



# Elämyspuiston katon romahtaminen Torniossa 15.3.2018



## ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus päätti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n nojalla tutkia Torniossa 15.3.2018 sattuneen Duudsonit Activity Parkin katon osittaisen sortumisen. Turvallisuustutkinnan tarkoituksena on yleisen turvallisuuden lisääminen, onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäiseminen sekä onnettomuuksista aiheutuvien vahinkojen torjuminen. Turvallisuustutkintaa ei tehdä oikeudellisen vastuun kohdentamiseksi.

Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin palomestari, HTM Jaakko Niskala ja jäseniksi diplomi-insinööri Juha Sieberg, rakennusinsinööri (YAMK) Toni Kekki ja ylikonstaapeli (eläk.) Veikko Alaviuhkola. Tutkinnanjohtaja on muiden onnettomuuksien johtava tutkija Kai Valonen.

Onnettomuustutkintakeskus päätti 8.5.2018 vapauttaa Juha Siebergin tutkintaryhmän jäsenen tehtävistä.

Kattopalkkien teräskannattajien hitsausliitokset tutkittiin Onnettomuustutkintakeskuksen tilauksesta Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laboratoriossa.

Turvallisuustutkinnassa selvitetään tapahtumien kulku, syyt ja seuraukset sekä tehdyt pelastustoimet ja viranomaisten toiminta. Tutkinnassa selvitetään erityisesti, onko turvallisuus otettu riittävästi huomioon onnettomuuteen johtaneessa toiminnassa sekä onnettomuuden tai vaaran aiheuttajina taikka kohteina olleiden laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa, valmistuksessa, rakentamisessa ja käytössä. Lisäksi selvitetään, onko johtamis-, valvonta- ja tarkastustoiminta asianmukaisesti järjestetty ja hoidettu. Tarvittaessa on myös selvitettävä mahdolliset puutteet turvallisuutta ja viranomaisia koskevissa säännöksissä ja määräyksissä.

Tutkintaselostus sisältää selostuksen onnettomuuden kulusta, onnettomuuteen johtaneista tekijöistä ja onnettomuuden seurauksista sekä asianomaisille viranomaisille ja muille toimijoille osoitetut turvallisuussuositukset sellaisiksi toimenpiteiksi, jotka ovat tarpeen yleisen turvallisuuden lisäämiseksi, uusien onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäisemiseksi, vahinkojen torjumiseksi sekä pelastus- ja muiden viranomaisten toiminnan tehostamiseksi.

Onnettomuuteen osallisille sekä tutkittavan onnettomuuden alalla valvonnasta vastaaville viranomaisille on varattu tilaisuus antaa lausuntonsa tutkintaselostuksen luonnoksesta. Lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä. Yhteenveto lausunnoista on tutkintaselostuksen lopussa. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

Tutkintaselostus ja tiivistelmä on julkaistu Onnettomuustutkintakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa [www.turvallisuustutkinta.fi](http://www.turvallisuustutkinta.fi).

# SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	2
1 TAPAHTUMAT .....	4
1.1 Tapahtumien kulku.....	4
1.2 Hälytykset ja pelastustoimet .....	5
1.2.1 Hälytykset ja ilmoitukset .....	5
1.2.2 Toiminta onnettomuuspaikalla.....	6
1.3 Seuraukset.....	7
2 TAUSTATIEDOT .....	8
2.1 Tapahtumaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	8
2.2 Olosuhteet .....	12
2.3 Henkilöt, organisaatiot ja turvallisuusjohtaminen .....	12
2.4 Viranomaisten toiminta.....	13
2.5 Pelastustoimen organisaatiot ja toimintavalmius .....	14
2.6 Tallenteet .....	14
2.7 Säädökset, määräykset, ohjeet ja muut asiakirjat .....	14
2.8 Muut tutkimukset .....	16
3 ANALYYSI.....	19
3.1 Onnettomuuden analysointi.....	19
3.1.1 Teräksisen palkkikengän suunnittelu 1980-luvulla.....	19
3.1.2 Hitsaustyö.....	20
3.1.3 Rakennuksen käyttötarkoituksen muutos .....	20
3.1.4 Sortuminen ja jälkitoimet.....	21
3.2 Pelastustoimien analysointi.....	21
3.3 Viranomaisten toiminnan analysointi .....	22
4 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	23
5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET .....	24
5.1 Rakennusonnettomuuksien tietokanta.....	24
5.2 Rakennusvalvontojen yhdistäminen.....	24
5.3 Toteutetut toimenpiteet .....	25
LÄHDELUETTELO .....	26
YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA .....	27

# 1 TAPAHTUMAT

## 1.1 Tapahtumien kulku

Torniossa Elämyspuisto Duudsonit Activity Parkissa oli torstai-iltana 15.3.2018 noin 120 lasta ja aikuista viettämässä vapaa-aikaa erilaisten telineiden ja laitteiden parissa. Lisäksi paikalla oli kolme henkilökuntaan kuuluvaa ja yksi työharjoittelija.

Simulaattori-nimisen leikkipaikan kohdalla ja sen vastakkaisella seinällä oli lapsia leikkimässä. Noin kello 18.46 katolta alkoi kuulua ryminää. Kattorakenteita sekä katolla ollutta lunta putosi alas, ja kaksi kattokannatinpalkkia jäi roikkumaan. Romahdushetkellä simulaattorissa oli seitsemän lasta leikkimässä. Simulaattorin yläpuolella oli suojaverkko, jonka päälle tuli noin kaksi kuutiometriä lunta. Verkko pystyi kannattelemaan lumen mahdollistaen poistumisen kyseiseltä leikkipaikalta. Lapset ja aikuiset hakeutuivat turvaan kauemmaksi sortumakohdasta. Aluksi ei ollut tietoa, jäikö ketään lumimassan alle.

Sortuman lähetyvillä olleet lapset ja aikuiset lähtivät juoksemaan tuloaulaa kohti, koska ulkovaatteet ja -kengät olivat siellä. Tuloaulan kassalla ollut henkilökuntaan kuuluva nainen tunsu viileän ilmavirtauksen ja lähti katsomaan halliin, mistä virtaus johtui. Vastaan tulleet ihmiset kertoivat katon sortuneen. Sortuman vieressä ollut mies soitti hätäkeskukseen. Henkilökunta alkoi evakuoimaan ihmisiä halleista ulos molemmin puolin sortumaa olleiden uloskäyntien kautta. Kuulutuslaitteita ei ollut.

Onnettomuudessa ei tullut henkilövahinkoja. Osa sisällä olleista oli järkyttyneitä ja hysteerisiä.



Kuva 1. Simulaattori-niminen leikkipaikka muutamaa sekuntia ennen sortumaa. Rakenteet ja lumimassat putosivat pääasiassa violetin maton ja suojaverkon kohdalle. Lapsia oli sortumalueen molemmilla puolilla. Kuvan kellonaika ei ole oikein. (Kuva: valvontakamera)



Kuva 2. Simulaattori-leikkipaikka sortuman jälkeen. Suojaverkko kesti sen päälle pudonneen lumimassan. (Kuva: poliisi)

## 1.2 Hälytykset ja pelastustoimet

### 1.2.1 Hälytykset ja ilmoitukset

Kello 18.50.11 Oulun hätäkeskus vastaanotti ensimmäisen hätäpuhelun. Puhelun ensimmäisen 23 sekunnin aikana ilmoittaja kertoi, että Duudsonit Activity Parkissa Torniossa katto oli romahtanut alas, sen mukana lunta ja ettei ollut tietoa siitä, onko ketään jäänyt alle. Heti tämän jälkeen ilmoittaja kertoi, että pudonneen katon ala oli noin 10 x 30 metriä. Hätäpuhelu kesti 2 minuuttia 39 sekuntia. Hätäpuhelun aikana ei tehty hälytyksiä.

Kello 18.53.32 hätäkeskus aloitti hälyttämisen, 3 minuuttia 21 sekuntia hätäpuhelun alkamisesta. Hätäkeskuspäivystäjä valitsi tehtäväluokaksi *"Sortuma keskisuuri"*.

Hätäkeskus teki ensimmäisen hälytyksen Lapin pelastuslaitoksen hätäkeskukselle toimittaman vasteen mukaisesti. Vaste oli Tornioista ja Kemistä yhteensä kaksi pelastusyksikköä, kaksi nostolavayksikköä, säiliöyksikkö ja ambulanssi. Tornion palo esimies päätyi jättämään säiliöauton asemalle.

Matkalla kohteeseen Tornion palo esimies pyysi hälyttämään päivystävän palomestarin kotipäivystyksestä. Tämä oli jo liittynyt tehtävään kuultuaan hälytyksen Virve-radiosta. Kemien pelastusyksikön palo esimies pyysi palomestaria hälyttämään vapaavuoron paloasemille.

Ensihoidon osalta paikalle hälytettiin aluksi yksi ambulanssi Tornioista kello 18.53.45. Ensihoidon kenttäjohtaja kuuli Virve-radiosta hälytyksen ja liittyi tehtävään. Hän määräsi hätäkeskuksen hälyttämään kolme ambulanssia lisää sekä laittamaan kiireettömät sairaankuljetukset

jonoon. Lisäksi hän ohjeisti organisaatiotaan ja hätäkeskusta siirtymisessä suuronnettomuusmallin mukaisiin menettelyihin, kuten ennakoilmoitusten tekeminen sairaaloihin.

Kello 18.55.45 alkaen hätäkeskus kirjasi tehtävälle ensihoidon kenttäjohtajan Kemistä ja hälytti kolme ambulanssia lisää. Kello 19.13.11 hätäkeskus hälytti Rovaniemeltä lääkärihelikopterin, jonka ensihoidon kenttäjohtaja perui myöhemmin. Kaikkiaan paikalle hälytettiin päivystävä palomestari, kaksi pelastusyksikköä, kaksi nostolavayksikköä, ensihoidon kenttäjohtaja ja neljä ambulanssia.

Paikalle hälytettiin kaikkiaan kolme poliisipartiota, joista ensimmäinen hälytettiin kello 18.54. Lisäksi tapahtumapaikalle hälytettiin poliisin tekninen tutkinta.

### 1.2.2 Toiminta onnettomuuspaikalla

Pian onnettomuuden tapahduttua alkoi henkilökunta evakuoida ihmisiä tiloista ulos.

