineet siten, että ne ovat ottaneet suuremman osan voimista ja taivutusmomentista, ja ehkä siirtäneet kuormitusta muualle kattoristikoon. Rakenteeseen on myös luultavasti tullut pysyviä muodonmuutoksia aiempina talvina.

### 4.4 Suunnittelijan laskelmista

Suunnittelijan laskelmissa on käytetty lumikuormalle arvoa  $180 \text{ kg/m}^2$ . Rakenteen omaa painoa ei ole otettu laskelmissa huomioon. Laskelmissa ei myöskään ole otettu huomioon sitä, että RakMK:n ohjeessa B7 nimelliskuormat pitää kertoa osavarmuuskertoimillaan.

#### 4.4.1 Yläpaarre

Suunnittelija on laskenut yhden ristikon puolikkaalle tulevan kuormituksen lumikuorman nimellisarvosta  $= 3,6 \cdot 10,3 \cdot 180 = 6674,4 \text{ kg}$ , missä  $10,3$  on käytännössä ristikon yläpaarteiden pituus ja  $3,6 \text{ m}$  on ristikoiden kehäväli. Lumikuorman nimellisarvo kohdistuu ohjeen mukaan vaakasuoralle projektiopinnalle, eli laskennassa olisi pitänyt käyttää arvoa  $10 \text{ m}$ , koska jänneväli on  $20 \text{ m}$ . Luokarvon  $6674,4 \text{ kg}$  selityksenä on "total ytbelastning / takstols-sida"

Seuraavaksi suunnittelija on jakanut eo. kuorman luvulla  $3$  ja saanut arvon  $2224,8 \text{ kg}$ , jonka selityksenä on "Delat / takstols avsnitt". Tätä laskentatoimitusta on vaikea ymmärtää, mutta se tarkoittaa luultavasti sitä, että suunnittelija katsoo kuorman jakautuvan yläpaarteeseen diagonaalien liitoskohtien välillä ( $L = 3 \text{ m}$ ) siten, että kullekin välille tulee noin kolmannes sivun kuormituksesta. Periaatteessa tämä olisi sopiva approksimaatio kyseisen yläpaarresauvan diagonaalien välisen osan mitoittamiseksi taivutusmomentille, mutta se ei ota huomioon kattoristikon todellista muotoa tai sen muita rasiuksia. Laskelma ei myöskään ota huomioon katon omaa painoa, vaikka alakatokin on ripustettu harjateräksin yläpaarteesta.

Suunnittelijan laskelmissa on seuraavaksi laskettu yläpaarteiden suurin taivutusmomentti pelkästä lumikuormasta diagonaalien kiinnityspisteiden välillä olettaen ko. kiinnityspisteissä olevat taivutusmomentit nolliksi, jolloin taivutusmomentti kentässä olisi  $M_b = Q \cdot L / 8 = 2224,8 \cdot 300 / 8 = 83437,5 \text{ kpcm} = 834,37 \text{ kNcm} = 8,3437 \text{ kNm}$ . Tällä oletuksella on jätetty ottamatta huomioon yläpaarteiden jatkuvuus ja se, että harjan lähellä paarteeseen tulee paljon suurempi taivutusmomentin arvo! Kehälaskelmista saatu oikea arvo vastaavalle suurelle oli  $53,8 \text{ kNm}$ , jos ohutlevyä ei otettu huomioon.

Edellä mainitusta taivutusmomentin arvosta on laskettu takaisinpäin jännityksen laskentakaavalla  $\sigma = M_b / W$ , taivutusvastukselle  $W$  vähimmäisarvo, kun paarremateriaaliksi on valittu Fe 44 D, jonka myötöraja on  $4400 \text{ kp/cm}^2$  (todellisuudessa murtolujuus). Laskelmasta on saatu:

$$W = M_b / \sigma = 83437,5 / 4400 = 19,0 \text{ cm}^3.$$

Laskelmissa ollaan siis paikallisen taivutusmomenttiarvon perusteella päädytty putkipalkkiin RHS  $100 \times 50 \times 3$ , jonka  $W_x$  on  $22,0 \text{ cm}^3$ . Laskelmissa on käytetty jonkinlaisena suurimpana sallittuna

jännityksenä teräslaadun Fe 44 D myötörajaa  $f_u = 4400 \text{ kp/cm}^2$ . Yläpaarten mitoitus on siis tehty täysin väärin perustein!

