



D-TUTKINTA

D4/2008Y

Ylipainehallin painuminen kasaan Espoossa 10.11.2008

<i>Tapahtuma-aika:</i>	10.11.2008 klo 19
<i>Tapahtumapaikka:</i>	Majurinkuja 6, ESPOO
<i>Tapahtuman luonne:</i>	Golf-käytössä ollut ylipainehalli (kuva 1) romahti puuskaisen tuulen aikana kokonaan alas. Sisällä oli ihmisiä, mutta kukaan ei loukkaantunut.
<i>Seuraukset ja vahingot:</i>	Koko ylipainehalli lyyhistyi kasaan hallia koossa pitävän ylipaineen purkaututtua pois (kuva 3). Osa hallin peitekangasta repesi perustusten kiinnitysvaijereista irti. Henkilövahinkoja ei tullut.
<i>Säätila:</i>	Tuuli oli tapahtuman aikaan navakkaa ja hyvin puuskaista. Keskituulen nopeus oli Espoossa kello 18–19 aikaan 9,7 m/s, kello 19–20 11,5 m/s ja kello 20–21 12,3 m/s. Puuskissa tuulen nopeus oli enimmillään yli 20 m/s. Lämpötila oli noin 8 astetta.

Tapahtumien kulku

Puuskaava tuuli aiheutti sen, että ylipainehallin peitekangas, joka oli jo vanhuuttaan hapertunut, repesi maahan ankkuroidusta kiinnitysvaijerista irti ja koko hallin takaseinä siirtyi 1,5 metriä paikaltaan. Lisäksi hallin peitekangas repeytyi halki katon keskivaiheelta. Tapahtuma oli äkillinen ja koko halli painui kasaan hyvin nopeasti. Hallin kaksikerroksisella golfpallojen lyöntitasolla alimmalla tasolla oli kymmenkunta henkilöä. Ylätasanteelta oli yksi golfin pelaaja poistunut noin 15 minuuttia ennen romahdusta. Osa hallin suurista valaisimista, jotka oli kiinnitetty hallin kattoon peitekankaaseen kiinnitetyn vaijerin varaan, putosi suoraan ylätasanteelle.

Ylipainehallin alaosan kiinnitysvaijeri oli ankkuroitu noin parin metrin välein maahan. Yksi huolto-oven ankkureista hallin takaosassa oli noussut ylös, muut ankkurit olivat paikallaan.



Kuva 1 Sortunut ylipainehallia vastaava toinen ylipainehalli. Kuvassa näkyy hallin sisäänmenokäytävä, jossa on pyörivä ovi, jotta paine ei pääse purkautumaan ovesta kuljettaessa.

Tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi eikä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta käsitellä. Tutkintaselostuksen käyttämisestä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä. Tutkintaselostusta ei ole kirjoitettu siten, että se olisi tarkoitettu käytettäväksi oikeudenkäynnissä.



Kuva 2. Kuva on otettu vastaavan ylipainehallin toisen kerroksen lyöntitasanteelta golf-kentälle päin. Sortunut halli oli sisätiloiltaan suunnilleen samanlainen. Asiakkaat liikkuvat vain hallin lyöntitasanteilla, heillä ei ole lupaa mennä kentälle kävelemään.



Kuva 3. Kuva on otettu sortuneen ylipainehallin toisen kerroksen lyöntipaikalta, jota vastapäätä on hallin varauloskäytävä. Varauloskäytävän yksi maahan asennetuista ankkureista oli noussut maasta ylös. Repeämien kohdalta hallin ylipaine purkautui äkillisesti ja halli painui kokonaan kasaan.

Onnettomuuden taustatiedot

Sortunutta ylipainehallia käytetään golflyöntien harjoitteluun (kuva 2). Lyöntipaikat ovat hallin toisessa päässä kahdessa kerroksessa. Lyöntipaikkoja on alhaalla 20 kpl ja ylätasanteella 16 kpl. Hallin alatasanteella lyöntipaikkojen vieressä on viiden pöydän kahvilatila, jota hoitaa yksi henkilö vastaanottopalvelujen yhteydessä.