Kello 18.59 ensimmäisenä kohteeseen saapui Tornion paloaseman pelastusyksikkö ja puomitikasauto, joka sulki autolla tulevan liikenteen katuosuudelle. Paloiesimiehen arvion mukaan silloin ulkona oli noin 50 ihmistä. Paloiesimies lähti tiedustelemaan onnettomuuskohtetta. Hän meni sisään pääovesta ja käveli käytävää pitkin elämyspuiston puolelle. Vastaa käveli miesasiakas, joka kertoi, että katto romahti eikä ketään jäänyt alle. Paloiesimies kulki edelleen romahdusalueelle, jossa tiedusteli henkilökunnalta, onko ketään jäänyt alle. Vastaus oli kieltevä. Henkilökuntaa oli tällöin katsomassa valvontakameran nauhoja varmistukseksi, ettei ketään ollut jäänyt alle.

Paloiesimiehen havaintojen mukaan yksi palkki oli lattialla ja toinen palkki toisesta päästä seinällä kiinni. Lattialla oli iso kasa katon mukana tullutta lunta. Havaintojensa mukaan voimavirtaa ei ollut alhaalla olleiden kaapeleiden joukossa.

Paloiesimies sanoi henkilökunnalle, että kiinteistön muutkin tilat tulee tyhjentää ihmisistä. Koko rakennus evakuoitiin. Muissa rakennuksen tiloissa olleilla ihmisillä ei ollut tietoa tapahtuneesta.

Miehistölleen paloiesimies antoi käskyn ottaa työkaluja sortumapaikan tiedustelua ja rai-vausta varten. Tarkoitus oli varmistaa, että ketään ei ole lumikasassa. Hän kielsi palomiehiä työskentelemästä suoraan palkkien alla. Palkkia, jonka toinen pää oli alhaalla, pyrittiin vaikuttamaan kuormalavoilla. Lumikasasta ei kuulunut ääniä eikä sieltä löydetty ketään.

Päivystävä palomestari saapui kohteeseen kello 19.12. Hän toimi pelastustoiminnan johtajana.

Ensimmäinen ambulanssi jäi paloiesimiehen käskyn mukaisesti rakennuksen pääovelle selvittämään, tarvitsevatko evakuoidut mahdollisesti apua. Noin kello 19.30 varmistui, ettei ensihoidolle ollut kohteessa tehtävää.

Ensimmäinen poliisipartio saapui onnettomuuspaikalle kello 18.59 ja muut kaksi hieman myöhemmin. Poliisi avusti rakennuksen evakuoinnissa ja sortuma-alueen tutkimisessa. Illalla poliisi aloitti teknisen tutkinnan. Poliisi pyysi yhdessä ensihoidon kenttäjohtajan kanssa psykososiaalisen tuen valmiustilaan onnettomuudessa olleiden mahdollisia yhteydenottoja varten noin kello 20. Tornion kaupungin sosiaalitoimi ja psykiatrian poliklinikka olivat perjantaina valmiudessa antamaan kriisiapua, mutta avuntarvitsijoita ei ilmoittautunut.



Kuva 3. Onnettomuuspaikalla selvisi pian pelastajien saavuttua paikalle, että rakenteiden ja lumen alle ei ollut jäänyt ketään. Poliisi pyysi tarkistamaan asian lapioimalla vielä myöhemmin. Kuormalavat on laitettu palkin alle tueksi sortuman jälkeen. (Kuva: poliisi)

Pelastustoimen, ensihoidon ja poliisin kenttäjohtajat olivat keskenään yhteydessä viranomaisradioverkon moniviranomaispuheryhmässä ja paikan päällä kasvokkain. Muuten kukin viranomainen käytti omien ohjeiden mukaisia sisäisiä puheryhmiä.

Päivystävä palomestari antoi jatkotiedotteen hätäkeskuksen mediapalvelun kautta ja vastasi median kyselyihin.

### 1.3 Seuraukset

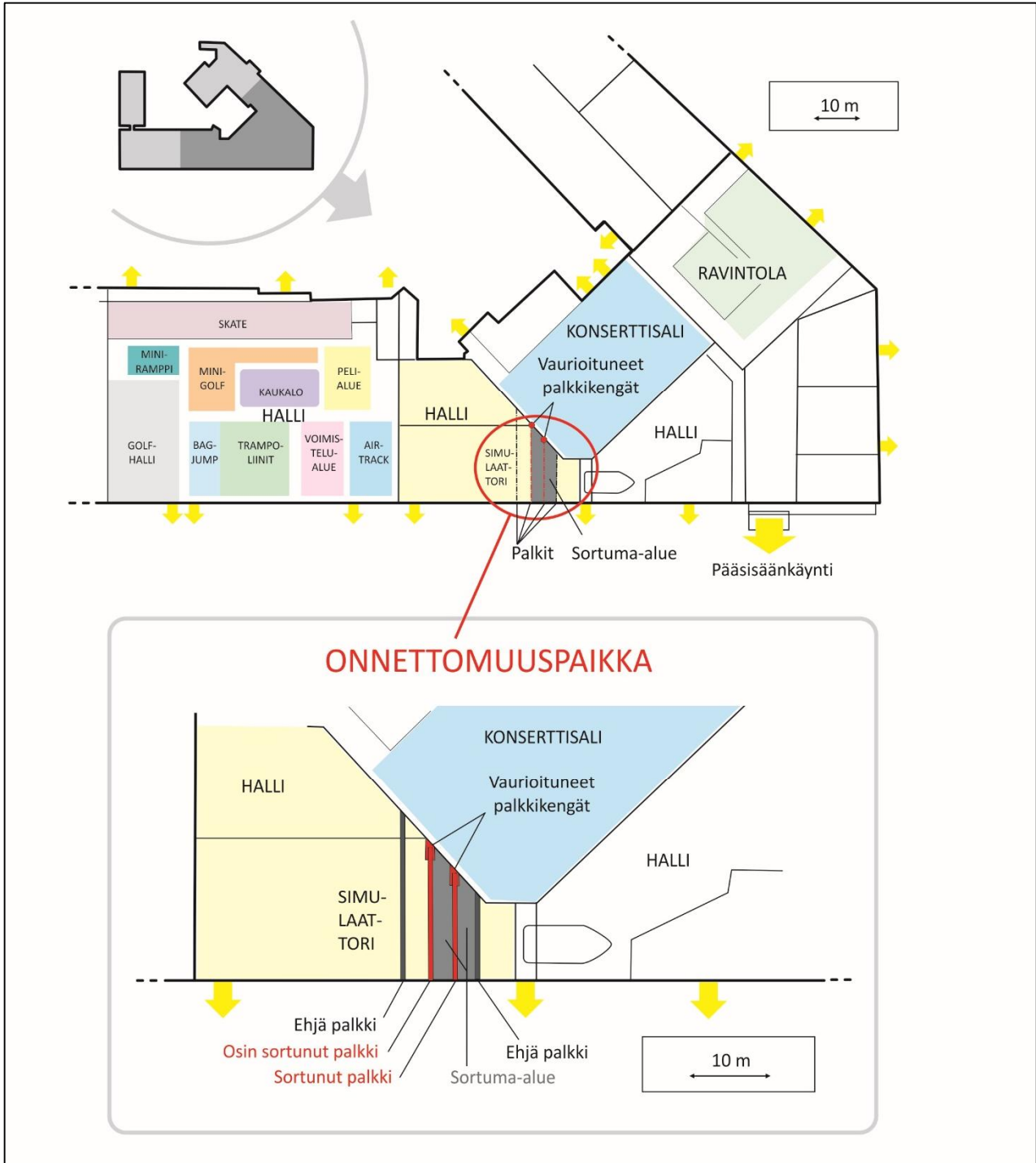
Onnettomuudesta ei aiheutunut henkilö- eikä ympäristövahinkoja.

Rakennuksen kattoa vaurioitui noin 130 neliömetrin alueelta. Lisäksi elämyspuiston laitteita vaurioitui onnettomuudessa. Kokonaisvahingot ovat omistajan arvion mukaan yli 200 000 euroa, joista puolet ovat keskeytysvahinkoja.

## 2 TAUSTATIEDOT

### 2.1 Tapahtumaympäristö, laitteet ja järjestelmät

Rakennukset oli alun perin tehty alueella toimineen panimon tuotanto- ja varastotiloiksi. Kiinteistöä oli rakennettu useassa vaiheessa pitkän ajan kuluessa (1970–2005). Panimotoiminnan loputtua vuonna 2010 rakennus jäi tyhjilleen. Rakennus oli vuosina 2012–13 kylmillään ja purku-uhan alla.



Kuva 4. Sortuma tapahtui kuvan keskiosassa. Kaksi palkkikengää petti, jolloin yksi palkki putosi alas ja toinen jäi ylös. Kattoa vaurioitui noin 130 neliömetrin alueelta ja syntynyt aukko oli noin 80 neliometriä. (Kuva: OTKES)

Vuosina 2014–16 rakennuksen tilat muutettiin elämyspuistoksi, panimoksi, kuntosaliksi, ravintolaksi ja toimistotiloiksi. Tilat on vuokrattu eri toimijoille. Elämyspuisto on rakennettu kolmeen halliin. Sen pinta-ala on 4 500 m<sup>2</sup> ja laitteita on kolmisenkymmentä.

Rakennuksen runko on pääosin hallimainen pilari-palkkirunko, jossa pilarit ja osa primääripalkeista ovat teräsbetonia. Katon sekundääripalkit ja pieni osa primääripalkeista ovat liimapuuta. Kattopalkit kannattavat poimulevyä, jonka varassa ovat eristeet ja kate.

Sortuma tapahtui osassa keskimmäisen hallin kattoa kohdassa, jossa liimapuiset sekundääripalkit liittyivät liimapuiseen primääripalkkiin samassa tasossa ja noin 45 asteen kulmassa. Palkkiväli oli kolme metriä. Hieman epätavalliseen liitokseen oli päädytty sen vuoksi, että rakentaminen oli tehty useassa vaiheessa.

Kaksi sekundääripalkkia irtosi primääripalkista, kun palkkeja yhteen liittäneet kaksi palkkikengää pettivät. Toisen palkin pää tuli lattialle. Pudonneen palkin pituus oli lähes 14 metriä, paksuus 140 mm ja korkeus 750 mm. Palkki painoi noin 950 kg. Toinen palkki jäi sähköjohtimien ja kattokaivon alastuloputken varaan. Sen pituus oli 17 metriä, paksuus 140 mm ja korkeus 976 mm. Paino oli noin 1 150 kg. Katolla ollut lumimassa tuli hallin lattialle. Kannatinpalkkien alareunat olivat noin kuuden metrin korkeudessa lattiapinnasta. Kattoon syntyi noin 80 neliömetrin aukko.