#### 4.4.2 Alapaarre

Alapaarretta mitoittaessa suunnittelijalla on ollut lähtökohtana kaava

$$\sin 15^\circ = 1113 / p, \text{ mistä on saatu } p = 4300 \text{ kp} = 43 \text{ kN (!)}.$$

Tätä arvoa voi verrata aiemmissa kehälaskelmissa saatuun arvoon 411,9 kN (vrt. kohta 3.2, elementin 17 vetorasitus).

Lukuarvoa  $p$  on käytetty harjaterästankojen mitoittamisessa siten, että materiaalin A500 HW myötörajana  $\sigma$  (= suunnittelijan merkintä) on käytetty arvoa  $6000 \text{ kp/cm}^2$ . Sallittu jännitys on laskettu kaavalla  $\sigma_{III} = 6000 / 5 = 1200 \text{ kp/cm}^2$ . Jakajana olevaa varmuuslukua 5 ei ole laskelmissa selitetty. Harjatankeiden vaadittu teräspinta-ala on sitten laskettu:

$$A = p / \sigma_{III} = 4300 / 1200 = 3,6 \text{ cm}^2.$$

Ja on valittu kaksi  $\varnothing 16$  tankoa, joiden yhteinen pinta-ala on  $4,02 \text{ cm}^2$ .

On epäselvää, mistä voima 1113 kp on saatu! Kuvasta 6 näkyy, että kattoristikon todellinen suurin tukireaktiovoima omasta painosta ja lumesta on 127,88 kN, ja se jakautuu voimapariksi ala- ja yläpaarteiden suuntiin. Mikäli ei haluta tehdä kehälaskelmia, voimatasapainoyhtälöistä voi myös helposti laskea, että yläpaarteeseen kohdistuu puristusta enintään  $127,88 / \sin 15^\circ = 494,1 \text{ kN}$  ja alapaarteeseen vetoa, jonka suuruus on  $494,1 \cdot \cos 15^\circ = 477,2 \text{ kN}$ .

→ Suunnittelijan laatimilla ylä- ja alapaarretta koskevilla laskelmilla ei ole käytännössä juuri mitään tekemistä ylä- tai alapaarten kestävyyksien kanssa!

#### 4.4.3 Puutteet

Suunnitteluun liittyvistä ohjeissa mainituista rakennelaskelmista puuttuvat seuraavat:

- kattoristikon ja sen yksityiskohtien piirustukset puuttuvat,
- kattoristikon rakenneanalyysi, eli sauvakohtaisten rasitusten selvittäminen,
- kattoristikon eniten rasiitettujen osien identifiointi, ja rakenteellisten riskien selvitys,
- paarteiden ja diagonaalien mitoittaminen suunnitteluohjeiden mukaisesti,
- kattoristikon osien hitsausliitosten mitoituslaskelmat,
- kattoristikon tuentaan ja stabiiliteettiin liittyvät tarkastelut,
- koko rakennuksen lujuustarkastelut vaakavoimille kuten tuulikuormat ja lisävaakavoimat,

## Liite 1/20 (20)

- katon ohutlevyjen sekä niiden puisten kannatusorsien valintaan liittyvät laskelmat,
- rakennuksen perustuksiin vaikuttavat kuormitukset ja perustusten suunnitelmat,
- kaikki käyttörajatilaa (muodonmuutokset) liittyvät tarkastelut puuttuvat.

### 5. Yhteenveto

Päämäärän laskettelukeskuksen kattoristikoiden suunnittelussa on tapahtunut eräitä karkeita virheitä, joiden takia on perusteltua väittää, että kyseisen suunnittelijan pätevyys ja osaaminen ei ole ollut tehtävän vaatimusten mukainen. Perusteluna tähän ovat:

- 1) kaikkia rakenteeseen vaikuttavia kuormia ei ole otettu huomioon, eikä rakenteen omaa painoa ole käsitelty laskelmissa lainkaan,
- 2) kuormituksissa ei ole käytetty voimassa olleen suunnitteluohjeen mukaisia osavarmuuskertoimia, eikä myöskään aineosavarmuuskertoimia,
- 3) kattoristikorakenteen osasauvojen rasituksia ei ole selvitetty millään yleisesti käytössä olevalla numeerisella menetelmällä, ja rakenteen kriittisten osien voimat ja taivutusmomentit on jätetty laskematta,
- 4) harjan lähellä olevia parresauvan taivutusmomenttia tai leikkausvoimaa ole selvitetty,
- 5) suunnittelijan tekemistä mitoituslaskelmista ei löydy mitään rakenneliitosten laskelmia,
- 6) tehtyjen laskelmien perusteella suunnittelijan käsitys kattoristikon toimintatavasta on ollut täysin väärä, ja laskelmat profiilien poikkileikkausten valitsemiseksi ovat olleet käytännössä väärä ja turhia,
- 7) ristikon diagonaalisauvojen jättäminen pois harjan molemmilta puolilta ei ole perusteltavissa, mutta päätöstä tai sen vaikutuksia ei ole perusteltu millään laskelmilla,
- 8) kattoristikon olematon korkeus sen päissä aiheuttaa suuria parre- ja liitosvoimia, mutta kyseisiä tyypillisiä ongelmia ei ole selvitetty laskelmissa,
- 9) kattoristikoiden kiepahdustuenta 50 x 100 puorsilla ja viemällä harjateräksiä ristikon alaparteesta viereisten ristikoiden yläpaarteisiin kelpaa stabiliteettiratkaisuna, jos osat on mitoitettu oikein. Mitään laskelmia ei ole näistä stabiloivista isosta esitetty.

