

Iiro Vandell

URHEILUHALLIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

URHEILUHALLIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Iiro Vandell
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Rakennustekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, Rakennetekniikka

Tekijä: Iiro Vandell

Opinnäytetyön nimi: Urheiluhallien palotekninen suunnittelu

Työn ohjaaja: Seppo Perälä

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Syksy 2015

Sivumäärä: 45+2

Suomessa syttyy vuosittain paljon rakennuspaloja. Palotekninen suunnittelu onkin tärkeä osa myös urheiluhallien suunnittelua.

Opinnäytetyön aiheena oli tarkastella urheiluhallien paloturvallisuutta ja paloteknistä suunnittelua. Tarkastelu suoritettiin pääosin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 kautta, mutta lisäksi tutkittiin myös toiminnallisen palomitoituksen mahdollisuutta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, mitä seikkoja tulee huomioida paloturvallisuuden osalta urheiluhallien suunnittelussa sekä tutkia hallien teknisiä ratkaisuja paloturvallisuuden kannalta. Työssä keskityttiin tarkastelemaan puu- ja teräsrakenteiden sekä hallin suurimman sallitun henkilömäärän vaikutuksia. Lisäksi vertailtiin E1:n mukaista ja toiminnallista palomitoitusta.

Työn pohjalta laadittiin taulukko, josta urheiluhallin rakentamista harkitseva voi nähdä helposti hallin paloluokan valintaan vaikuttavat asiat. Lisäksi taulukossa esitetään paloluokkasuositus erilaisille urheiluhalleille.

Työssä saatiin tarkasteltua melko kattavasti urheiluhallien paloturvallisuuteen liittyviä asioita. Opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että toiminnallisella palomitoituksella on etuja urheiluhallien paloturvallisuussuunnittelussa. Aiheen käsittely jäi kuitenkin työssä vaillinaiseksi ja kaipaisi lisätutkimusta.

Asiasanat: urheiluhallit, jäähallit, paloturvallisuus, taulukkomitoitus, toiminnallinen palomitoitus, puurakenteet, teräsrakenteet

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Structural Engineering

Author: Iiro Vandell

Title of thesis: Fire Design of Sports Halls

Supervisor: Seppo Perälä

Term and year when the thesis was submitted: Fall 2015

Number of pages: 45+2

Annually there are numerous fires in buildings in Finland. Therefore fire safety design is an important part of designing buildings including sport halls.

The subject of the thesis was to examine fire safety design of sports halls. The examination was mainly performed by the instructions of part E1 of the National Building Code of Finland but also the prospect of Performance-Based Fire Safety Design was examined.

The target was to examine which matters are to be noticed in fire safety in sports halls. Also the target was to study technical solutions of the sports halls in fire safety. The focus was to examine what effects wood and steel structures and the highest amount of people designated in the hall have for fire safety. Also the fire safety design between the instructions of the part E1 of the National Building Code and Performance-Based Fire Safety Design was compared.

In a table provided in the thesis, it is easy to see the issues that affect the fire class of the sport hall. The table contains also fire class recommendations for different kind of sports halls.

The reasons which have effects in fire design in sports halls was covered widely. By the reasons covered in the thesis you can say that Performance-Based Fire Safety Design have benefits in fire safety design in sports halls. However, the processing of the subject was incomplete and would need further examination.

Keywords: Sports Halls, Ice Hockey Halls, Fire Safety Design, Performance-Based Fire Safety Design, Wood Structures, Steel Structures

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	URHEILUHALLIT SUOMESSA.....	8
3	PALOTURVALLISUUS	10
4	PALOTURVALLISUUS RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMAN OSAN E1 MUKAAN	12
4.1	Palokuorma	12
4.2	Rakennusten paloluokitus	13
4.3	Rakennusosien paloluokitus.....	13
4.4	Rakennustarvikkeiden paloluokitus	14
4.5	Syttymisen estäminen	15
4.6	Palo-osastointi.....	16
4.7	Kantavuuden säilyttäminen	16
4.8	Palon leviämisen estäminen osastosta.....	18
4.9	Palon kehittymisen rajoittaminen	18
4.10	Palon leviämisen estäminen naapurirakennuksiin	19
4.11	Poistumisaikalaskelma	19
4.12	Sammutus- ja pelastustehtävät	21
5	TOIMINNALLINEN PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELU	24
6	URHEILUHALLIEN RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS.....	26
6.1	Puurakenteiset primäärirakenteet.....	27
6.2	Teräsrakenteiset primäärirakenteet.....	28
6.3	Puurakenteiset sekundäärirakenteet	31
6.4	Teräsrakenteiset sekundäärirakenteet	33
6.5	Henkilömäärän vaikutus palosuunnitteluun	34
6.6	Taulukkomitoituksen ja toiminnallisen palomitoituksen vertailu	35
7	HALLIESIMERKKEJÄ.....	37
7.1	Lappi Areena	37
7.2	Myllypuron harjoitushalli	38
7.3	Riihimäen urheilutalo.....	38
8	YHTEENVETO	39
9	POHDINTA	41
	LÄHTEET.....	42

LIITTEET.....46

1 JOHDANTO

Suomessa syttyy rakennuspaloja vuosittain noin 6 000 – 7 000. Näissä menehtyvien ihmisten määrä on kansainvälisesti vertailtuna korkea. (Pelastustoimi 2015, viitattu 5.10.2015.) Suuret ihmismäärät tuovat isot riskit, ja suurina kokoontumisrakennuksina urheiluhallit eivät ole tästä poikkeus. Erilaisten urheiluun käytettävien hallien rakentaminen on Suomessa tärkeää muun muassa sääolojen ja suurien harrastajamäärien takia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella urheiluhallien paloturvallisuutta ja paloteknistä suunnittelua. Aihetta tarkastellaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 ohjeiden ja määräysten kautta, mutta myös toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun mahdollisuus otetaan huomioon.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, mitä seikkoja tulee huomioida paloturvallisuuden osalta urheiluhallien suunnittelussa, sekä tutkia hallien teknisiä ratkaisuja paloturvallisuuden kannalta. Opinnäytetyössä keskitytään puu- ja teräsrakenteisten hallien kantavien rakenteiden tarkasteluun. Tarkastelu suoritetaan hallien kantavien puu- ja teräsrakenteiden palo-ominaisuuksia tutkimalla, ja kuinka kantavan rakenteen materiaalin valinta vaikuttaa paloturvallisuussuunnitteluun. Tarkastelussa otetaan huomioon myös hallin suurimman sallitun henkilömäärän vaikutus. Lisäksi suoritetaan vertailua E1:n mukaisen ja toiminnallisen palomitoituksen vaikutuksilla urheiluhallin paloturvallisuussuunnitteluun. Tarkastelusta rajataan pois kantavaseinäiset rankarakenteiset urheiluhallit.