Golfpalloja lyödään lyöntitasopaikoilta kenttäosaan, josta ne lähes itsekseen pyörivät takaisin lähelle lyöntipaikkaa. Pelaajilla eli asiakkaila ei ole tarvetta itse mennä hallin keskiosassa sijaitsevalle kentälle.

Halli koostuu suuresta peitekankaasta, jonka alaosassa kulkee hallin ympäri ankkurivaijeri, joka on ankkuroitu maahan noin parin metrin välein. Kangas pullistuu ja muodostaa hallin katon, kun halliin tuotetaan ylipaine sähköllä toimivan puhaltimen avulla.

Tietoja muista ylipainehallien vaurioista

Tässä tutkinnassa selvitettiin taustatietojen syventämiseksi muutamia muita onnettomuuksia vastaavanlaisissa ylipainehalleissa. Selvitykseen otettiin mukaan Kajaanin pallohalli, Kokkolan uimahalli sekä kolme Tampereella sijaitsevaa tennishallia. Selvitys tehtiin haastattelemalla hallien historiaa ja käyttöä tuntevia henkilöitä.

Kajaanin Pallohalli

Kajaanin Pallohalli on tiettävästi yksi maamme suurimpia ylipainehalleja, jonka sisällä on täysimittainen jalkapallokenttä. Kajaanin halli on sortunut kolme kertaa 14 vuoden olemassa olonsa aikana. Se sortui pian rakentamisensa jälkeen sekä sen jälkeen huonon korjauksen takia uudelleen. Kolmas kerta oli keväällä 2008. Kaikki sortumat ovat johtuneet märän lumen painosta. Hallissa on ollut energian säästösyistä ja alussa ilmeisesti myös puutteelliseen käyttöopastukseen perustuvista syistä johtuen liian vähän painetta, jolloin märkä lumi on painanut peitekankaan katto-osan alas aiheuttaen repeämän. Tuulen vuoksi halli ei ole rikkoutunut kertaakaan.

Kevään 2008 repeämän yhteydessä lumi painoi peitekankaan niin alas, että se otti kiinni hallin päädyssä olleen jalkapallomaalin ylänurkkaan. Tämän seurauksena peitekankaaseen tuli kymmeniä metrejä pitkä repeämä. Kaikki repeämät ovat olleet hallin poikkisuunnassa.

Ensimmäinen ja kolmas repeäminen sattuivat yön aikana, jolloin hallissa ei ollut ihmisiä. Toisen repeämän aikana urheilukentän työntekijä oli hallissa, mutta silloinkaan ei sattunut henkilövahinkoja eikä tiettävästi ollut edes sen välitöntä vaaraa. Saatujen kokemusten perusteella ylipainehalli ei putoa alas kerralla, mikä vähentää loukkaantumisten vaaraa. Kajaanin pallohallin korjaustöiden yhteydessä on havaittu, että kun hallin päädyssä olevat puhaltimet pyörivät, niiden puolelle jäävä hallin osa pysyy ylhäällä, vaikka toisessa päädyssä olisi kymmenien metrien pituinen repeämä. Kajaanissa hallin kasaan painuminen on aina tapahtunut hitaasti, eikä tiettävästi edes katosta roikkuvia valaisimia ole särkynyt. Jos putoaminen tapahtuisi rymähtämällä, lamput todennäköisesti hajoaisivat.

Kajaanin ylipainehallin enimmäishenkilömäärä on 350, mutta isoissa tapahtumissa, kuten esimerkiksi koiranäyttelyissä, väkeä voi olla enemmän. Viimeisimmän rikkoutumisen jälkeen rakennustarkastaja on vaatinut suurten tapahtumien yhteydessä hallin seinämille asennettavaksi suojakatokset, joissa voidaan turvallisesti liikkua, vaikka halli romahtaisikin.

Kajaanin hallissa on käytössä kolme puhallinkonetta, joista kaksi on kerrallaan käynnissä. Yksi toimii varakoneena. Viimeisimmän romahduksen jälkeen halliin on asennettu paineen mittaukseen infrapunalaitte, joka hälyttää, jos paine laskee liian alas. Tällöin kytkeytyy automaattisesti myös lisää puhallinkoneita päälle.