Kattoristikon paarteiden alimittaisuus keskimmäisten diagonaalisauvojen puuttuessa olisi joka tapauksessa johtanut sortumaan tietyllä lumikuormalla, mutta sortumakohta oli käytännössä sellainen, että se käyttäytyi sitkeästi, eikä erityistä vaaraa katon ns. äkillisestä yhtäkkisestä romahamisesta ollut.

## LAUSUNNOT



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ  
MILJÖMINISTERIET  
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

Päiväys  
Datum

Dnro  
Dnr

12.10.2004

YM4/629/2004

Onnettomuustutkintakeskus  
Sörnäisten rantatie 33 C  
00580 Helsinki

15.10.2004

397/5Y

Viite  
Hänvisning

Kirjeenne 359/5Y 10.9.2004

Asia  
Ärende

LAUSUNTO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA B 1/2004Y

Viitekohdassa mainitun kirjeenne johdosta ympäristöministeriö esittää pyydettyinä lausuntonaan seuraavaa:

Luonnokseen sisältyy kaksi suositusta.

**Tutkintalautakunta esittää, että kuntien ja kuntien rakennusvalvontaviranomais-  
ten tulisi olla aktiivisesti varmistamassa talkootyönä rakennettavien yleisö- ja  
muiden suurten henkilömäärien käyttöön tulevien rakennusten turvallinen raken-  
tamistapa. (1)**

Niin kannatettavaa kuin rakentamistaitojen säilyminen muillakin kuin rakentamisen ammattilaisilla ja talkootyöt rakentamisessa ovatkin, suurten yleisötilojen rakentaminen tulisi antaa rakentamisen ammattilaisten asiaksi. Kokemus vaativista hankkeista on yhtenä tärkeänä edellytyksenä näiden hyvälle toteutukselle.

Tätä asiaa on jo aiemmin painotettu rakennustarkastajille. Liitteenä on vuonna 1998 Rakennusvalvonta-lehdessä julkaistu artikkeli, jossa on kiinnitetty rakennustarkastajien huomiota jää- ja palloiluhallien sekä muiden vastaavien liikuntapaikkojen suunnitteluun ja valmistukseen. Artikkelissa on käsitelty myös talkootyötä. Nyt käsiteltävänä oleva laskettelukeskus oli rakennettu talkoovoimin vuosina 1993 – 1994 eli ennen artikkelin julkaisemista. Artikkelissa suositellaan lisäksi liikuntapaikkojen rakenteille määräajoin tehtäväksi vähintään silmämääräinen kuntotarkastus.

**Olemassa olevien vastaavanlaisten kohteiden osalta tutkintalautakunta ehdottaa, että kunnat, kuntien rakennusvalvontaviranomaiset ja rakennusten omistajat selvittäisivät, onko tiedossa rakennuksia, joiden rakenteiden turvallisuutta olisi syytä epäillä. (2)**

Suositus on kannatettava. Sitä on jo toteututtakin, sillä joulukuussa 2003 Suomen Kuntaliitto, SKOL, RAKLI ja Rakennusteollisuus RT perustivat rakennusten rakenteellisen turvallisuuden yhteistyöryhmän, johon kutsuttiin mukaan YM ja RIL. Tammikuussa 2004 käynnistettiin yhteistyöryhmän toimesta valtakunnalliset tarkastukset rakennusten

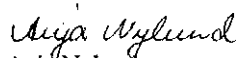
rakenteellisesta turvallisuudesta sekä teetettiin selvitys VTT:llä vuonna 2003 tapah-  
tuneista rakennevaurioista ja niiden syistä.