2 URHEILUHALLIT SUOMESSA

Suomi on aina ollut urheiluhullu maa. Vanhat menestyslajit, kuten hiihto ja yleisurheilu, ovat historian saatossa pitäneet yllä Suomen urheiluperinteitä. Tästä merkinä on muun muassa tämän hetken 14. sija Olympialaisten kaikkien aikojen mitalitaulukossa (Wikipedia 2015). Urheilukulttuuri on kuitenkin kehittynyt muutaman viimeisen vuosikymmenen aikana yksilöurheilusta yhä enemmän joukkueurheiluksi (YLE Uutiset 2012, viitattu, 5.3.2013).

Joukkuelajien kasvaneet harrastajamäärät ovat lisänneet harrastamiseen ja kilpailemiseen soveltuvien tilojen kysyntää, ja 1980-luvulla elettiin liikuntapaikkarakentamisen huippukautta. Vuoden 1999 lopulla tehdyssä kartoituksessa erilaisia sisäliikuntatiloja, joihin urheiluhallitkin kuuluvat, olikin 5 710. Se oli Suomen sen hetkisistä kaikista liikuntapaikoista noin 20 %. Osaltansa myös Suomen sääolosuhteet pakottavat rakentamaan sisäliikuntatiloja, jotta harrastaminen olisi mahdollista ympärivuotisesti. (Kuosma 2000, 6–8.)

TAULUKKO 1. Harrastajamäärät lajeittain 2009–2010 (Kansallinen liikuntatutkimus 2009–2010 2010)

Laji	3–18 vuotiaat	19–65 vuotiaat	Yhteensä
Jalkapallo	217.000	140.000	357.000
Salibandy	144.000	210.000	354.000
Jääkiekko	101.000	99.000	200.000

Jalkapallo ja jääkiekko ovat olleet jo pitkään Suomen harrastetuimpia urheilulajeja. Vuosituhannen vaihteen tietämiltä alkanut kasvu on nostanut myös salibandyn tähän joukkoon. Salibandyn kasvu on tapahtunut erityisesti aikuisten parissa, jossa laji on noussut muun muassa yritysten yhdeksi tärkeimmistä kuntoliikuntamuodoista. Tähän on osittain vaikuttanut nyky-yhteiskunnan ilmapiiri, jossa yhä enemmän nostetaan jalustalle tiimityötä. (YLE Uutiset 2012, viitattu, 5.3.2013; Kansallinen liikuntatutkimus 2009–2010 2010.)

Tässä opinnäytetyössä urheiluhallilla tarkoitetaan erilaisia palloiluhalleja ja jäähalleja. Palloiluhallit voidaan jakaa erilaisiin hallityyppeihin usealla eri tavalla. Yleensä jako tehdään pääkäyttötarkoituksen perusteella, jolloin pääryhmiksi saadaan jalkapallo-yleisurheiluhalli, yleisurheilu-palloiluhalli ja palloiluhalli. Nämä voidaan jakaa edelleen koon mukaisesti pieniin, keskisuuriin ja suuriin halleihin. Pieni halli on noin 40 metriä leveä ja 60 metriä pitkä. Tällainen halli riittää jalkapallossa junioritason kilpailutoimintaan ja kaikenikäisten harjoitteluun. Keskisuuri halli on noin 55 x 90 metriä ja soveltuu harjoituskäytön lisäksi myös alempien sarjatasojen kilpailukäyttöön. Suurimmat, noin 64 x 100 metriä, hallit riittävät kansalliseen ja kansainväliseen kilpailutoimintaan. (Salonen, Keronen & Lod 2009, 16.)

Jalkapallo-yleisurheilu- ja yleisurheilu-palloiluhallit saavat nimensä sen mukaan, minkä urheilulajin tarpeisiin halli on pääasiallisesti suunniteltu. Tällaiset hallit ovat yleensä kooltaan suuria tai suurehkoja, sillä esimerkiksi virallisen sisäyleisurheiluradan piiri on sisärataa pitkin kuljettuna 200 metriä. (Salonen ym. 2009, 16.) Lisäksi monissa Suomen halleissa radat ovat vieläpä niin sanotusti ylipitkiä eli ylittävät virallisen pituuden (Suomen Urheiluliitto 2015).

Palloiluhalliksi voidaan kutsua hallia, joka on rakennettu usean eri lajin tarpeet yhdistäväksi kokonaisuudeksi tai se on voitu suunnitella pelkästään yhden tietyn lajin harrastamiseen. Esimerkiksi koulun yhteyteen rakennetun palloiluhallin tulee olla muunneltavissa usean eri lajin vaatimuksiin sopivaksi, kun taas salibandyhalli on tarkoitettu käytännössä pelkästään kyseisen lajin peluuseen. Palloiluhallille on tyypillistä vähintään 7 metrin korkeus, joka mahdollistaa tavallisimpien lajien kilpailukäytön. (Salonen ym. 2009, 17.)