Sekundääripalkkeja kannatti 16 mm paksuisista teräslevyistä hitsaamalla kootut palkkikengät. Kenkä oli primääripalkin kyljessä, sillä palkit oli suunniteltu samaan tasoon. Sekundääripalkin kuorma siirtyi palkkikengän välityksellä primääripalkin yläpinnan päälle. Palkkikengässä oli myös sitä paikallaan pitävä levy, joka kääntyi ja kiinnittyi primääripalkin vastakkaiselle puolelle.

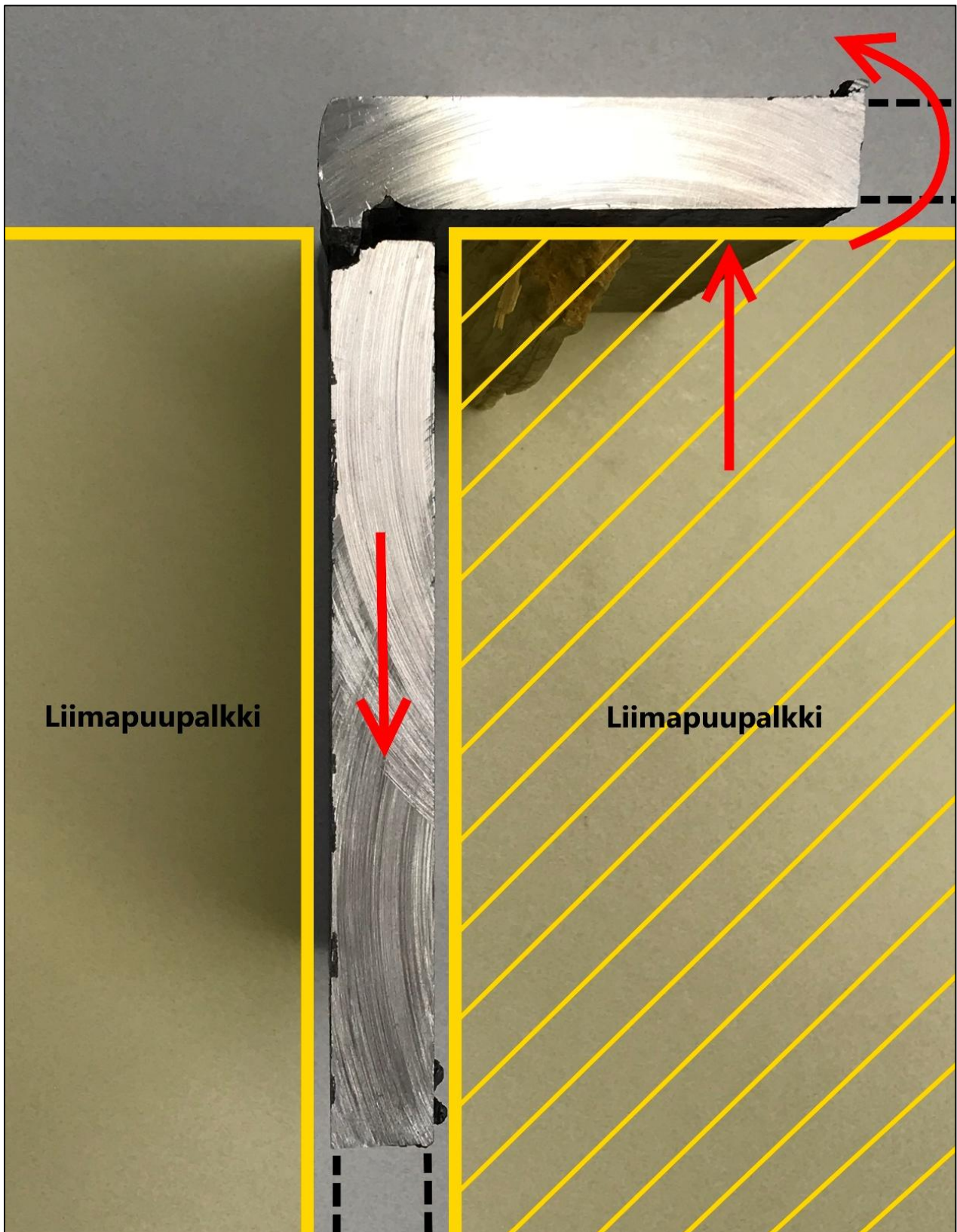
Todennäköisesti 1980-luvulla suunniteltujen ja valmistettujen palkkikengien valmistaja ei ole tiedossa eikä suunnitteluasiakirjoja ole löydetty. Kengät oli toteutettu siten, että primääripalkin päälle tuleva osa oli hitsattu palkkikengän selkään yhdellä hitsisaumalla. Kengän kantavuus perustuu hitsin ja kansilapun taivutuskestävyyteen. Hitsi oli toteutettu yhdeltä puolelta hitsatulla puoli-V hitsillä. Viiste oli tehty kansilappuun.

Hitsaus oli tehty liitoskappaleen ulkopuolelta ja hitsin juureen oli jäänyt runsaasti kuonaa. Ensimmäiseksi murtuneessa palkkikengässä murrospinnan leveys oli vain 5,6 mm. Tavanomaisesti pyritään vähintään 1,2 x levynpaksuuteen eli 16 mm levyillä 19,2 mm:iin.

Hitsin pienuus rajoittaa merkittävästi palkkikengän lujuutta. Vaikka hitsausaine usein on lujempaa kuin hitsattava perusaine, murtuminen tapahtuu rajapinnassa heikomman aineen puolella. Vain 5,6 mm hitsausliitos pienentää 16 mm teräslevyn taivutuskapasiteetin noin kahdeksasosaan (12,5 %).



Kuva 5. Onnettomuudessa pettänyt toinen palkkikengä myöhemmin kuvattuna. Kengästä on leikattu paloja hitsausliitosten tutkintaa varten. Vaurioitunut hitsi palkkikengän yläosassa on ympyröity kuvaan. Primääripalkin paikka näkyy hyvin vasemmassa kuvassa ja sekundääripalkin "tasku" oikeassa kuvassa. Kengän korkeus oli noin 750 mm. (Kuva: OTKES)



Kuva 6. Lähikuva vaurioituneesta hitsausliitoksesta. Palkkikenkä oli tehty 16 mm paksusta teräslevystä, mutta voimia olennaisesti kantavan hitsausliitoksen poikkileikkauksen leveys oli vain 5–6 mm. Hitsaus oli tehty vain yhdeltä puolelta. Liitokseen ja erityisesti sen juuren puolelle kohdistui suuri taivutusmomentti. Nuolet kuvaavat kappaleeseen vaikuttavia voimia. Vasemmalla oli sekundääripalkki ja oikealla primääripalkki.

## 2.2 Olosuhteet

Sää oli tapahtumahetkellä pilvetön ja ilman lämpötila  $-12$  astetta. Tornion säähavaintoaseman tietojen perusteella ajankohtana tuuli heikosti pohjoisesta. Lunta satoi edeltävän viiden päivän aikana vedeksi muutettuna lähes 20 millimetriä, joka vastaa noin 20 senttimetriä lunta. Edellisen kerran lunta satoi kaksi päivää aikaisemmin noin viisi senttimetriä. Koko edeltävä viikko oli pakkasta.

Lumikuorma mitattiin kolmesta eri paikasta läheltä sortuma-aluetta. Lumikuorma oli katolla eri kohdissa  $151\text{--}205\text{ kg/m}^2$ . Lumen merkittävää kinostumista sortuma-alueella tai sen lähellä ei ollut.

Suomen ympäristökeskuksen mittaustietoihin perustuvien simulointien mukaan Torniossa ja lähialueella lunta oli tapahtuman aikaan  $200\text{ kg/m}^2$ . Määrä on selvästi keskimääräistä saman vuodenajan lumimäärää ( $125\text{ kg/m}^2$ ) suurempi, mutta simulointien mukaan suurimmat lumimäärät ovat viime vuosikymmenien aikana olleet yli  $250\text{ kg/m}^2$ . Tyypillisesti suurin lumikuorma Tornion alueella saavutetaan huhtikuun alussa, jolloin kuormaa on enimmillään ollut yli  $260\text{ kg/m}^2$ . Suomen ympäristökeskuksen tiedot kuvaavat lumen määrää maassa. Katolla lunta on yleensä hieman vähemmän.

## 2.3 Henkilöt, organisaatiot ja turvallisuusjohtaminen

Kiinteistön aiempi omistaja oli panimoyhtiö, joka oli rakennuttanut rakennukset omiin tarpeisiinsa. Ensimmäiset rakennukset rakennettiin 1960-luvun lopulla ja laajennuksia tehtiin seuraavina vuosikymmeninä. Monia rakentamisen ja laajennusten aikaisia asiakirjoja ei enää ollut saatavilla.

Nykyinen omistaja on perheyhtiö, joka oli muuttanut vanhan teollisuuskiihteistön muun muassa elämyspuistokäyttöön. Käyttötavan muutos vaati rakennuslupaa ja tapahtui vaiheittain ja vuokralainen kerrallaan. Rakennuslupa myönnettiin maaliskuussa 2016. Pääsuunnittelija, vastaava mestari sekä KVV-työnjohtaja hyväksyttiin rakennusvalvonnassa. Tämä organisaatio toimi paikallisen rakennesuunnittelutoimiston avustuksella muutostyön organisaationa. Aloituskokousta ei pidetty.

Käyttötavan muutos ei oleellisesti vaikuttanut rakennuksen rakenteisiin tai lisännyt esimerkiksi kuormituksia. Sen sijaan paloturvallisuusvaatimukset muuttuivat oleellisesti.

Rakennusvalvonnan vaatimuksesta rakennuksen omistaja teetti huhtikuussa 2017 rakenteellisen turvallisuuden tarkastuksen. Lisäksi rakennushankkeeseen ryhtyvä on teettänyt useita paloteknisiä selvityksiä, kuten toiminnallisen palomitoituksen. Rakenteiden tarkastus tilattiin erilaisiin tarkastuksiin erikoistuneelta suurelta yritykseltä, joka hankki pätevän vastuutarkastajan alihankintana tunnetulta konsultointi- ja suunnitteluyritykseltä. Vastuutarkastajalla oli 15 vuotta rakennusalan työkokemusta, pääasiassa sillanrakennuksesta. Hänellä oli *poikkeuksellisen vaativa* -vaativuusluokan puurakenteiden ja betonirakenteiden suunnittelijan pätevyys sekä diplomi-insinöörin tutkinto.