Suomen Kuntaliitto lähetti 12.12.2003 yleiskirjeen "27/80/2003 Rakennusten turvalli-  
suuteen kiinnitettävä huomiota", joka on pyydetty välittämään kunnan ja kuntayhtymi-  
en rakennusten omistajille ja rakennuttajille sekä rakennusvalvontaviranomaisille.  
Suomen Kuntaliiton www-sivuilla ([www.kunnat.net](http://www.kunnat.net)) on ajankohtaista tietoa tästä ra-  
kennusten riskialttiiden rakenteiden valtakunnallisesta turvallisuusselvityksestä kohdas-  
sa Yhdyskunta, tekniikka ja ympäristö > Rakennusten riskialttiiden rakenteiden valta-  
kunnallinen turvallisuusselvitys.

Kehittämisohtaja

  
Helena Säteri

Yli-insinööri

  
Anja Nylund



SISÄASIAINMINISTERIÖ  
Kuntaosasto

LAUSUNTO

Ylitarkastaja Kari Lehtinen

4.10.2004

SM-2004-2645/Tu-33

Onnettomuustutkintakeskus  
Sörnäisten rantatie 33 C  
00580 HELSINKI

08.10.2004  
387/54

Viite: Onnettomuustutkimuskeskuksen lausuntopyyntö 10.9.2004, 359/5Y

### TUTKINTASELOSTUSLUONNOS B 1/2004 Y

Lausunnonle toimitettu luonnos tutkintaselostukseksi B 1/2004 Y koskee talkoovoimin rakennettun huoltorakennuksen katon romahtamista laskettelukeskuksessa Pohjan kunnassa 1.2.2004.

Tutkintaselostuksen tiivistelmässä todetaan, että po. laskettelukeskus oli paikallisen urheiluseuran omistuksessa ja huoltorakennus oli suunniteltu ja rakennettu talkoovoimin vuosina 1993-1994. Puutteellisiin rakenteisiin johdettu syy oli tutkintalautakunnan mielestä se, että rakentamisorganisaatiolla ei ollut riittävästi rakennusalan osaamista.

Selvityksessä todetaan edelleen, että turvallisen rakentamisen edellytykset on nykyisin esitetty varsin hyvin rakennusalan normeissa. Vastavien onnettomuuksien välttämiseksi tutkintalautakunta kuitenkin esittää, että kuntien ja kuntien rakennusvalvontaviranomaisten tulisi olla aktiivisesti varmistamassa talkootyönä rakennettavien yleisö- ja muiden suurten henkilömäärien käyttöön tulevien rakennusten turvallinen rakentamistapa. Edelleen todetaan kunnilla olevan turvallisuuden parantamiseen hyvät mahdollisuudet, sillä tällaiset rakennushankkeet ovat kuntien tiedossa ja usein kunnat ovat myös niitä rahoittamassa.

Valmistelussa tutkintaselostuksessa esitetäänkin, että olemassa olevien vastavien kohteiden osalta kunnat, niiden rakennusvalvontaviranomaiset ja rakennusten omistajat selvittäisivät, onko tiedossa rakennuksia, joiden rakenteiden turvallisuutta olisi syytä epäillä. Samoin todetaan, että mikäli rakenteiden turvallisuutta ei voida suunnitteluasiakirjojen ja muun aineiston perusteella selvittää, saattavat lisäselvitykset ja tarvittaessa rakenteiden vahvistaminen olla tarpeen.

Kuntaosasto toteaa lausuntonaan, että rakennusvalvontaviranomaiset jo nyt tarkastavat lupakäsittelyn yhteydessä kaikki lupamenettelyn edellyttämät rakennushankkeen suunnitelma- ja toteutusasiakirjat sekä asettavat rakennuttajaa/rakentajaa velvoittavat ehdot ja määräykset, joiden nimenomaisena tarkoituksena on kunnan toteuttaman rakennusvalvonnan lisänä taata rakennushankkeen asianmukainen toteuttaminen sekä yleisten että kulloinkin mahdollisesti erikseen määriteltujen turvanormien ja -säännösten noudattaminen.

Postiosoite  
PL 26  
00023 VALTIONEUVOSTO

Käyntiosoite  
Kirkkokatu 12  
HELSINKI

Puhelin  
Vaihe (09) 16001  
Sähköposti:  
[stunimi.sukunimi@intermin.fi](mailto:stunimi.sukunimi@intermin.fi)

Faksi  
(09) 160 42520  
Internet:  
<http://www.intermin.fi>

Hankkeissa, joiden toteuttamiseen kunnan rakennusjärjestyksen perusteella riittää toimenpidelupa tai ilmoitusmenettely liittyy samoin yleisesti vähintään selvitys toteutuksesta ja sen laajuudesta, jolloin viranomaisella on mahdollisuus edellyttää tarkempia suunnitelmia ja vastaavia tai katsoa hankkeen myös edellyttävän erillistä lupamenettelyä.