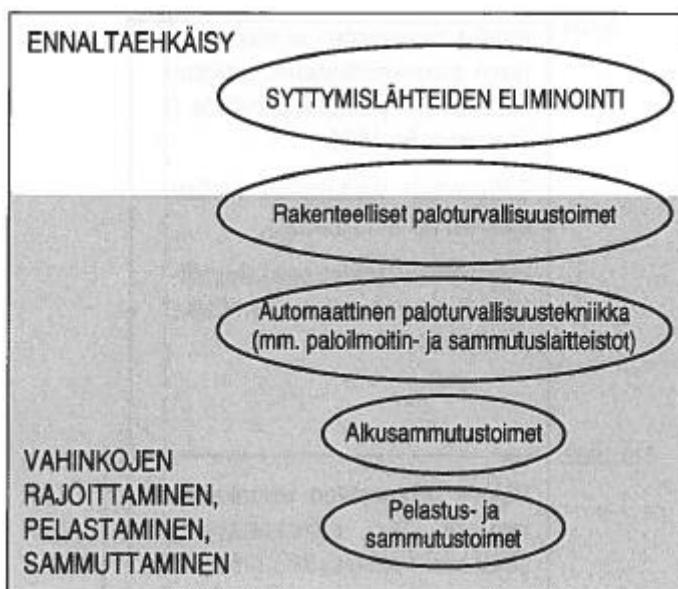
Jäähallit rakennetaan tavallisesti jäällä tapahtuvan liikunnan tarpeisiin ja kaikki muu käyttö tapahtuukin jääajan kysynnän mukaan. Suurimpia jäähalleja käytetään kuitenkin muidenkin tapahtumien kuin jääkiekko-otteluiden järjestämiseen, sillä esimerkiksi konserttien ja muiden yleisötapahtumien suuret katsojamäärät mahtuvat halleihin hyvin. (Salonen ym. 2009, 22.)

3 PALOTURVALLISUUS

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E1 annetaan rakennusten paloturvallisuudelle viisi olennaista vaatimusta:

1. Rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan.
2. Palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua.
3. Palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa.
4. Rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin.
5. Pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.

Paloturvallisuus on monen eri vaikuttajan summa. Rakennusten paloturvallisuutta edistävä toiminta voidaan jakaa tulipaloa edeltäviin ja seuraaviin toimiin, kuvion 1 mukaisesti. Viranomaiset, suunnittelijat, rakentajat ja rakennusten käyttäjät vaikuttavat omilla toimenpiteillään paloturvallisuuden ennaltaehkäisevästi. Pelastustoimen tehtäväksi taas jää, mahdollisten paloturvallisuusriskien ennakointien lisäksi, tulipalojen pelastus- ja sammutustoimet. (Ympäristöministeriö 2014, viitattu 17.9.2015.)



KUVIO 1. Paloturvallisuustoimet (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 18)

Normaali palotilanne voidaan yleensä jakaa kolmeen vaiheeseen: syttymisvaihe, palamisvaihe ja jäähtymisvaihe. Palon ensimmäinen vaihe, syttymisvaihe, on henkilöturvallisuuden kannalta ratkaisevin. Syttymisvaihe ulottuu palon alkamisesta siihen asti, kun palon lämpötila on noussut 400 celsiusasteeseen. Palon alussa lämpötila nousee hitaasti, kunnes palo saavuttaa palamisvaiheen. Vaihe alkaa lieskahduksella noin 500 – 600 asteessa. Tällöin kaikki tilassa oleva palava aine syttyy samanaikaisesti ja lämpötila nousee nopeasti. Jäähtymisvaihe alkaa, kun palo on saavuttanut huippunsa, noin 1 100 – 1 200 °C:ssa. Tällöin kaikki aine on palanut, ja lämpötila laskee nopeasti. (Salonen ym. 2009, 108.)

Urheiluhallit ovat korkeita ja ilmavia tiloja, minkä johdosta lämpötila ei pääse nousemaan niin nopeasti. Varsinkin katon rajassa lämpötila nousee palon edetessä hyvin hitaasti. Tämän vuoksi hallipalot etenevät hieman eri lailla kuin tulipalot matalissa tiloissa. (Salonen ym. 2009, 109). Asuntopaloille tyypillistä lieskahdusta ei tapahdu vaan palot säilyvät paikallisina (Hietaniemi, Baroudi, Korhonen, Björkman, Kokkala & Lappi 2002, s 15.)

4 PALOTURVALLISUUS RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMAN OSAN E1 MUKAAN

Rakentamismääräyskokoelman osassa E1 annetaan määräykset ja ohjeet rakennusten paloturvalliseen rakentamiseen (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 1).

4.1 Palokuorma

Palokuorma on kokonaislämpömäärä, joka syntyy kaiken tilassa olevan aineen palaessa täydellisesti. Palokuormaan lasketaan mukaan tilan kaikki palava materiaali: kantavat, jäykistävät, osastoivat ja muut rakennusosat sekä tilan kaikki irtaimisto. (Turvallinen kaupunki 2015, viitattu 17.9.2015.)

Palokuormaryhmät muodostuvat rakennuksen enimmäispalokuorman tiheyden mukaan, ja yksikönä käytetään megajoulea per neliometri, MJ/m². Palokuormaryhmiä on kolme. Ylimmässä ryhmässä palokuorma on yli 1 200 MJ/m², keskimmaisessä vähintään 600 MJ/m², mutta enintään 1 200 MJ/m², ja matalimmassa alle 600 MJ/m². (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 10.)

Palokuormaryhmiin rakennus jaetaan sen pääkäyttötavan mukaan. Urheiluhallit ovat tavallisesti päivä- ja iltakäytössä, ja niissä on merkittävästi yleisöä tai asiakkaita. Tämän vuoksi urheiluhallit ryhmitellään kokoontumisrakennuksiin. Nämä kuuluvat matalimpaan palokuormaryhmään, jossa enimmäispalokuorma on alle 600 MJ/m². (Myllylä 2009, 5–7.)

Urheiluhallit, joita käytetään erilaisiin yleisötapahtumiin, kuten messuihin tai näyttelyihin, lasketaan näyttelyhalleiksi. Nämä kuuluvat ryhmittelyn mukaan keskimmaiseen palokuormaryhmään. Kuitenkin rakennus voidaan luokitella matalimpaan palokuormaryhmään, jos se on varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla. (Myllylä 2009, 7.)