Tarkastuksessa ilmeni liimapuupalkeissa taipumia, vinouksia ja halkeamia, joita kehoitettiin korjaamaan injektoimalla ja rakenteita tarkkailemaan mahdollisten vaurioiden varalta. Osa puutteista oli sellaisia, jotka kaipasivat rakennesuunnittelijan kannanottoa 3–12 kuukauden kuluessa. Välittömästi toimenpiteitä vaativia puutteita ei arviointitodistuksen mukaan ollut. Esitetyt toimenpiteet olivat pääsääntöisesti aloittamatta rakennusvalvonnan 9.1.2018 tekemän selvityspyynnön aikaan. Sittemmin sortuneiden palkkikenkien osalta arviointitodistuksessa todettiin ainoastaan, että niistä ei ole suunnitelmia käytettävissä.

Lukuisat palkkien halkeamat oli todettu jo vuonna 2006 tehdyssä tarkastuksessa. Kesäkuussa 2016 pidetyssä suunnittelukokouksessa todettiin kantavien rakenteiden tarkastusten ja mahdollisten korjausten tarve. Niiden oli määrä olla valmiina ennen seuraavaa talvea ja lumikuormaa.

Myöhemmin kesäkuussa 2016 oli laadittu katselmuspöytäkirja puutelistoin ja ehdoin, joka mahdollisti rakennuksen käyttöönoton. Syystalvella 2016 rakennusvalvonta asetti uhkasakon, koska käyttöturvallisuuden olennaisesti liittyvät tarkastukset ja selvitykset olivat osin laiminlyöty. Määräaika velvoitteille oli 3.3.2017. Velvoitteita oli yhteensä neljä, joista yksi oli erityismenettelyn vaatimat asiakirjat ja toinen vanhojen rakenteiden ominaispiirteet ja kunto.

Tammikuussa 2017 pidetyssä osittaisessa loppukatselmuksessa yhtenä huomautuksena oli, että lumi on poistettava katolta "kunnes tilanne varmistettu".

Tammikuussa 2018 aulatiloissa tapahtui palkin murtumisen seurauksena katon notkahtaminen. Vaurion korjaussuunnittelua varten koottiin toinen rakentamisorganisaatio. Pääsuunnittelija oli sama, mutta hankkeelle nimettiin perheyhtiön palveluksessa oleva vastaava työnjohtaja sekä uusi rakennesuunnittelija. Tapahtuneen seurauksena kyseisen alueen kaikki palkit tuettiin lisäpilareilla.

Omistaja eli toiminnanharjoittaja oli laatinut kiinteistölle pelastussuunnitelman, joka oli päivätty 12.3.2018. Pelastussuunnitelman johdannossa puhutaan asukkaista ja asunnoista, joita kohteessa ei kuitenkaan ole. Riskienarvio oli tavanomainen toiminnan luonteeseen liittyen. Pelastussuunnitelmassa oli toimintakortteja erilaisiin tilanteisiin kuten poistumisharjoitusten pitämiseen.

Kohteeseen oli nimetty turvallisuushenkilöstö. Koulutuskirjanpidosta ja pelastussuunnitelman jalkauttamisesta ei löytynyt merkintöjä.

## 2.4 Viranomaisten toiminta

Meri-Lapin ympäristöpalvelut hoitaa rakennusvalvonnan Tornion, Keminmaan ja Tervolan alueella. Se määräsi kohteeseen käyttötavan muutoksen vuoksi tavanomaisten katselmusten lisäksi erityismenettelyn, jota käytetään vaativien ja mahdollisesti henkilöturvallisuusriskejä sisältävien rakenteiden turvallisuuden varmistamiseen.

Rakennustarkastaja tunnisti käyttötavan muutoksesta aiheutuvat selvitystarpeet ja vaati niitä ponnekkaasti katselmuksissa, sähköpostiviestein ja yhden kerran uhkasakon avulla.

Lapin pelastuslaitos on käyttötavan muutoksen yhteydessä valvonut lähinnä rakennuksen paloturvallisuuden parantamista ja sitä, että kiinteistölle on tehty asianmukainen pelastussuunnitelma. Pelastuslaitos on antanut lausunnon rakennushankkeesta ja palosimuloinneista, tehnyt käyttöönottotarkastuksen yhteydessä erityisen palotarkastuksen sekä ollut mukana hanketta koskevissa tapaamisissa ja sähköpostikeskusteluissa.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes valvoo kuluttajapalveluiden turvallisuutta ja on tehnyt tarkastuksen Duudsonit Activity Park -ketjun toimipisteisiin Seinäjoella elokuussa 2016 ja Espoossa syys-, loka- ja joulukuussa 2017. Tarkastuksilla ei selvitetty kiinteistöjen rakenteellista turvallisuutta vaan palvelun turvallisuusjohtamista. Tornion puistoon on tehty tutustumiskäynti helmikuun 2018 lopussa, mutta vierailu ei ollut varsinainen tarkastus. Huomiota kiinnitettiin muun muassa tuolloin ajankohtaiseen trampoliinipuistojen turvallisuuteen.

## 2.5 Pelastustoimen organisaatiot ja toimintavalmius

Oulun hätäkeskus tuottaa hätäkeskuspalvelut Lapissa. Sen tehtävä on hälyttää yksiköitä toimivaltaisen viranomaisen antamien hälytysohjeiden mukaan.

Lapin pelastuslaitos vastaa pelastustoimesta Lapissa. Pelastuslaitoksella on Kemi-Tornion alueella kaksi vakinaista paloasemaa. Pelastustoiminnan kenttäjohtajat ovat virka-ajan jälkeen kotivarallaolossa.

Pelastustoimen palvelutasopäätöksen mukaan onnettomuusalue on I-riskiluokkaa, jossa ensimmäisen pelastusyksikön tulee pääsääntöisesti olla kohteessa 6 minuutissa hälytyksen vastaanotettuaan.

Länsipohjan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä vastaa ensihoitopalveluista vastaa Kemi-Tornion alueella. Alueella on jatkuvassa lähtövalmiudessa neljä ambulanssia, joista kaksi on Torniossa. Lisäksi alueella on jatkuvassa valmiudessa ensihoidon kenttäjohtaja.

Sairaanhoitopiirin palvelutasopäätöksessä määritellään riskialuejaon sekä tehtävän kiireellisyysluokan mukaan ohjeelliset ajat tavoittaa potilas. Onnettomuuspaikka sijaitsee riskialueella 2, jossa kiireellisissä tehtävissä potilas tulee tavoittaa kahdeksassa minuutissa hälytyksestä.

Lapin poliisilaitos huolehtii poliisitehtävistä Pohjois-Suomen alueella. Lähin poliisiasema on Tornion keskustassa.

## 2.6 Tallenteet

Tutkintaryhmällä on ollut käytössä Oulun hätäkeskuksen hätäilmoituksiin ja hälytyksiin liittyvät äänitallenteet sekä hätäkeskuksen ja muiden viranomaisten välisen radioliikenteen taltiointit. Lisäksi käytössä ovat olleet pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto Pronton selosteet.

Niistä käy ilmi muun muassa ensimmäisen hätäpuhelun sisältö, hälytyslinjojen avaaminen hälytettäville pelastus- ja terveystoimen yksiköille, onnettomuuteen hälytetyt pelastus- ja terveystoimen yksiköt sekä puheliikenne hätäkeskuksen ja yksiköiden välillä. Selosteista ilmenevät myös yksiköiden lähtöajat, miehistön määrä ja saapumisaika kohteeseen.

Käytössä on ollut myös Duudsonit Activity Parkin turvakameran nauhoite, josta näkyvät tahtumat onnettomuusalueella ennen onnettomuutta.

## 2.7 Säädökset, määräykset, ohjeet ja muut asiakirjat

Hallin laajennuksen aikaan 1980-luvulla kantavista rakenteista määrättiin Suomen Rakentamismääräyskokoelman B-sarjassa. Kantavien rakenteiden suunnittelijoiden muodollinen pätevyys varmistettiin lähinnä oppiarvon ja tutkinnon avulla. Vaativammassa kohteissa varmistettiin myös, että suunnittelijalla oli kokemusta vastaavien tyyppisten kohteiden suunnittelusta.

Rakennuksen valmistumisaikana rakennustuotteiden kelpoisuus osoitettiin sarjatuotantoisilla tuotteilla ympäristöministeriön hyväksymän testauslaitoksen myöntämällä tyyppihyväksynnällä tai varmennetulla käyttöselosteella. Yksilöllisesti suunnitelmien mukaisesti kohteeseen tehdyt tuotteet, kuten palkkikenkä, varmennettiin pääosin valmistajan oman laadunvalvonnan mukaisesti. Tuotteen tuli olla suunnitelmien mukainen ja tuotantotavan täyttää hyvän rakentamistavan edellytykset. Tästä esimerkkinä hitsaustoiminnassa vaaditut hitsaajan pätevyudet ja hitsin laatuvaatimukset.

Lumikuormavaatimus Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B1 mukaan kantaville rakenteille oli rakennuksien rakentamisaikaan Torniossa 1,8 kN/m<sup>2</sup>, joka vastaa 180 kg/m<sup>2</sup> lumikuormaa. Vaatimus oli voimassa vuoteen 1998. Tästä eteenpäin vastaavan katon peruslumi-kuormavaatimusta kasvatettiin arvoon 2,2 kN/m<sup>2</sup>.

Kuormavaatimukset ilmoitetaan ominaiskuormina. Rakenteiden suunnittelussa kuormitukset kerrotaan varmuusluvulla muun muassa siltä varalta, että talvi on hyvin runsasluminen. Vastaavasti rakenteiden kantavuus kerrotaan rakennusmateriaalista riippuvalla varmuusluvulla. Näin suunniteltuna ja toteutettuna kelvollinen rakenne kestää lähes kaksinkertaisen kuorman ominaiskuormaan verrattuna.

Rakennuksen käyttötavan muutos tarkoitti, että nykyisin sovellettavien suunnittelumääräysten eli eurokoodien mukaisesti rakennuksen seuraamusluokka muuttui. Henkilövahinkojen osalta luokka on 3 eli korkein mahdollinen, koska seuraamukset onnettomuustilanteessa ovat suuret. Vastaavasti vaativuusluokka olisi todennäköisesti luokka 2 eli tavanomainen. Näistä laskettuna riskitasoluokka on suurin eli luokka 3.