Kuntaosasto katsookin, että kuntien rakennusvalvonta ja rakennushankkeiden lupamenettely toteutukseen liittyvine katselmuksineen jo tällä hetkellä pitkälti takaavat turvallisen rakentamistavan edellytykset. Kaikki sellaiset toimenpiteet, kuten tutkimusselostusluonnoksessa suosituksina esitetyt, joiden avulla eri rakennuskohteiden turvallisuutta voidaan vielä lisätä ja mahdolliset vaaratekijät kartoittaa ja näin ennaltaehkäistä ovat tietysti kannatettavia ja kunnissa on varmasti näiden toteuttamiseen kulloistenkin resurssien mahdollistamissa rajoissa myös valmiutta.

Hallitusneuvos



Arto Sulonen

Ylitarkastaja

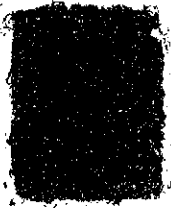


Kari Lehtinen

Pvm  
15.10.2004  
Dnortta  
21.10.04

Onnettomuustutkintakeskus  
Kai Valonen

404/57



OPETUSMINISTERIÖ

MERITULLINKATU 10, HELSINKI

PL 29

00023 VALTIONEUVOSTO

PUH. (09) 160 04

FAX (09) 135 9335

*etu.sukunimi@minedu.fi*

*Undervisningsministeriet*

*Sjötullsgatan 10, Helsingfors*

PB 29

00023 Statsrådet

Tel. (09) 160 04

Fax (09) 135 9335

*fin.etternavn@minedu.fi*

MINISTRY OF EDUCATION

MERITULLINKATU 10, HELSINKI

P.O. Box 29

FIN-00023 GOVERNMENT

FINLAND

TEL. +358 9 160 04

FAX +358 9 135 9335

*given.surname@minedu.fi*

*Ministère de l'Éducation*

*Meritullinkatu 10, Helsinki*

*B.P. 29*

*FIN-00023 Gouvernement*

*Finlande*

*Tél. +358 9 160 04*

*Fax +358 9 135 9335*

*pre.nom@minedu.fi*

*www.minedu.fi*

Viite: Lausuntopyyntö 10.9.2004

Asia: Lausunto tutkintaselostusluonnoksen B 1/2004 Y 10.9.2004 ”Talkoovoimin rakennetun huoltorakennuksen katon romahtaminen laskettelukeskuksessa Pohjan kunnassa 1.2.2004” suosituksista.

Opetusministeriö yhtyy pääosin tutkintalautakunnan suosituksiin.  
Rakennusvalvonnan tehostaminen tulee kuitenkin varmistaa sen resurssija lisäämällä.

Rakennustarkastaja

*Mauri Peltovuori*  
Mauri Peltovuori

TIEDOKSI: Kulttuuriasiainneuvos Seppo Paavola  
Rakennusneuvos Risto Järvelä





VÄSTRA NYLANDS RÄDDNINGSVERK  
LÄNSI-UUDENMAAN PELASTUSLAITOS  
Ekenäs verksamhetsområde  
Tammisaaren toimialue

13.10.2004

---

**PÄMINNEN LASKETTELUKESKUS**

**POHJA**

Viite:

Hänvisning: Kommentteja ja suosituksia koskien onnettomuuskeskuksen tutkintaseloste.

Asia:

Ärende: **Huoltorakennuksen katon romahtamislausunto 2004**

Tutkintaselostuksentarkastuksen yhteydessä voitiin todeta seuraavaa:

1. Länsi - uudenmaan pelastuslaitos ei ole mitään huomautettava tai lisättävä.

Lausunnon käsittelijä

Marcus Hindersson

Palotarkastaja

---

Esbo stad  
Västra Nylands räddningsverk  
PB 47  
02070 ESBO STAD

Espoon kaupunki  
Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos  
PL 47  
02070 ESPOON KAUPUNKI

tel/puh: (09) 8162 8699  
fax/faksi: (09) 8162 8271  
epost: [foernamn.efternamn@esbo.fi](mailto:foernamn.efternamn@esbo.fi)  
sähköposti: [etunimi.sukunimi@espoo.fi](mailto:etunimi.sukunimi@espoo.fi)



SUOMEN KUNTALIITTO  
FINLANDS KOMMUNFÖRBUND

915/90/2004  
15.10.2004

21.10.2004

405/5Y

Onnettomuustutkintakeskus

## Tutkintaselostus B 1/2004 Y Huoltorakennuksen katon romahtaminen Pohjan kunnassa

Tutkinnan alla olevan huoltorakennuksen rakennuslupa oli käsitelty ja viranomaisvalvonta oli suoritettu rakennuslain ja -asetuksen aikana vuosina 1993-98.