4.2 Rakennusten paloluokitus

Rakennukset jaetaan kolmeen paloluokkaan: P1, P2 ja P3. Paloluokan valintaan vaikuttaa eniten rakennuksen kantavien rakenteiden palonkestävyys. Kantavien rakenteiden puutteita korvataan erilaisilla rajoituksilla rakennuksen kokoon ja henkilömäärään. Myös muun muassa laitteilla, jotka parantavat paloturvallisuutta, on vaikutusta rakennuksen paloluokkaan. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 10.)

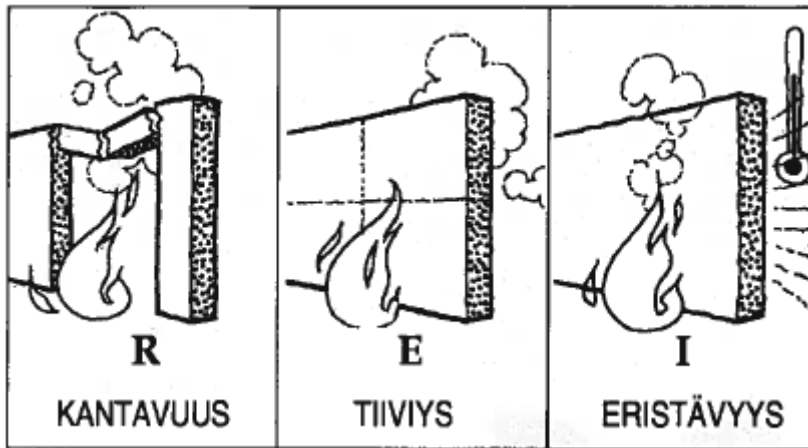
P1-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen tulee kestää tulipalossa sortumatta. Rakennuksen koolle ja henkilömäärälle ei ole asetettu rajoituksia. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 10.)

P2-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen kantaville rakenteille annetut vaatimukset voivat olla palonkestävyyden kannalta P1-paloluokkaa alhaisemmat. Tarvittavaan turvallisuustasoon päästään asettamalla vaatimuksia varsinkin pintaosille ja paloturvallisuutta edistäville laitteille. Myös rakennuksen koolle ja henkilömäärälle on asetettu rajoituksia. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 10.)

P3-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen kantaville rakenteille ei kohdistu erityisiä vaatimuksia palonkestävyyden osalta, vaan rajoituksia tehdään rakennuksen koolle ja henkilömäärälle. Rakennuksen käyttötapa vaikuttaa rajoituksiin, joilla tarvittavaan turvallisuustasoon päästään. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 10.)

4.3 Rakennusosien paloluokitus

Kantavan ja osastoivan rakennusosan paloluokka muodostuu joko yhdestä tai useammasta kirjainmesta sekä numerosta. Kirjainosa kuvaa kuvion 2 kuvaamalla tavalla osan kantavuutta, tiiviyttä ja eristävyttä. Mahdolliset kirjainmerkinnät ovat R, REI, RE, EI ja E. Paloluokan numero-osa kertoo palonkestävyyssajan minuutteina. Mahdolliset numeromerkinnot ovat 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 ja 240. Näin muodostuu rakennusosan paloluokka, esimerkiksi REI 60. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 5.)



KUVIO 2. Rakennusosien vaatimuksien merkinnät (Ympäristöministeriö 2003, 31)

4.4 Rakennustarvikkeiden paloluokitus

Rakennustarvikkeiden luokitus määräytyy se perusteella, miten ne vaikuttavat palon syttymiseen ja leviämiseen sekä palavaan pisarointiin ja savun tuottoon. A1-, A2-, B-, C-, D-, E- ja F-merkinnät kertovat, miten tarvikkeet osallistuvat paloon. Lattiapäällysteiden luokat saavat lisäksi alaindeksiin merkinnän FL, kuten A2_{FL}. Savun tuottoa määritellään lisämerkinnällä s ja palavaa pisarointia merkinnällä d. Rakennustarvikkeiden luokat on selitetty tarkemmin taulukoissa 2, 3 ja 4. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 5–6.)

TAULUKKO 2. Rakennustarvikkeiden luokat (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 5)

A1	Tarvike ei osallistu paloon lainkaan
A2	Tarvikkeen osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.
B	Tarvikkeen osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu
C	Tarvikkeen osallistuu paloon rajoitetusti
D	Tarvikkeen osallistuminen paloon on hyväksyttävissä
E	Tarvikkeen käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä
F	Tarvikkeen käyttäytymistä palossa ei ole määritetty

TAULUKKO 3. Rakennustarvikkeiden luokat savuntuoton perusteella (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 5)

s1	Savuntuotto on erittäin vähäistä
s2	Savuntuotto on vähäistä
s3	Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia

TAULUKKO 4. Rakennustarvikkeiden luokat palavien pisaroiden tuottamisen perusteella (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 5)

d0	Palavia pisaroita tai osia ei esiinny
d1	Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti
d2	Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia

Mainituista merkinnöistä saadaan Suomessa rakennustarvikkeille käytettävät luokat A1; A2-s1, d0; B-s1, d0; C-s2, d1; D-s2, d2. Lattiapinnoille käytetään luokkia A2_{FL}-s1 ja D_{FL}-s1. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 6.)

4.5 Syttymisen estäminen

Rakennuksen suunnittelu, rakentaminen ja varustaminen on toteutettava niin, että syttymisen vaara on mahdollisimman pieni. Syttymisen vaara ei myöskään saa olennaisesti kasvaa teknisten asennusten, kuten sähköjen ja erilaisten järjestelmien, takia. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 12.)

Ulkoisen syttymisen vaara tulee ottaa huomioon rajoittamalla, kuinka lähelle rakennusta saadaan sijoittaa varastot, katokset ja muut vastaavat. Ulkoisen syttymisen huomioonottaminen on tärkeää, sillä noin kolmannes Suomen rakennuspaloista saa alkunsa tuhopolton seurauksena. Tällöin palon alkutapa onkin yleensä juuri erilaisten katosten ja varastojen sytyttäminen. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 39.)