Erityinen huolehtimisvelvollisuus kantavista rakenteista on rakennushankkeeseen ryhtyvällä. Rakennushankkeen eri suunnittelijoiden ja työnjohtajien kelpoisuudesta on vaatimukset maankäyttö- ja rakennuslaissa<sup>1</sup>. Kelpoisuuden hyväksyy kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että niillä säilyy riittävä lujuus ja vakaus koko suunnitellun käyttöiän ajan

Rakennuksen käyttötavan muutosluban hakemisen vuoksi sovellettavaksi tuli rakennusvalvontaviranomaisen edellyttämä erityismenettely<sup>2</sup>. Tämä tarkoittaa, että erittäin vaativassa rakennushankkeessa tehdään ulkopuolinen tarkastus. Näin on muun muassa silloin, kun kohteeseen liittyy erityinen riski siitä, että rakenteellisen turvallisuuden, paloturvallisuuden tai rakennusfysikaalisen toimivuuden vaatimuksia ei saavuteta. Erityismenettelyä voidaan vaatia uuden rakennuksen rakentamisessa sekä rakennuksen korjaus- tai muutostyössä. Rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä erityismenettelystä rakennusluvassa taikka aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana.

Laajarunkoisten rakennusten rakenteellisen turvallisuuden arvioinnista annetun lain<sup>3</sup> mukaan rakennuksen omistajan tulee huolehtia, että pätevä asiantuntija arvioi rakennuksen laajarunkoisen osan keskeisten kantavien rakenteiden turvallisuuden. Asiantuntijan on arvioitava, onko rakennuksen kantavuuden kannalta keskeisissä rakenteissa vikoja tai puutteita, jotka voivat johtaa rakennuksen tai sen osan sortumiseen. Arvioinnin on perustuttava rakennesuunnitelmiin taikka muuhun riittävään selvitykseen sekä rakennuksen ja rakenteiden havainnointiin paikalla.

Arviointitodistuksesta tulee käydä ilmi perusteltu arvio siitä, onko rakennuksen kantavuuden kannalta keskeisissä rakenteissa havaittu rakennuksen tai sen osan sortuman mahdollistavia vikoja tai puutteita. Lisäksi tulee esittää suositukset rakenteellisen turvallisuuden kannalta keskeisten rakenteiden seuranta-, hoito-, huolto- ja muiksi kunnossapitotoimenpiteiksi aikatauluineen.

---

<sup>1</sup> 132/1999

<sup>2</sup> 132/1999 150 d §

<sup>3</sup> 300/2015

Tarkastusten tueksi on tehty rakennusten rakenteellisen turvallisuuden tarkastusohje<sup>4</sup>. Rakennesuunnitelmien puuttuessa ohjeen mukaan voidaan laatia tarpeellisilta osin uudet rakennelaskelmat. Vaihtoehtona on riskien arviointi vertaamalla muihin vastaaviin rakennuksiin. Tarkastusta varten on ohjeen liitteenä erilaisia tarkastuslistoja, mutta olennaista on myös tarkastusta tekevän asiantuntijan kelpoisuus. Kelpoisuudelle on vaatimuksia. Tarkastuslistoissa ei ole kohtaa, joka erityisesti ohjaisi peltäneen palkkikengän tai sen hitsausliitosten tarkastukseen.

Lisäksi tarkastuksia varten on vuonna 2008 julkaistu puu- ja teräsrakenteisten hallien kunto-tarkastusohje<sup>5</sup>. Julkaisu ohjeistaa tutkimaan rakenteiden vastaavuuden olemassa olevien rakennesuunnitelmien kanssa sekä perehtymään rakennuksen huoltohistoriaan ja rakennuksessa tehtyjen mahdollisten muutostöiden aiheuttamiin vaikutuksiin. Lisäksi rakenteiden tarkastelussa ohjataan kiinnittämään huomio erityisesti rakenteiden mittoihin ja toleranssien riittävyteen, kantavien ja jäykistävien rakenteiden yleiseen kuntoon sekä puurakenteiden liitoksiin ja tukipintoihin. Ohjeen yhteydessä olevissa tarkastuslistoissa on kohta puurakenteiden liitoksille. Toisaalta tarkastuslistan *Rakenteiden kantavuus* -kohdassa ohjeistetaan, että yksi pääkannatinlinja tutkitaan järjestelmällisesti mitaten ja muut tarkastetaan silmämääräisesti kiikaria apuna käyttäen. Jos tarkastuksessa tulee yksikin epäilyttävä tekijä, puutteen vakavuus tulee selvittää. Tällaisena tekijänä mainitaan esimerkiksi liitosten suunnitelmanmukaisuuden vastaisuus.

Teräsrakenteiden suunnittelua koskevan standardin<sup>6</sup> mukaan hitsausliitosten paikallista epäkeskeisyyttä tulee välttää, jos mahdollista. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi tilannetta, jossa hitsin pituusakselin suhteen vaikuttava taivutusmomentti aiheuttaa vetoa hitsin juureen. Peltäneessä palkkikengässä vain yhdeltä puolelta hitsattu liitos oli juuri tällainen.

## 2.8 Muut tutkimukset

Paikkatutkimuksen perusteella oli selvää, että katto sortui, koska hitsausliitos petti kahdesta palkkikengästä. Onnettomuustutkintakeskus tilasi hitsausliitosten arvioinnin Tampereen teknilliseen yliopiston Materiaaliopin laboratoriolta, jonne molemmat palkkikengät toimitettiin.

Kappaleiden silmämääräisen tarkastelun perusteella murtuminen oli tapahtunut äkillisesti, ei väsymisen seurauksena. Palkkikengien kaikki liitokset oli hitsattu vain toiselta puolelta.

Hitsausliitoksista valmistettiin poikkileikkausnäytteet (hieet) käyttäen tavanomaisia menetelmiä. Hieitä tarkasteltiin tavanomaisella optisella mikroskoopilla, stereomikroskoopilla ja elektronimikroskoopilla. Kuvien perusteella murtuminen ei ole tapahtunut hitsin kohdalta vaan pääosin viereisen muutosvyöhykkeen alueella tai muutosvyöhykkeen ja perusaineen rajalla.

Hitsaus on tehty puoli-V-uraan, jossa vinoviiste on tehty primääripalkin päällä olleeseen kappaleeseen, mikä on lamellirepeämisen suhteen parempi kuin pystysuuntaiseen levyyn tehty viiste.

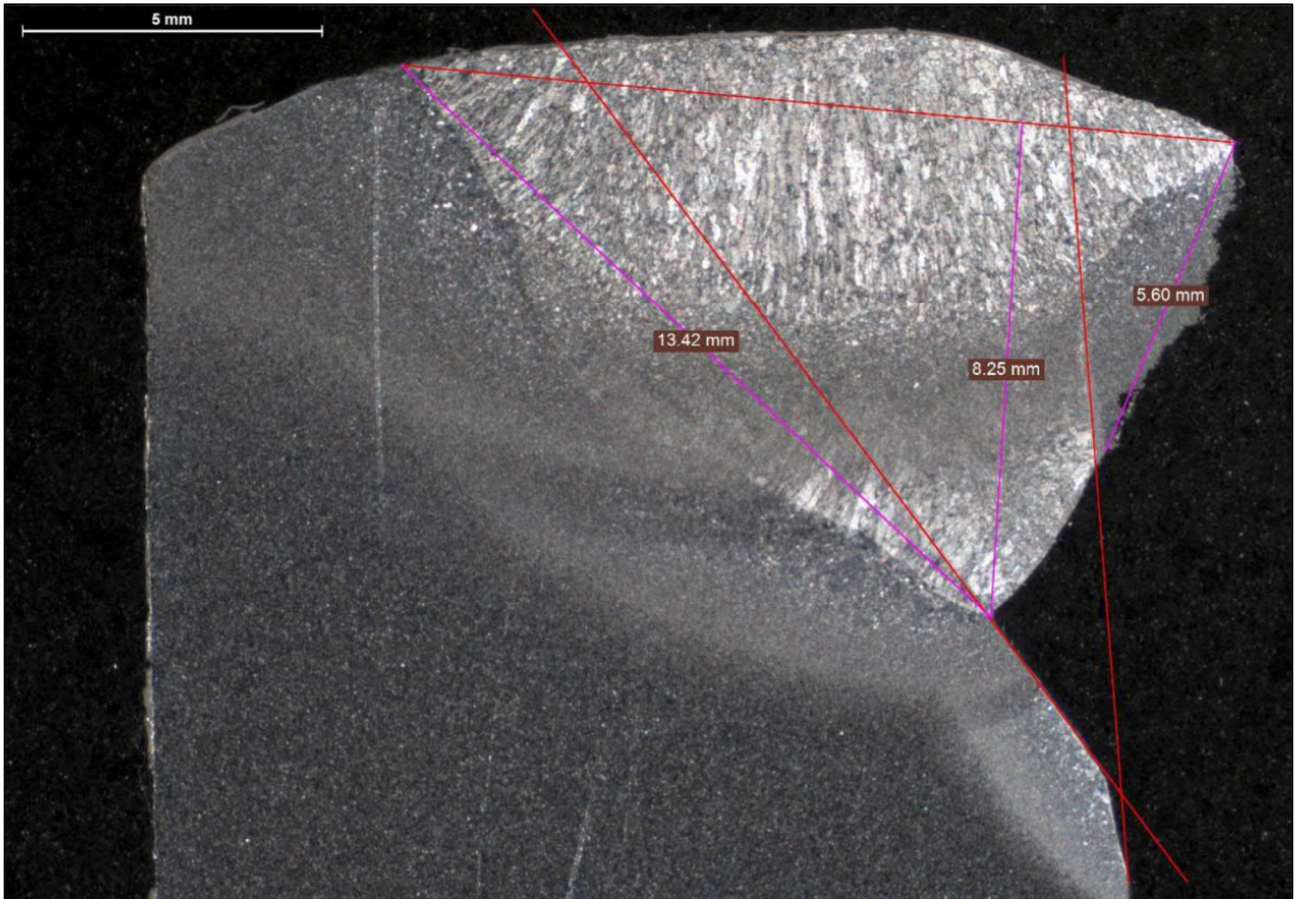
Hitsien lujuuden kannalta olennaisia mittoja ovat a-mitta ja z-mitta, jotka on esitetty yhden näytteen osalta kuvassa 6. Yleisesti a-mitat olivat näytteissä 8,2–11,6 mm ja z-mitat 5,6–16,5 mm. Huokosia tai merkittäviä mikrorakenteellisia virheitä hitseissä ei juurikaan havaittu. Joisain kappaleissa oli voimakasta suuntautuneisuutta, mikä voi altistaa lamellirepeilyyn.