Kuntaliitto esittää tutkintaselostusten kohtia 4. Johtopäätökset ja 5. Suositukset täydennettäväksi ja muutettavaksi jäljempänä esille tulevilla perusteilla.

Mahdollisia tulevia onnettomuustutkintoja ajatellen ehdotamme lisäksi Onnettomuustutkintakeskukselle lausuntomme lopussa esityksen viranomaisprosessin kokonaiskuvauksesta.

### 4. Johtopäätökset

Jotta tutkintaselostuksen lukijat voivat arvioida tapausta, olisi tärkeää, että tutkintaselostuksen kohdassa 4 Johtopäätökset / 4.1 Toteamukset todettaisiin:

*Hallin rakentamisen aikaan oli voimassa vanha rakennuslaki ja -asetus. Sen aikaisessa rakennusasetuksessa oli luovuttu rakennusvalvontaviranomaisen vastuusta tarkastaa erityispiirustuksia ja selvityksiä (RakA 61 ja 127 §) ja vastuu oli siirretty näiltä osin kyseisten asiakirjojen laatijalle. Uusi maankäyttö- ja rakennuslaki tuli voimaan vuonna 2000.*

### 5. Suositukset

Tutkintalautakunta käsittelee suosituksissaan laajasti paikallisten tahojen ja kunnan toimintaa. Ensiksi olisi tärkeää, että tutkintaselostuksen suositukset täsmällisemmin tukisivat voimassa olevan maankäyttö- ja rakennuslain periaatteita. Uuden maankäyttö- ja rakennuslain toimivuutta on arvioitu usean tahon toimesta ja tämä arviointi jatkuu edelleen (mm. ympäristöministeriö ja Suomen Kuntaliitto). Kuntaliitto mm. jatkaa edelleen lain periaatteiden edistämistä tiedottamalla ja kouluttamalla.

Toiseksi suosituksesta tulisi käydä ilmi, että lain mukaan rakennushankkeen turvallisuuden järjestäminen kuuluu rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Kun kunta rahoittaa ja myöntää avustuksia paikallisille järjestöille, kunnasta ei avustuksen myöntäjänä tule kyseisen rakennushankkeen vastuullista osapuolta.

Kolmanneksi suosituksissa olisi hyvä todeta, että kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä lain mukaan on valvoa rakennustoimintaa yleisen edun kannalta.

## Liite 2/8 (11)

Edellä mainituista kolmesta syystä ehdotamme kohdan 5. Suositukset kuudennen ja seitsemännen kappaleet korvattavan seuraavilla kappaleilla:

*Tutkintalautakunta toteaa, että lain 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 (MRL 119 §). Tutkintalautakunta korostaa, että lain vaatimus riittävästä resursseista koskee kaikkea luvanvaraista rakentamista toteutusmuodosta riippumatta (myös talkootyönä toteutettavia hankkeita). Tinkimistä turvallisuuteen liittyvissä asioissa ei talkooajatukseen eikä muun toteutustavan vuoksi voida hyväksyä.*

*Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on lain mukaan yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan, mitä tässä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään (MRL 124 §). Tutkintalautakunta korostaa, että kuntien rakennusvalvontaviranomaisten tulisi erityisesti yleisen edun kannalta valvoa kaikkien rakennettavien yleisö- ja muiden suurten henkilömäärien käyttöön tulevien rakennusten rakentamista. Lisäksi rakennusvalvontaviranomaisen on huolehdittava siitä, että hankkeissa, joissa kunta on itse mukana, ei hyväksytä turvallisuuteen vaikuttavissa asioissa joustamista.*

*Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen ja käytännössä rakennustarkastajan tulee vaatia maankäyttö- ja rakennuslain edellyttämällä tavalla tiedot rakennushankkeeseen ryhtyvän resursseista, pätevistä suunnittelijoista, vastaavista työnjohtajista ja mm. rakenteiden lujuuden ja vakauden suunnitelmista, rakennustuotteiden valmistajien laadunhallinnasta rakennuslupavaiheessa, aloituskokouksessa tai viimeistään ennen kyseisen rakennustyön aloittamista.*

*Paikalliset urheiluseurat, järjestöt ja muut vastaavat kertarakentajat tarvitsevat selvästi ohjausta siitä, miten rakennushanke voidaan toteuttaa turvallisella tavalla. Paikallisissa yhteistyöhankkeissa (myös talkoohankkeissa) kunnan rakennustarkastaja voi antaa tietoa ja ohjausta rakennuksen suunnittelusta ja rakennustyön valvonnasta. Tinkimistä ja joustamista henkilöturvallisuuteen liittyvissä asioissa ei paikallisissa yhteistyöhankkeissa tule hyväksyä.*