Kajaanin ylipainehallissa, kuten isoissa halleissa yleensäkin, on perustuksissa betonisokkeli, joka tuo varmuutta hallin paikallaan pysymiseen. Tiedossa on, että joillakin paikkakunnilla, joissa hallin betonisokkeli on liian matala, lumenaurauskalusto on repinyt peitekankaan rikki sokkelin vierestä ja paine on ruvennut hallissa vähenemään. Kajaanin hallille tätä ei ole tapahtunut, koska sokkeli on riittävän korkea.

Hallin kangasmateriaalille on tutkimuksissa annettu 25–30 vuoden käyttöikä. Tämän jälkeen kangas saattaa nykytietämyksellä haurastua niin, että se voi rikkoutua helposti esimerkiksi lumen painosta tai tuulen voimasta.

Kokkolan uimahalli

Kokkolan uimahallina toiminut ylipainehalli sortui 1970-luvulla useammankin kerran. Vauriot korjattiin muutamissa päivissä ja käyttö jatkui ennallaan. Syynä sortumiin oli tiettävästi kova tuuli ja samassa yhteydessä tapahtuneet sähkökatkot. Kova tuuli on myös saattanut painaa hallia kasaan, jolloin on tapahtunut repeämiä ja ylipaineen purkautuminen sekä niiden seurauksena hallin painuminen läjään. Joissakin tapauksissa puhaltimet ovat pysähtyneet sähkökatkon seurauksena aiheuttaen ylipaineen häviämisen ja hallin sortumisen. Henkilövahinkoja ei ole tiettävästi sattunut.

Uimahallissa sortuminen saattaisi aiheuttaa uima-altaassa olevien henkilöiden hukkumisen, jos peitekangas putoaisi altaassa olevien ihmisten päälle. On mahdollista, että ihmisten ohjaus sortumatilanteessa on riittämätöntä.

Tampereen Hervannassa sekä Hakametsässä olevat tennishallit

Hervannan ylipainehallissa on kaksi tenniskenttää ja Hakametsän hallissa yksi. Hallien kattolamput roikkuvat suoraan peitekankaasta, joka on kaksikerroksinen niin, että kankaiden välissä on noin 50 millimetrin ilmarako. Valmistaja on antanut peitekankaalle noin 30 vuoden kestoajan.

Hakametsän halli on tiettävästi kovan tuulen vuoksi kerran revennyt keskisaumoista ja painunut kasaan, mutta henkilövahinkoja ei ole sattunut. Joskus paine on hävinnyt sen vuoksi, että hallin kankaaseen on vedetty ilkvallan seurauksena isot viillot. Peitekangasta on jouduttu näissä tapauksissa paikkaamaan, minkä jälkeen halli on ollut jälleen normaalissa käyttökunnossa.

Hervannan hallissa on käynyt kerran myös niin, että ovet on revitty väkivalloin auki, jolloin paine hallissa on päässyt nopeasti vähenemään.

Halleissa on dieselkäyttöiset apukompressorit, jotka kytkeytyvät automaattisesti päälle, jos paine vähenee liikaa. Käytäntönä on myös, että kovan tuulen tai esimerkiksi rankan lumisateen ajaksi hallin ylipainetta nostetaan painumien ja esimerkiksi lampujen heilumisen vähentämiseksi. Tämä auttaa myös siihen, että hallin kangas ei repeä niin helposti.

Tampereen Kaupin tennishalli.

Kaupin hallissa on kaksi tenniskenttää. Siellä paine ei ole koskaan päässyt laskemaan liian alas eikä ilkvallaltaakaan ole tehty. Läheltä-piti-onnettomuuksia tai tulipalojakaan ei ole sattunut. Vaaraksi on havaittu lähinnä se, että lapset pääsevät kiipeämään hallin katolle ja voivat siinä yhteydessä satuttaa itsensä.

Vuonna 2007 satoi lunta niin paljon, että sitä kertyi runsaasti hallin seinämää vasten hallin juurella. Lumet lapioitettiin talkoilla pois lähinnä sen vuoksi, että lumen sisäänpäin pullistama seinä on kova ajatellen pelaajien törmäyksiä.