---

<sup>4</sup> Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry (2015) *Rakennusten rakenteellisen turvallisuuden tarkastusohje*. Ohje RIL 269-2015.

<sup>5</sup> Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry (2008) *Puu- ja teräsrakenteisten hallien kuntotarkastus*. Ohje RIL 246-2008.

<sup>6</sup> Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (2006) *Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-8: Liitosten suunnittelu*. Standardi 1993-1-8.



Kuva 7. Pettäneen hitsin poikkileikkauksen mitat. A-mitta on kuvassa 8,25 mm ja z-mitat 13,42 ja 5,60 mm. Levyn paksuus on 16 mm.

Lisäksi kappaleille suoritettiin kovuusmittaukset sekä mitattiin teräslevyjen ja hitsin kemiallinen koostumus optisella emissiospektrometrillä. Analyysit ovat normaaleja. Kuitenkin melko korkea rikkipitoisuus voi altistaa lamellirepeilyyn.

Näytteiden juuripalon alla oli kuonaa, jonka koostumus tutkittiin pyyhkäiselektronimikroskooppiin liitetyllä EDS-analysointilaitteella. Koostumus kertoo, että kuona on jäänyt rakenteeseen hitsauksen yhteydessä eikä ole muodostunut käytön aikana korroosion seurauksena. Hitsiliitoksissa ei myöskään havaittu merkittäviä säröjä, mikä voisi viitata siihen, että rakenteessa ei ole tapahtunut rakennetta vähitellen heikentävää särönmuodostusta. Siten rakenteen poikkipinta-ala olisi pysynyt vakiona rakennuksen käytön aikana, jolloin murtuminen olisi tapahtunut äkillisesti suuren kuorman vuoksi.

Yhteenvetona todetaan, että hitseistä ei löydetty merkittäviä mikrorakenteellisia virheitä. Hitsautuminen ei kuitenkaan ole kokonaan ylettynyt läpi levynpaksuuden, kun esimerkiksi eräässä kohdassa liitoksen paksuus oli vain noin 5 mm. Tämä heikentää merkittävästi hitsien kantokykyä. Standardin<sup>7</sup> mukaan vain yhdeltä puolelta hitsatuissa päittäisliitoksissa alimassa hitsiluokassa D saa hitsin juuressa olla enintään 2 mm vajaa hitsautumissyvyys, luokissa B ja C vajautta ei sallita lainkaan. Teräsrakennusteollisuudessa vaadittu laatutaso on C, eikä sitä alemmaa hitsiluokkaa saa käyttää kuormaa kantavissa liitoksissa<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (2014) *Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat*. Standardi EN ISO 5817.

<sup>8</sup> Leino, T. (2006), *Staatteisesti kuormitettujen hitsausliitosten suunnittelu*. Tutkimusraportti VTT. Versio 19.7.2006.

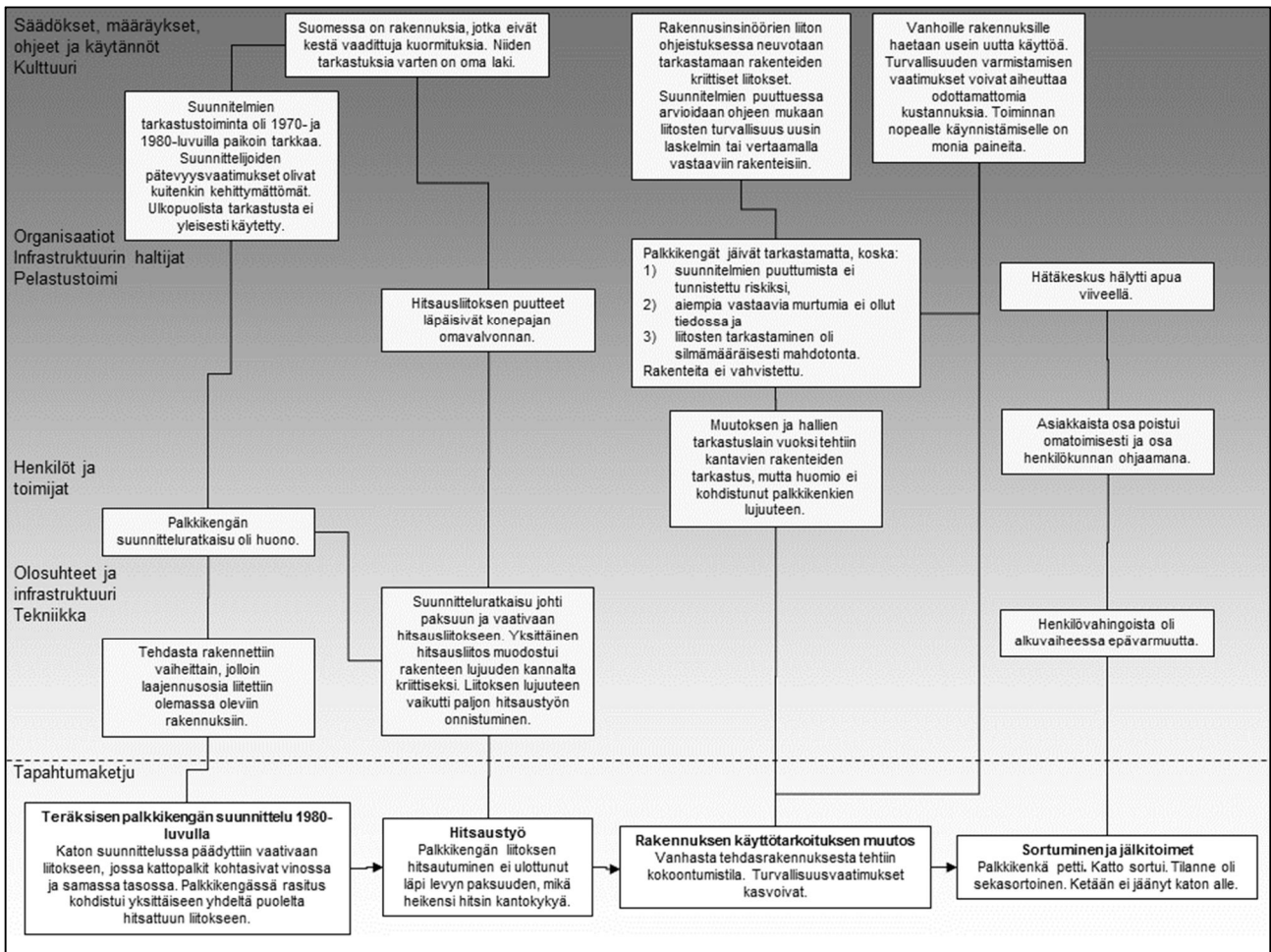
Vaativassa konstruktiossa riittävän lujuuden takaamiseksi tulisi hitsaus suorittaa kahdelta puolelta. Lisäksi rakenteet, joissa liitoksen pettäminen johtaa välittömään rakenteen sortumiseen, tulee standardin<sup>9</sup> mukaan tarkistaa paksuussuunnassa kuormitetun osan eheys lamelli-repeämien, kuonakerrostumien ja valssausvikojen suhteen ultraäänellä hitsauksen jälkeen.

---

<sup>9</sup> Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (1980) *Hitsaus. Staattisesti kuormitettujen teräsrakenteiden hitsausliitosten mitoitus ja lujuuslaskenta*. Standardi SFS 2373.

### 3 ANALYYSI

Onnettomuuden analysoinnissa on käytetty Accimap-menetelmää ja analyysitekstin jäsentely perustuu työryhmän laatimaan Accimap-kaavioon, joka julkaistaan erikseen.



Kuva 8. Accimap-kaavio.

### 3.1 Onnettomuuden analysointi

#### 3.1.1 Teräksisen palkkikengän suunnittelu 1980-luvulla

Kattorakenteiden suunnittelu olemassa olevien hallien yhteyteen oli vaativaa. Onnettomuushallin katon suunnittelussa ja toteutuksessa sekundääripalkit kohtaavat primääripalkin vinoasti ja samassa tasossa. Kattokannattimina toimivat sekundääriset liimapuupalkit oli liitetty primääripalkkiin ilman lattiasta tulevaa tuentaa. Palkkien vino liitos toteutettiin teräslevyistä hitsatuista palkkikengillä, jotka ylsivät primääripalkin yli. Palkkikengä kiinnitettiin vielä ruuveilla palkkiin.

Suunnittelussa ei ilmeisesti tunnistettu erityisesti palkkikengän yläosan hitsausliitokseen kohdistuvaa suurta taivutusmomenttia. Vaihtoehtona on, että hitsausliitos suunniteltiin lujemmaksi eli molemmilta puolilta hitsattavaksi, mutta jostain syystä hitsausliitos tehtiin toisin. Suunnitelmia ei ollut käytettävissä eikä palkkikengien valmistaja ole tiedossa.

Suunnittelun ja rakentamisen aikaan 1980-luvulla viranomaisvalvonta oli paikoin tarkkaa, kun rakennusvalvonta saattoi tarkastaa myös yksityiskohtia ja suunnitteluratkaisuja. Nyky-

sin huomio kiinnittyy enemmän pätevyyksien valvontaan. Tuolloin suunnittelijan pätevydeksi riitti tuolloin pääosin pelkkä oppiarvo tai tutkinto, eikä erityisiä järjestelmiä pätevyyden osoittamiseksi ollut. Paikallinen rakennusvalvonta arvioi suunnittelijan pätevyyden kohdekohtaisesti. Tuotteen valmistusaikaan suunnitelmien tarkastamisessa ei yleensä käytetty ulkopuolista tarkastusmenettelyä, jollainen nykyisin on käytössä.

Suomessa on edelleen lukuisia määriä vanhoja rakennuksia, joiden kantavat rakenteet eivät kestä vaadittuja kuormia. Siitä merkinä on esimerkiksi kevättalvi 2018, jolloin erilaisia kattoja sortui ainakin toistakymmentä. Vanhojen rakennusten tarkastamista varten on oma lainsäädäntönsä sekä erinäisiä ohjeita.

### 3.1.2 Hitsaustyö

Jos palkkikentä suunniteltiin toteutetun kaltaiseksi, suunnitteluratkaisu oli huono. Hitsi oli epäkeskeinen, jolloin hitsin juureen kohdistui suuri taivutusmomentti. Nykyisen standardin mukaan tällaista liitosta tulisi välttää, eli liitokseen tulisi suunnitella hitsi molemmille puolille. Nyt hitsaus oli tehty vain toiselta puolelta.