*Kuntien avustuksia myöntävien tahojen (kunnanhallituksen tai lautakuntien) on avustuspäätöksessään hyvä todeta, että avustuksen saajan (rakennushankkeeseen ryhtyvän) tulee huolehtia rakennusten turvallisuudesta ja että niitä rakennettaessa ja käytettäessä aina toteutuisi ns. 0-toleranssi.*

Lausunnolla olevan tutkintaselostuksen suosituksen lopussa lautakunta ehdottaa kuntia selvittämään, onko kunnissa olemassa rakennuksia, joiden rakenteiden turvallisuutta olisi syytä epäillä. Suomen Kuntaliitto käynnisti ja suositti kuntia vuoden 2004 alussa selvittämään ja tarkistamaan rakennusten riskialttiit rakenteet. Tämä kuntien omistamien rakennusten turvallisuusselvitys jatkuu kunnissa ainakin tämän vuoden loppuun. Kuntaliitto on kerännyt kunnista laajan tiedoston tarkastetuista rakennuksista ja tehdyistä havainnoista. Tältä osin Kuntaliitto katsoo, että kunnat jo toimivat lautakunnan suosittamalla tavalla.

## Viranomaisprosessin kokonaiskuvaus

Lausunnolla oleva tutkintaselostus jättää epäselväksi eräitä kysymyksiä. Lupapäätöksessä olevien ja rakennustyötä koskevien ehtojen (kuten erilaisten viranomaisrakennekatselmusten) toteutuminen ja tilaaminen on yksinomaan rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla. Oliko tutkinnassa olleessa huoltorakennuksessa rakennushankkeeseen ryhtyvä tilannut rakennekatselmuksen, kuten rakennuslupaa koskevassa päätöksessä edellytettiin?

Kuntaliitto ehdottaa, että jos, kaikesta huolimatta, Onnettomuustutkintakeskuksen lautakunnat joutuvat tulevaisuudessa vastaavia rakennusonnettomuuksia tutkimaan, lautakunnat selvittäisivät kyseiseen onnettomuuteen liittyvän viranomaisprosessin ja tutkintaselostuksessaan esittäisivät havaintonsa viranomaisprosessista kokonaiskuvausena.

## SUOMEN KUNTALIITTO

Rakennuttajainsinööri

Arkkitehti

Hannu Huhtala



Markku Axelson



SUOMEN LIIKUNTA JA URHEILU RY  
Radiokatu 20  
00093 SLU

LAUSUNTO  
4.10.2004

SAAPUNUT

06.10.2004  
384/SY

Onnettomuuskeskus  
Sörnäisten rantatie 33 C  
00580 Helsinki

#### TUTKINTASELOSTUS B 1/2004 Y

Suomen Liikunta ja Urheilu (SLU) ry, Finlands Idrott rf on kaikkien liikuntajärjestöjen yhteinen katto-organisaatio, jonka tavoitteena on tasa-arvoinen liikuntakulttuuri, jossa kaikilla Suomessa on yhdenvertainen mahdollisuus harrastaa, toimia ja päättää liikunnassa ja urheilussa.

Liikuntajärjestöt ovat Suomen suurin kansalaisjärjestöryhmä. SLU:n koostuu 127 valtakunnallisesta ja alueellisesta jäsenjärjestöstä, joiden jäseninä ovat paikalliset liikunta- ja urheiluseurat. Suomen noin 7800 liikunta- ja urheiluseuraan kuuluu jäsenenä yli 1,1 miljoonaa suomalaista.

Suomalaisissa liikunta- ja urheiluseuroissa toimii noin 500 000 vapaaehtoista. Vapaaehtoiset takaavat noin 800 000 tuhannen seuroissa liikkuvan ja yli miljoonan penkkiurheilijan harrastuksen.

#### Taustaa

Liikuntalain mukaan liikuntapaikkojen rakentaminen ja ylläpito on pääasiassa julkisen vallan tehtävä ja liikuntaseurat sekä muut järjestöt vastaavat pääasiassa toiminnasta. Julkisen talouden kiristymisen myötä monen eri lajin harrastajat ja heidän liikuntaseuransa ovat joutuneet ottamaan yhä suuremman vastuun myös lajinsa liikuntapaikoista. Seurojen varat ovat hyvin rajalliset ja paljon työtä tehdäänkin talkoilla. Tulevaisuudessa trendi jatkunee.