4.6 Palo-osastointi

Rakennus jaetaan palo-osastoihin palon ja savun leviämisen estämiseksi rakennuksen sisällä, poistumisen turvaamiseksi, pelastus- ja sammutustoimien helpottamiseksi sekä omaisuusvahinkojen rajoittamiseksi. Osastointi voidaan suorittaa kolmella eri tavalla. Kerrososastoinnissa rakennus osastoidaan kerroksittain. Pinta-alan mukaan tehtävää osastointia kutsutaan pinta-alaosastoinniksi. Tällöin pyritään rajoittamaan, että palon aiheuttamat omaisuusvahingot eivät nouse kohtuuttoman suuriksi. Jos rakennus sisältää joko käyttötavaltaan tai palokuormaltaan oleellisesti poikkeavia tiloja, voidaan tilat osastoida käyttötapaosastoinnin perusteella. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 13.)

4.7 Kantavuuden säilyttäminen

Rakennuksen ja sen rakennusosien tulee säilyttää kantavuutensa määritetyn ajan palon alkamisesta. Henkilöturvallisuus tai vahinkojen suuruus voivat vaikuttaa mitoitukseen niin, että rakennuksen on kestävä sortumatta koko palokuorman palamisen ja jäähtymisen ajan. Mitoitukseen voidaan käyttää joko standardoituun lämpötila-aikakäyrään perustavaa luokitusta tai oletetun palonkehityksen mukaisia rasituksia. Standardoituun lämpötila-aikakäyrään perustavalla luokituksella tarkoitetaan E1:n taulukoiden mukaan toteutettua mitoitusta, taulukkomitoitusta. Luokitukseen perustuvan mitoituksen luokkavaatimukset kantaville rakenteille on esitetty taulukoissa 5 ja 6. Oletettuun palonkehitykseen perustuva mitoitus, eli toiminnallinen palomitoitus, käydään läpi luvussa 6. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 14–15.)

TAULUKKO 5. Kantavien rakenteiden luokkavaatimukset (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 16)

TAULUKKO 6.2.1 KANTAVIEN RAKENTEIDEN LUOKKAVAATIMUKSET							
Rakennuksen paloluokka							
	P1			P2			P3
	Palokuorma MJ/m ²			Palokuorma MJ/m ²			
	yli 1200	600-1200	alle 600	yli 1200	600-1200	alle 600	
Sarake	1	2	3	4	5	6	7
Enintään 2-kerroksinen rakennus yleensä	R 120 *	R 90 *	R 60 *	R 30	R 30	R 30	-
- jos rakennuksen eristeet eivät ole vähintään luokkaa A2-s1, d0	R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- hoitolaitokset, majoitustilat, kellarit	R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
3–8-kerroksinen rakennus yleensä	R 180	R 120	R 60	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
3–8-kerroksinen asuin- tai työpaikkarakennus							
- kerrokset	R 180	R 120	R 60	R 180 *	R 120 *	R 60 *	ei mahd.
- kellarikerrokset	R 180	R 120	R 60	R 180	R 120	R 60	ei mahd.
Yli 8-kerroksinen rakennus	R 240	R 180	R 120	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
Ylimmän maanalaisen kellarikerroksen alapuolella sijaitsevat kellarikerrokset	R 240	R 180	R 120	R 240	R 180	R 120	R 60

TAULUKKO 6. Kantavien rakenteiden luokkavaatimukset (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 16)

Yläpohjan rakenteiden vaatimukset enintään 2-kerroksisissa rakennuksissa, jossa ei ullakkoa, mikäli yläpohjan eristeet ovat vähintään A2-s1, d0-luokkaa, tai mikäli yläpohjan eristeet on suojattu syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta:

- P1-luokan rakennuksissa K₂ 60-luokan suojaerohous tai EI 60-luokan rakenne ja
- P2-luokan rakennuksissa K₂ 30-luokan suojaerohous tai EI 30-luokan rakenne.

Läpiviennit ja muut asennukset tulee toteuttaa siten, että eristeiden suojaus ei niiden johdosta heikkene.

- rakenteet, jotka ovat rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ¹⁾	R 60	R 60	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- rakenteet, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ¹⁾	R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	-
Ullakon tai ontelon vesikattorakenteet, jotka eivät ole rakennuksen rungon olennaisia kantavia tai palossa runkoa jäykistäviä rakenteita	-	-	-	-	-	-	-

Taulukon huomautukset:

Parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta.

Tuotanto- ja varastorakennuksissa sallitaan lievennyksiä Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden E2 mukaisesti.

¹⁾ Ohje: Taulukossa 6.2.1 tarkoitettuja kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundaarikannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiiliiteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.

Taulukon merkinnät:

- * = rakennuksen eristeiden ja muiden täytteiden tulee olla vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.
- = kantavat rakenteet on tehtävä vähintään luokan A2-s1, d0 tarvikkeista
- = ei luokkavaatimusta (katso kohta 6.1.2)
- ei mahd. = ei mahdollinen

4.8 Palon leviämisen estäminen osastosta

Osastoivien rakennusosien tulee estää palon leviäminen osastosta toiseen määrätyn ajan. Tarvitavat läpiviennit ja laitteet, esimerkiksi ilmanvaihtolaitteet, eivät saa olennaisesti heikentää rakennusosan osastoivuutta. Luokkavaatimukset osastoiville rakennusosille on esitetty taulukossa 7. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 17–19.)