Jos liitos kuitenkin suunniteltiin vain yhdeltä puolelta hitsattavaksi, hitsaustyö vaatii hyvää ammattitaitoa, ymmärrystä liitoksen vaativuudesta ja toimivaa laadunvalvontaa. Nyt ohueksi jääneen hitsin kantokykyä heikensi se, ettei hitsautuminen kokonaan ulottunut läpi levyn paksuuden. Hitsaajasta tai hänen pätevyydestään ei ole tietoa, mutta hitsiliitoksen yleiset laatuvaatimukset eivät täyttyneet. Kantavan hitsin paksuus oli alimmillaan vain 5–6 mm vaikka levyn paksuus oli 16 mm. Tällaisille rakenteille tavanomaisissa hitsausluokissa hitsaussyvyys vaajautta ei standardin mukaan sallita lainkaan. Todennäköisesti liitosten laadunvalvonta perustui osat valmistaneen konepajan omavalvontaan, joka näin ollen ei ollut toiminut.

### 3.1.3 Rakennuksen käyttötarkoituksen muutos

Vanhoille rakennuksille haetaan usein uutta käyttöä. Käyttötarkoituksen muutos edellyttää usein lisävaatimuksia rakennuksen turvallisuustason parantamiseksi. Tästä koituvat lisäkustannukset ja suunniteltu rakentamisaikataulun venyminen voivat luoda taloudellisia paineita muutokseen ryhtyvälle. Näin etenkin silloin, kun on kyse yritystoiminnan käynnistämisestä. Toisaalta myös kunnan toimielimiltä voi kohdistua paineita valvontaviranomaiseen, jotta elinkeinotoiminta saadaan käyntiin.

Teollisuusrakennuksen muuttaminen kokoontumistilaksi edellytti erityismenettelyä paloturvallisuuden ja rakenteellisen turvallisuuden osoittamiseksi. Rakennusvalvonta esitti vaatimuksia moneen kertaan tehostaen niitä myös uhkasakolla. Vaatimuksia rakenteiden tarkastamiseen juontui myös melko tuoreesta laajarunkoisten rakennusten rakenteellisen turvallisuuden arviointia koskevasta laista. Rakenteiden tarkastuksen teki rakennusvalvonnan päteväksi arvioima taho.

Tarkastuksessa perehdyttiin kantaviin rakenteisiin, erityisesti palkkien halkeamiin ja muodonmuutoksiin. Palkkikenttiin ei kiinnitetty huomiota. Tarkastusraportissa ainoastaan todettiin, että suunnitelmia palkkikengistä ei ole käytettävissä. Suunnitelmien puuttumista ei arvioidu toimenpiteitä vaativaksi riskiksi. Vastaavia palkkikengän aikaisempia murtumia ei ole yleisesti tiedossa. Lisäksi puutteelliseksi todetun hitsausliitoksen tarkastaminen silmämääräisesti oli mahdotonta, koska se oli piilossa palkkien yläpuolella.

Tarkastuksia helpottamaan laadittujen ohjeiden mukaan suunnitelmien puuttuessa arvioidaan liitosten turvallisuus uusin laskelmin tai vertaamalla niitä vastaaviin rakenteisiin. Ohjeen liitteenä on tarkastuslistoja, joissa mainitaan yleispiirteisesti myös liitosten tarkastaminen. Tarkastusmenettely nojaa tarkastusta tekevien pätevyyteen ja ymmärrykseen erilaisista

rakenteisiin liittyvistä riskeistä. Tätä ymmärrystä saadaan, kun tietoa kertyy erilaisista vaurioista. Käytännön tarkastusta rajoittaa muun muassa se, että millainen toimeksianto on saatu ja millaisia mahdollisuuksia voi olla esimerkiksi rakenteiden purkuun tarkastusta varten.

### 3.1.4 Sortuminen ja jälkitoimet

Sortuma tapahtui talvella, koska silloin kattorakenteisiin kohdistuu kuormaa katolla olevan lumen vuoksi. Rakentamismääräysten mukaan rakennukset pitää suunnitella ja toteuttaa siten, että ne kestävät tavanomaista suuremmatkin lumikuormat. Tapahtuman aikaan Torniossa oli runsaasti lunta, mutta ennätyksellisestä tilanteesta ei ollut kyse. Rakennusten kestävyys ei määräysten mukaan saa perustua siihen, että lunta poistetaan katoilta.

Sortuman sattuessa elämyspuistossa sisällä oli noin 120 henkeä, pääosin lapsia. Viereisessä hallissa ollut työntekijä tunsi sortuman aiheuttaman ilmapvirtauksen ja lähti katsomaan mistä tämä johtui. Hän näki pelokkaiden ja osin hysteeristen lasten ja aikuisten juoksevan tuloau- laan hakemaan päällysvaatteitaan. Työntekijät aloittivat paikallaolijoiden evakuoinnin. Kaikki ihmiset evakuoitiin koko kiinteistöstä.

Alkuvaiheessa oli epäselvää, oliko ketään jäänyt sortuman alle. Henkilökunta totesi turvakameran taltiota katseltuaan, ettei ketään ollut onnettomuuden sattuessa sortuma-alueella. Pelastuslaitos tutki alustavasti sortuma-alueen ja varmisti asian.

Onnettomuudessa ei loukkaantunut ketään. Tornion kaupungin sosiaalitoimi sekä sairaalan psykiatrinen poliklinikka tiedottivat seuraavana päivänä mahdollisuudesta kriisiavun saantiin. Sitä ei tarvittu.

## 3.2 Pelastustoimien analysointi

Henkilökunta evakuoiti elämyspuiston asiakkaita ripeästi pian sortuman jälkeen.

Sortumakohdan lähellä ollut mies soitti ensimmäisen hätäpuhelun ja kertoi selkeästi tapahtumien kulun puhelun 23 ensimmäisen sekunnin aikana. Tässä ajassa soittaja ilmaisi olevan epäselvää, onko sortuman ja lumen alle jäänyt ihmisiä. Silti hätäkeskuspäivystäjä teki hälytyksen vasta 3 minuuttia 21 sekuntia puhelun alkamisesta. Yleisesti on tapana, että apua hälytetään heti, kun riittävät tiedot onnettomuudesta on saatu, ja pyydetään ilmoittajaa odottamaan sen aikaa. Näin ei toimittu vaan hälyttäminen tehtiin vasta puhelun päättyttyä. Tässä tapauksessa jälkikäteen voitiin todeta, että pitkällä hälyttämisiivieellä ei ollut merkitystä, koska sortuman alle ei ollut jäänyt ketään.

Ensimmäinen pelastusyksikkö tuli paikalle nopeasti ja tavoiteajassa. Pian henkilökunnan ilmoituksen ja sortumapaikan tutkimisen perusteella varmistui, ettei ketään ollut jäänyt sortuman alle. Yhdessä henkilökunnan ja poliisin kanssa koko rakennus tyhjennettiin. Tilannekuva valkeni nopeasti pelastuslaitokselle ja sen resurssit olivat niukat, mutta riittävät. Pelastusyksiköt pystyvät paikallisesti nostamaan ja leikkaamaan raskaitakin kappaleita. Suuriin nostoihin tilataan ulkopuolista nostokalustoa. Pelastuslaitos lisäsi valmiutta hälyttämällä lisäresurssia paloasemille.

Ensimmäinen ambulanssi oli kohteessa nopeasti ja tavoiteajassa. Sen tehtäväksi jäi kysellä, oliko kukaan sisällä olleista loukkaantunut. Ensihoidon kenttäjohtaja varautui suureen potilasmäärään aktivoimalla nopeasti suuronnettomuustilanteen mukaisen toimintamallin. Ensihoidon resurssit olivat riittävät ja siirtyminen suuronnettomuusvalmiuteen sujui kitkatta.

Psykososiaalisen tuen ennakkohälyttämisen ensihoito teki poliisin kanssa. Poliisipartio saapui kohteeseen nopeasti ja osallistui alussa evakuointiin.

### 3.3 Viranomaisten toiminnan analysointi

Rakennusvalvonta lupaviranomaisena valvoi rakennushanketta, jossa rakennuksen käyttötapa muuttui. Rakennusvalvonta opasti rakennuttajaa useamman kerran vaaditun turvallisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Paloturvallisuusasioissa pelastuslaitos toimi alansa asiantuntijana rakennusvalvonnan apuna.

Hankkeen aikana pidettiin useita katselmuksia. Niitä varten tarvittavia dokumentteja puuttui jokaisessa katselmuksessa. Rakennuttaja ei toimittanut kaikkia selvityksiä määräaikoihin mennessä, joten rakennuttajalle asetettiin uhkasakko puutteiden korjaamiseksi tiettyyn päivämäärään mennessä. Kiinteistön käyttötarkoituksen muuttuessa voivat turvallisuuden varmistamiseen ja lisäämiseen tähtäävien toimien kustannukset tulla yllätyksenä kokemattomalle kiinteistönomistajalle.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätökset sisältävät onnettomuuden tai vaaratilanteen syyt. Syyllä tarkoitetaan erilaisia tapahtuman taustalla olevia tekijöitä ja siihen vaikuttavia välittömiä ja välillisiä seikkoja.

1. Onnettomuudessa petti kaksi liimapuupalkkeja kannatellutta teräksistä palkkikenkää. Palkkikenkien tärkein hitsausliitos oli periaatteeltaan ja käytännön toteutukseltaan huono. Hitsaustyö ei täyttänyt tavanomaisia laatuvaatimuksia. Rakentaminen oli tehty 1980-luvulla.

*Johtopäätös: Suomessa on rakennuksia, joiden suunnittelussa ja toteutuksessa on epäonnistuttu. Osaan niistä sisältyy suuren onnettomuuden vaara. Ongelmaan ei ole muuta apua kuin rakenteiden tarkastaminen ja sen perusteella korjaaminen. Epäonnistumisia on monenlaisissa rakenteissa, myös hitsausliitoksissa.*

2. Vanhaa teollisuuskiihteistöä oltiin muuttamassa kokoontumistilakäyttöön, jolloin turvallisuusvaatimukset kasvoivat. Sen vuoksi rakennusvalvonta vaati tarkastuksia ponnekkaasti. Tarkastus ei eri syistä tavoittanut palkkikengissä ollutta vikaa.