Analyysi

Selvityksessä tarkasteltujen ylipainehallien ja niiden romahtamistapausten yhteydessä ei ole tiettävästi sattunut henkilövahinkoja. Hallin romahtamisen tai kasaan painumisen syy on tutkituissa tapauksissa ollut aina se, että hallia pystyssä pitävä ylipaine on päässyt syystä tai toisesta purkautumaan. Ylipaineen häviäminen tapahtuu yleensä hitaasti, mistä johtuen hallissa romahtushetkellä olevat ihmiset ehtivät alta pois. Ylipainehallien kattoon ripustetut lamput tai mahdolliset muut ripustukset voivat pudotessaan aiheuttaa vaaraa yksittäisille ihmisille, mutta ei suuronnettomuuden vaaraa.

Suurin vaara saattaa ehkä olla siinä, että massatapahtumien yhteydessä sattuva hallin romahtus saattaa aiheuttaa paniikkireaktion, jolloin ihmiset voivat hätäännyksissään satuttaa toisiaan. Uimahallissa katon alas romahtaminen saattaisi jossain tapauksissa aiheuttaa hukkumistapauksia.

Johtopäätökset

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että ylipainehallien romahtaminen tai kasaan painuminen tuskin voi aiheuttaa ainakaan suuronnettomuuden vaaraa, mutta yksittäisen henkilön loukkaantuminen saattaa olla mahdollista kattoon tehtyjen ripustusten putoamisen seurauksena.

On kuitenkin syytä seurata hallien peitekankaan kuntoa riittävästi ja muun muassa varmistaa, että kangas ei vanhentumisen seurauksena rapistuessaan pääse repeytymään kiinnityksistään.

Toteutetut toimenpiteet

Ylipainehallien turvallisuuden parantamiseksi on pääasiassa käytetty ylipaineen vähenemistä estäviä tai niistä varoittavia laitteita. Varakompressorilla pystytään ainakin hallin kasaan painumista hidastamaan, jolloin ihmiset ehtivät alta pois. Halleissa käytetään myös painemittareita, jotka hälyttävät ylipaineen vähetessä liian pieneksi.

Hallien käyttöön liittyvänä toimenpiteenä monissa halleissa nostetaan kovan myrskyn tai lumisateen ajaksi ylipaineen määrää, mikä estää peitekankaan painumista ja repeämistä.

Massatapahtumissa erikseen järjestetyt katolliset kulkuväylät parantavat myös turvallisuutta mahdollisessa hallin sortumistilanteessa.

Useissa tapauksissa on käytäntö, että ylipainehallin katolle kertynyt lumi poistetaan repeämien välttämiseksi. Peitekankaan ja erityisesti sen kiinnitysten kuntoa tarkkaillaan ja siihen syntyneet reiät tai muut haurastumiset paikataan ja vahvistetaan, jolloin hallissa ylipaine säilyy ja halli pysyy pystyssä.

Tutkijan toimenpide-ehdotukset

Kohdassa ”toteutetut toimenpiteet” esitetyt toimenpiteet ovat tutkijan mielestä riittävät ylipainehallien turvallisen käytön kannalta, kun niitä kaikkia käytetään järjestelmällisesti.

Tutkijalla ei ole edelliseen nähden uusia toimenpide-ehdotuksia.

Lähteet

1. Hälytysseloste
2. Onnettomuusseloste
3. Ilmatieteen laitoksen säätiedot
4. Valokuvia
5. Muita ylipainehalleja koskevat haastattelut:

Kajaanin palloiluhalli:

- Pohjois-Suomen työsuojelupiirin rakennusalan tarkastaja Hannu Kemppainen

Kokkolan uimahalli:

- Vaasan työsuojelupiirin rakennusalan tarkastaja Timo Penttinen

Tampereen Hervannan halli sekä Hakametsän tennishalli:

- Hervannan tennishallin isännöitsijä ja Hakametsän hallin entinen hallituksen jäsen Rainer Suomi

Tampereen Kaupin tennishalli:

- Tennisclub Winners Oy:n toimitusjohtaja Mikko Lamu