TAULUKKO 7. Osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 18)

TAULUKKO 7.2.1	OSASTOIVIEN RAKENNUSOSIEN LUOKKAVAATIMUKSET				
	Rakennuksen paloluokka ja kerros-luku				
Sarake	P1 ja P2 3–8 kerrosta			P2 1–2 kerrosta	P3
	Palokuorma MJ/m ²				
	yli 1200	600–1200	alle 600		
Osastoivat rakennusosat kerroksissa	EI 120	EI 90	EI 60	EI 30	EI 30
Osastoivat rakennusosat kellareissa	EI 120	EI 90	EI 60	EI 60	EI 30
Taulukon huomautus:	Tuotanto- ja varastorakennuksen pinta-alaosastointia toteuttavien rakennusosien luokkavaatimukset Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden E2 mukaan, autosuojan ohjeiden E4 mukaan ja kattilahuoneen sekä polttoainevaraston osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset ohjeiden E9 mukaan.				

Pienehköä aukkoa peittävän osan, kuten oven tai ikkunan, palonkestävyysajan tulee yleensä olla vähintään puolet aukkoa ympäröivän osastoivan rakennusosan palonkestävyysajasta. Osastoivien ovien tulee pysyä suljettuina palon ajan. Tämän takia näiden ovien tulee olla joko itsestään sulkeutuvia ja salpautuvia tai varustettu laitteilla, jotka palon sattuessa sulkevat oven. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 18.)

4.9 Palon kehittymisen rajoittaminen

Rakennuksessa käytettävät rakennustarvikkeet eivät saa edesauttaa palon kehittymistä vaaraa aiheuttavalla tavalla. Myrkyllisiä kaasuja tuottavia rakennustarvikkeita ei myöskään saa käyttää. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 20.)

Rakennuksen sisäpuolisiin pintoihin kuuluvat seinät, sisäkatot ja lattiat. Sisäpuolisia pintoja tarkastellaan kokonaisuuksina. Paloteknisistä ominaisuuksista otetaan huomioon miten rakennustarvikkeet osallistuvat paloon, lieskahdukseen kuluva aika, lämmön vapautuminen sekä savun ja palavien pisaroiden muodostuminen. Sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset yleisimpien hallien osalta on esitetty taulukossa 8. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 20.)

TAULUKKO 8. Sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset kokoontumis- ja liiketiloille (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 21)

Kokoontumis- ja liiketilat				
- palokuorma alle 600 MJ/m ² ja				
- pinta-ala on ≤ 300 m ²	seinät ja katot	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
	lattiat	-	-	-
- pinta-ala on yli 300 m ²	seinät ja katot	C-s2, d1	C-s2, d1	D-s2, d2
	lattiat	-	-	-
- palokuorma ≥ 600 MJ/m ²	seinät ja katot	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	lattiat	D _{FI} -s1	D _{FI} -s1	-

4.10 Palon leviämisen estäminen naapurirakennuksiin

Palon leviämisen uhka rakennusten välillä tulee tiiviin rakentamisen paloturvallisuussuunnittelussa tiedostaa ja ottaa huomioon. Hallitsemattomasti rakennuksesta toiseen leviävä palo aiheuttaa suurta vaaraa henkilöturvallisuudelle ja voi lisäksi aiheuttaa todella suuria taloudellisia menetyksiä. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 26.)

Rakennusten välisessä etäisyydessä rajana käytetään 8 metriä. Etäisyyden ollessa yli 8 metriä ei muita keinoja palon leviämisen estämiseksi vaadita. Alle 8 metrin etäisyys rakennusten välissä tulee huomioida joko rakenteellisilla tai muilla keinoilla. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 26.)

4.11 Poistumisaikalaskelma

Poistumisaikalaskelman vaadittavuus riippuu kohteena olevasta rakennuksesta, sen käyttötavasta ja siellä asioivien ihmisten toimintakyvystä. Yleisimmät poistumisaikalaskelman vaatimat kohteet ovat sairaalat ja muut hoitolaitokset. Kokoontumistiloihin poistumisaikalaskelma voidaan vaatia, jos

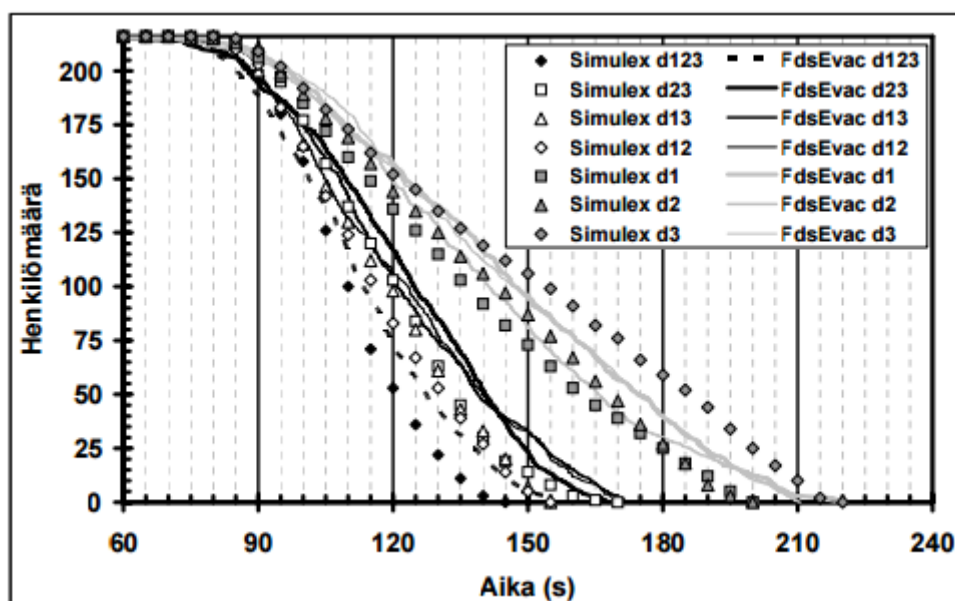
rakennuksen koko on tarpeeksi suuri aiheuttaakseen vaaraa henkilöturvallisuudelle. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 33.)