*Johtopäätös: Tarkastukset ovat ainoa keino vanhojen rakenteiden turvallisuuden varmistamiseen. Tarkastus ei kuitenkaan voi olla täysin aukoton. Osaaminen ja tietoisuus kehittyvät havaittujen vaurioiden myötä. Tieto erilaisista vaurioista ja siten riskeistä leviää huonosti. Rakennusvalvontaa tarvitaan tarkastusten laadun varmistamiseen sekä siihen, että niitä tehdään ajoissa.*

3. Sortuma oli vakava, koska tilassa oli paljon ihmisiä, pääosin lapsia. Sortuma-alue oli pieni suhteessa rakennuksen koko pinta-alaan. Onnekkaasti ketään ei ollut kohdalla. Hetken aikaa oli epäselvyyttä, että onko ketään jäänyt alle. Pelastajien hälyttämisessä oli parin minuutin tarpeeton viive, jolla ei tässä tapauksessa ollut merkitystä.

*Johtopäätös: Kokoontumistilan kattosortuma aiheuttaa hengenvaaran useille ihmisille. Sortumat voivat aiheuttaa erityisesti lasten kyseessä ollessa lisäksi kohtuuttomia pelkoja. Asiakkaiden pitää voida luottaa siihen, että katto kestää. Rakennuksen omistajan on huolehdittava rakenteiden kunnosta. Palvelun turvallisuudesta vastaa myös toiminnanharjoittaja.*

## 5 TURVALLISUUSUOSITUKSET

### 5.1 Rakennusonnettomuuksien tietokanta

Kattorakenteiden turvallisuutta oli rakennusvalvonnan vaatimuksesta pyritty tarkastamaan sekä laajarunkoisten hallien tarkastusmenettelyyn että erillismenettelyyn perustuen. Palkkikenkien osalta ainut maininta tarkastusraportissa on, että niistä ei ollut suunnitelmia käytävissä. Hitsausliitoksen puutteet eivät paljastuneet, mikä on ymmärrettävää kolmesta syystä:

1. liitoksen silmämääräinen tarkastus oli rakenteita purkamatta mahdotonta
2. hitsausliitoksen kelvollisuutta ei usein pysty toteamaan silmämääräisesti
3. palkkikenkien vaurioita ei ole yleisesti tiedossa, joten ei ollut erityistä syytä epäillä palkkikenkien turvallisuutta.

Tarkastusten tuloksellisuuden kannalta tarkastuksia tekevien tiedossa tulisi olla laajasti erilaiset rakenteet, jollaisille on aikaisemmin jossain tapahtunut vaurioita. Jatkossa esimerkiksi sortuneen kaltaisten palkkikenkien kestävyyttä osataan paremmin epäillä ja selvittää. Yleisesti on tärkeää, että jokaisesta vaurioista opitaan ja samanlaisten vaurioiden toistuminen voidaan estää.

Onnettomuustutkintakeskus toistaa vuonna 2004 antamansa ja vuosina 2011 ja 2012 toistamansa suosituksen<sup>10 11 12 13</sup>, jonka mukaan

*Rakennusalalle tulisi ympäristöministeriön johdolla kehittää tietokanta, johon kerätään tietoa mahdollisimman monista rakennusonnettomuuksista ja vaaratilanteista. Kaikilla tulisi olla pääsy kyseiseen tietokantaan ja tiedoista tulisi laatia yhteenvetoja sopivin väliajoin. [B1-B2/03Y/S5]*

Tähän tarkoitukseen on kehitetty Rakennusvirhepankki, johon rakenteellisen turvallisuuden kannalta tärkeitä tietoja kertyy niukasti ja hyödynnettävyys tarkastuksissa on vähäinen. Esimerkiksi kevättalvella 2018 tapahtui toistakymmentä mediassa ja pelastustoimen hälytyksissä näkynyttä kattosortumaa ja todennäköisesti monta muutakin vauriota, mutta niiden tietoja ei ole saatavissa.

### 5.2 Rakennusvalvontojen yhdistäminen

Tutkitussa tapauksessa kunnan rakennusvalvonta oli perustellusti vaatinut kantavien rakenteiden tarkastuksia, koska rakennuksia oltiin muuttamassa kokoontumistilakäyttöön. Vaatimuksia jouduttiin tehostamaan uhkasakolla. Rakennus oli käytössä, vaikka osa käyttöönoton edellytyksinä olleista toimenpiteistä oli tekemättä. Myös loppukatselmus puuttui.

Onnettomuustutkintakeskus toistaa vuonna 2007 antamansa suosituksen<sup>14</sup>, jonka mukaan

<sup>10</sup> Onnettomuustutkintakeskus (2004) *Monitoimihallin katon vaurioituminen Mustasaarella 17.1.2003*. Tutkintaselostus B1/2003Y.

<sup>11</sup> Onnettomuustutkintakeskus (2004) *Messuhallin katon romahtaminen Jyväskylässä 1.2.2003*. Tutkintaselostus B2/2003Y.

<sup>12</sup> Onnettomuustutkintakeskus (2011) *Urheiluhallin katon romahtaminen Järvenpäässä 23.2.2010 ja muita rakennevaurioita kevättalvella 2010*. Tutkintaselostus B1/2010Y.

<sup>13</sup> Onnettomuustutkintakeskus (2012) *Kooste talven 2010–2011 rakennevaurioista*. Tutkintaselostus D1/2011Y.

<sup>14</sup> Onnettomuustutkintakeskus (2007) *Kevättalven 2006 rakennusonnettomuudet*. Tutkintaselostus S1/2006Y.

*Ympäristöministeriön tulisi ryhtyä toimenpiteisiin kuntakohtaisten rakennusvalvontojen yhdistämiseksi suuremmiksi kokonaisuuksiksi siten, että kullakin alueellisella rakennusvalvonnalla olisi riittävä erityisosaaminen erilaisten rakennusten ja rakenteiden valvontaan ja seurantaan. [S1/06Y/S2]*

Suuremmat ja yksittäisestä kunnasta riippumattomat rakennusvalvonnat antaisivat viranomaiselle paremmat mahdollisuudet huolehtia sujuvalla ja turvallisuuden varmistavalla tavalla erityisesti tavallisesta poikkeavista rakennus- ja muutoshankkeista. Osaamista ja voimaa vaatimusten esittämiseen tarvitaan myös rakennuksen käytön aikaisten tarkastusten valvon-  
nassa.

Tornion tapauksessa rakennusvalvonta toimi yhteistyössä naapurikuntien kanssa. Silti vahvempi organisaatio olisi eduksi.

### 5.3 Toteutetut toimenpiteet

Kiinteistön omistaja on rakennesuunnitelmien mukaisesti varmistanut vastavanlaisten liitosten turvallisuuden lisäpilareilla. Samanlaisia liitoksia oli hallissa romahdusalueen yhteydessä yhdeksän.

Onnettomuustutkintakeskuksen tiedossa ei ole onnettomuuden jälkeen toteutettuja toimenpiteitä, joiden tarkoituksena olisi vastaavanlaisia tapahtumien välttäminen.

Helsingissä 15.6.2018

Kai Valonen

Jaakko Niskala

Veikko Alaviuhkola

Toni Kekki

## LÄHDELUETTELO

### Kirjalliset lähteet

- Leino, T. (2006), *Staattisesti kuormitettujen hitsausliitosten suunnittelu*. Tutkimusraportti VTT. Versio 19.7.2006.
- Onnettomuustutkintakeskus (2004) *Monitoimihallin katon vaurioituminen Mustasaarella 17.1.2003*. Tutkintaselostus B1/2003Y.
- Onnettomuustutkintakeskus (2004) *Messuhallin katon romahtaminen Jyväskylässä 1.2.2003*. Tutkintaselostus B2/2003Y.
- Onnettomuustutkintakeskus (2007) *Kevättalven 2006 rakennusonnettomuudet*. Tutkintaselostus S1/2006Y.
- Onnettomuustutkintakeskus (2011) *Urheiluhallin katon romahtaminen Järvenpäässä 23.2.2010 ja muita rakennevaurioita kevättalvella 2010*. Tutkintaselostus B1/2010Y.
- Onnettomuustutkintakeskus (2012) *Kooste talven 2010–2011 rakennevaurioista*. Tutkintaselostus D1/2011Y.
- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry (2015) *Rakennusten rakenteellisen turvallisuuden tarkastusohje*. Ohje RIL 269-2015.
- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry (2008) *Puu- ja teräsrakenteisten hallien kuntotarkastus*. Ohje RIL 246-2008.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (2006) *Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-8: Liitosten suunnittelu*. Standardi 1993-1-8.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (1980) *Hitsaus. Staattisesti kuormitettujen teräsrakenteiden hitsausliitosten mitoitus ja lujuuslaskenta*. Standardi SFS 2373.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (2014) *Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sula-hitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat*. Standardi EN ISO 5817.

### Tutkinta-aineisto

- 1) Paikatutkinnan valokuvat, pelastuslaitoksen valokuvat ja valvontakameravideot
- 2) Poliisin tutkintailmoitus, teknisen tutkinnan valokuvaliite ja valokuvat
- 3) Tutkimusraportti palkkikenkien hitsausliitoksista
- 4) Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto Pronton hälytysseloste ja onnettomuusseloste
- 5) Hätäkeskuksen tallenteet
- 6) Kuulemiset
- 7) Kiinteistön pelastussuunnitelma
- 8) Rakennuksen muutostyöhön liittyvät rakennuslupa-asiakirjat, vaatimuksiin liittyvää kirjeenvaihtoa ja vanhat asemapiirustukset
- 9) Pelastuslaitoksen muutostyöhön antamat lausunnot ja palotarkastuspöytäkirjoja
- 10) Toiminnallisen palomitoituksen aineistoa
- 11) Rakenteelliselle turvallisuudelle tehty tarkastusraportit sekä niihin liittyviä asiakirjoja
- 12) Mitatut ja Suomen ympäristökeskukselta saadut tiedot lumikuormasta
- 13) Sätiedot

## YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA

Tutkintaselostusluonnos on ollut lausunnolla ympäristöministeriössä, Tornion kaupungilla (rakennusvalvonta) ja kiinteistön omistajalla.

Ympäristöministeriö ja Tornion kaupunki ilmoittivat puhelimitse, ettei niillä ole lausuttavaa.

Kiinteistön omistaja kertoi lausunnossaan korjaustoimista, joita on tehty vastaavanlaisten liitosten turvallisuuden varmistamiseksi.