#### Turvallisuus on liikuntatoiminnan keskeinen periaate

SLU:n eettisen työn perusta on turvallisuus. Liikuntatoiminnassa on tärkeää turvallisuus ihmissuhteissa, turvallisuus katsomossa tai turvallisuus vaikkapa uimakoulussa. Turvallisuuskysymyksiin ja loukkaantumisten ehkäisyyn on kiinnitetty huomiota vakuutusyhtiöiden kanssa käydyissä keskusteluissa, katsomoturvallisuus on ollut esillä pitkään ja syksyllä 2004 on valmistunut laaja-alainen seurojen toiminnan turvallisuusopas. Lisäksi riskien rajaamiseksi SLU on hankkinut yhdessä lajiliittojensa kanssa Tuplaturvavakuutuksen, joka kattaa seurojen ja liittojen vapaaehtoisten tekijöiden tapaturmat sekä toiminnan vastuuvahingot.

#### Suomen Liikunta ja Urheilu

Käyntiosoite:  
Radiokatu 20  
00240 Helsinki  
Postiosoite: 00093 SLU  
Puh. (vaihte) (09) 348 121  
Fax (09) 3481 2602  
<http://www.slu.fi>

#### Finlands Idrott

Besöksadress:  
Radiogatan 20  
00240 Helsingfors  
Postadress: FIN-00093 SLU  
Tel. +358 9 348 121  
Fax +358 9 3481 2602  
<http://www.slu.fi>



## Turvallinen rakennus

SLU:n näkemyksen mukaan kuntien ja kuntien rakennusvalvontaviranomaisten tulisi olla etukäteen suunnittelu- ja rakennusvaiheessa varmistamassa talkootyönä rakennettavien yleisö- ja muiden liikuntakäyttöön tulevien rakennusten turvallinen rakennustapa. Kunnan ja seuran yhteistyösuhdetta on syytä korostaa. Vasta pakon edessä tulisi käyttää pakottavaa tarkastusvaltaa.

Rakennettujen liikuntapaikkojen osalta voisi olla paikallaan tarkastuskampanja. Kampanjaan olisi syytä myös varata julkista rahoitusta, jonka turvin epäkohtia voidaan korjata. Tärkeää on luoda hyvä henki julkisen vallan ja seurojen kesken. Kyseessä ei ole "pakollinen tarkastus" vaan osa liikuntajärjestöjen kampanjaa turvallisuuden ja viihtyvyyden lisäämiseksi seuroissa.

SLU ottaa omassa koulutuksessaan esiin myös rakennusten turvallisuuden.

### Suomen Liikunta ja Urheilu

Käyntiosoite:  
Radiokatu 20  
00240 Helsinki  
Postiosoite: 00093 SLU  
Puh. (vaihde) (09) 348 121  
Fax (09) 3481 2602  
<http://www.slu.fi>

### Suomen Liikunta ja Urheilu RY

Handwritten signature of Kerstin Ekman in black ink.

Kerstin Ekman  
yhteysjohtaja

Handwritten signature of Rainer Anttila in black ink.

Rainer Anttila  
erikoisasiantuntija

### Finlands Idrott

Besöksadress:  
Radiogatan 20  
00240 Helsingfors  
Postadress: FIN-00093 SLU  
Tel. +358 9 348 121  
Fax +358 9 3481 2602  
<http://www.slu.fi>

## LÄHDELUETTELO

Seuraavat lähteet on taltioitu Onnettomuustutkintakeskukseen:

1. Päätös tutkinnan aloittamisesta 58/5Y, 4.2.2004
2. Rakennuksen rakennuslupa-asiakirjat:
  - asemapiirros
  - pohjapiirros
  - julkisivupiirroksset
  - väriytysehdotus
  - piirros kattoristikon rakenteesta
  - kattoristikoiden ja niiden päälle asennetun sahatavaran lujuuslaskelmat
  - Pohjan kunnan rakennuslautakunnan pöytäkirja ja päätös rakennusluvasta
  - käyttööntokatselmuksen ja loppukatselmuksen pöytäkirjat
  - rakennuslupahakemus
  - aluearkkitehdin lausunto rakennuslupahakemuksesta
3. Ilmatieteen laitoksen Ilmastopalvelun säätiedot ajalta 30.1.2004 – 2.2.2004 seuraavilta havaintoasemilta:
  - Lohja Porla
  - Hanko Tvärminne
  - Salo Kärkkä
  - Inkoo Bågaskär
  - Helsinki Kaisaniemi
4. Tammisaaren hätäkeskuksen hälytysseloste
5. Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen onnettomuusseloste
6. Lausunnot