Poistumisaikalaskelmassa lasketaan, kuinka kauan rakennuksessa olevilla ihmisillä kuluu aikaa rakennuksesta poistumiseen. Poistuminen voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen: hälytysvaihe, reagointivaihe ja siirtymisvaihe. Kokonaispoistumisaika saadaan, kun lasketaan yhteen näihin kolmeen eri vaiheeseen kuluvat ajat. Hälytysvaihe alkaa siitä hetkestä, kun palo syttyy ja loppuu siihen, kun tilassa olevat ihmiset tiedostavat palon. Reagointivaiheella tarkoitetaan aikaa, joka alkaa heti hälytysvaiheen jälkeen ja loppuu silloin, kun ihmiset aloittavat poistumisen. Viimeinen vaihe eli siirtymisvaihe alkaa välittömästi reagointivaiheen jälkeen ja kestää niin pitkään, kunnes ihmiset ovat päässeet palolta turvaan. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 128–129.)

Urheiluhallien tapauksessa hälytys- ja reagointivaiheiden voidaan olettaa olevan lyhyitä. Hälytysvaiheen lyhytteen on kaksi syytä, jotka ovat halli itsessään ja hallissa toimivat ihmiset. Urheiluhallin muodostama laaja, avoin ja yhtenäinen tila vaikuttaa positiivisesti tulipalosta aiheutuvien liekkien ja savun havaitsemiseen. Näin ollen mahdollinen tulipalo voidaan havaita nopeasti. Lisäksi hallissa toimivat ihmiset pystyvät helposti varoittamaan muita tilassa olevia vaaratilanteesta. Reagointivaiheen lyhytteen vaikuttaa myös tilan avoimuus, sillä selkeästi havainnoitavassa hallissa uloskäytävien löytäminen ei ole vaikeaa. (Paloposki, Myllymäki & Weckman 2002, 23, 25.)

Poistumisaikalaskelman toteuttamiseen on käytettävissä useita tietokoneohjelmia. Näillä ohjelmilla saadaan tarkkoja tuloksia tietynlaiseen poistumiseen kuluvan ajan laskemiseen. Kuitenkin koska ihmisten käyttäytymistä tulipalossa on hyvin vaikea arvioida, pyritään näitä ohjelmia kehittämään jatkuvasti. Taulukossa 9 on esitetty yksinkertaisen yleisurheilun ja jalkapallon käyttöön tarkoitetun urheiluhallin poistumisaikalaskelma eri ohjelmilla laskettuna. (Korhonen, Hostikka & Keski-Rahkonen 2005, 1, 9.)

TAULUKKO 9. Erään urheiluhallin poistumisaikalaskelma eri ohjelmilla laskettuna (Korhonen ym. 2005, 5)



4.12 Sammutus- ja pelastustehtävät

”Palon sammuttamisen ja henkilöiden pelastamisen edellytykset rakennuksessa ja sen läheisyydessä tulee turvata”. Edellytysten saavuttamiseksi voidaan rakennus varustaa erilaisilla varoittimilla ja laitteilla. Toisaalta, jos rakennuksen suuri koko, syrjäinen sijainti tai poikkeukselliset olosuhteet aiheuttavat paloturvallisuuden kannalta erityistä vaaraa, voidaan paloturvallisuutta parantavien laitteiden asentamista rakennukseen vaatia. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 33.)

Pääsy kohteeseen taataan pelastustien avulla. Pelastustie suunnitellaan niin, että palo- ja pelastuskalustolla on pääsy riittävän lähelle rakennusta ja kaikkien varateiden läheisyyteen. Ongelmia pelastustien suunnitteluun tuovat hälytysajoneuvojen suuri koko ja pelastustielle pysäköinti. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 133.)

Palovaroitin toimii joko paristoilla tai sähköverkkoon kytkettynä. Varoittimen tehtävänä on tulipalon sattuessa hälyttää paikallaolijat ja aloittaa evakuointitoimet. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 135.)

Automaattisen paloilmoittimen tehtävä on hälyttää palolaitos heti palon syttyä. Ilmoittimen toiminta perustuu siihen, että se on kytketty suoraan hälytyskeskuksen järjestelmään. Paloilmoitin voi jossain kohteissa oikeuttaa lievennyksiin rakennuksen kerrosalaa ja palo-osaston pinta-alaa koskevissa määräyksissä. Tällöin rakennuksen palokuorman tulee olla alle 600 MJ/m² eikä kyseessä saa olla majoitustila. Urheiluhallit kuuluvat yleensä tähän palokuormaryhmään, joten hallien palo-osastojen pinta-alaa voidaan automaattista paloilmoitinta käyttämällä kasvattaa enintään 50 %. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 135–136.)

Savunpoistolla pyritään poistamaan savua palavasta rakennuksesta, jotta lattian rajaan jäisi riittävän korkea savuton alue poistumisen turvaamiseksi. Savunpoistolla saadaan rakennuksesta poistettua myös kuumuutta ja helpotettua pelastus- ja sammutustoimia. Yleensä savunpoisto toteutetaan rakennuksen aukotusta hyväksikäyttäen, mutta myös automaattinen savunpoisto on mahdollista. Automaattinen savunpoisto voi myöntää lievennyksiä automaattisen paloilmoittimen tapaan rakennuksen palo-osastojen pinta-alaan, mutta myös rakenteiden mitoitukseen. Tällöin savunpoiston lämpötilaa laskeva vaikutus otetaan huomioon. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 137–138.)

Sammutuslaitteet voidaan jakaa alkusammutusvälineisiin ja automaattisiin sammutuslaitteisiin. Alkusammutusvälineiden avulla rakennuksessa olijat voivat aloittaa tulipalon sammutustoimet heti palon alkuvaiheessa. Erilaisia välineitä alkusammutukseen ovat käsisammuttimet, sammutuspeitteet ja pikapalopostit. Alkusammutusvälineiden tulee olla helposti saatavilla ja merkitty selkeästi. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 140–142.)

Automaattiset sammutuslaitteet aloittavat tulipalon sammuttamisen itsenäisesti heti palon havaittuaan. Automaattisen sammutusjärjestelmän asentaminen voi olla paloturvallisuussuunnittelun kannalta kannattava lisä, sillä sitä käyttämällä saadaan useita lievennysmahdollisuuksia rakennuksen paloturvallisuusmääräyksiin. Kokoontumistilojen palo-osastojen pinta-aloja voidaan suurentaa jopa nelinkertaisiksi. Rakennuksien, joiden palokuorman tiheys on yli 600 MJ/m², kantavat ja osastoivat rakennusosat voidaan mitoittaa alle 600 MJ/m² palokuormaryhmän mukaan. Esimerkiksi tästä voidaan mainita jo luvussa 4.1 esiin otettu mahdollisuus näyttelyhalleina käytettävien urheiluhallien sijoittaminen alimpaan palokuormaryhmään. Lievennyksiä voidaan sallia myös sisäpuolisten pintojen vaatimuksiin. Kuitenkaan kaikista paloherkimmät pinnat eivät sovellu myöskään automaattisella sammutusjärjestelmällä varustettuihin tiloihin. (Heikkilä-Kauppinen & Kauppinen 2003, 142–143.)

Urheiluhalleissa korkeus tuo oman vaikeutensa sammutuslaitteiden toimintaan. Korkeassa tilassa lämpötilan hidas nousu varsinkin katon rajassa ja savun vähäinen kehittyminen voivat aiheuttaa sen, että automaattinen sammutuslaitteisto ei ehdi reagoida paloon tarpeeksi nopeasti. Tällöin sammutuslaitteiston käynnistämisen täytyy onnistua myös manuaalisesti. (Salonen ym. 2009, 110.)

5 TOIMINNALLINEN PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELU

Rakennusmääräyskokoelman osan E1 kohdan 1.3.2 mukaan paloturvallinen suunnittelu ja rakentaminen on mahdollista toteuttaa E1:n määräysten lisäksi myös oletettuun palonkehitykseen perustuen. Oletettuun palonkehitykseen perustuvaa mitoitusta kutsutaan myös toiminnalliseksi paloturvallisuussuunnitteluksi, joka on suora käänнос englanninkielisestä termistä ”Performance-Based Fire Safety Design” (Hirvonen 2010, 7).

Toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua käytettäessä arvioidaan rakennukselle todennäköisemmin aiheutuvat paloturvallisuusuhat ja suunnitellaan, miten niihin vastataan. Näiden uhkien arvioinnissa arvioidaan, kuinka todennäköisiä ne ovat ja millaista vaaraa ne aiheuttavat muun muassa palon leviämisen ja nopeuden suhteen. Arvioinnissa otetaan rakennuksen tilojen ja rakenteiden ominaisuuksien sekä erilaisten paloteknisten laitteiden lisäksi huomioon myös rakennuksessa toimivien ihmisten ja pelastushenkilöstön toiminta. (Hirvonen 2010, 8.)

Toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu perustuu eri ominaisuuksien yhteisvaikutukseen. Tällöin koko rakennuksen paloturvallisuus ajatellaan yhtenä yksikkönä eikä rajoituksia aseteta yksittäisille osa-alueille esimerkiksi pintojen ominaisuuksille. Yleisimmin toiminnallista suunnittelua käytetään sammutuslaitteiston ja savunpoiston suunnitteluun, mutta muitakin käyttökohteita kuitenkin on. Toiminnallisella paloturvallisuussuunnittelulla voidaan muun muassa tarkastaa E1:n määräysten mukaan tehtyjä mitoituksia. (Hirvonen 2010, 11; Salonen ym. 2009, 130.)

Toiminnallisen paloturvallisuussuunnitelman tekee paloturvallisuussuunnittelija, ja se laaditaan yhdessä viranomaisten kanssa. Suunnitelma tehdään tapauskohtaisesti. Yleisimpiä kohteita ovat isot kokoontumis- ja liikehuoneistot, joissa palo-osaston kokoa ja etäisyyksiä uloskäytäviin halutaan kasvattaa. (Hirvonen 2010, 7, 11.)

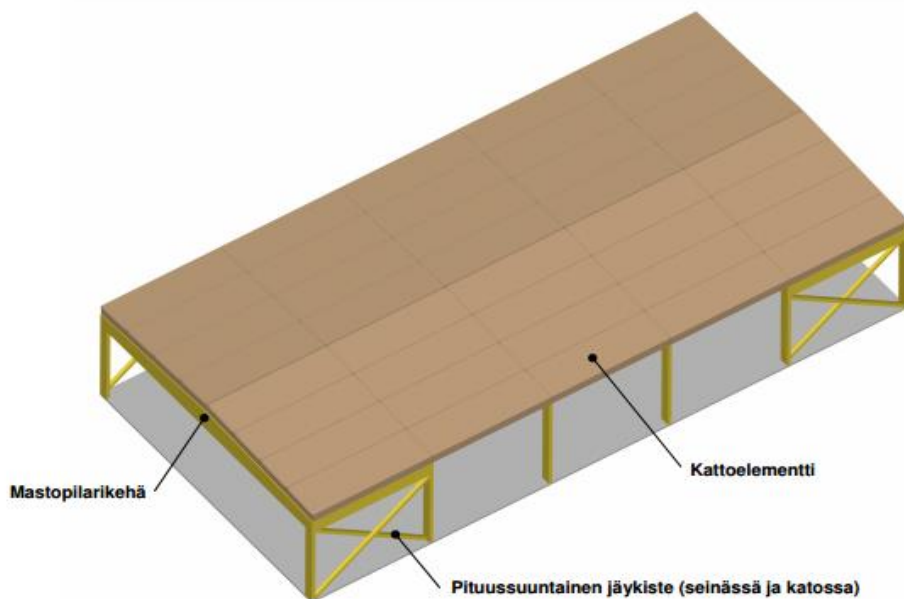
Toiminnallisella paloturvallisuussuunnittelulla voi tulevaisuudessa olla positiivisia vaikutuksia urheiluhallien paloturvallisuussuunnitteluun. Esimerkiksi tutkimusten ja jo tehtyjen toiminnallisten suunnitelmien avulla on havaittu, että hallien rakennusmateriaalien palamisella ei yleensä ole todellista merkitystä hallien henkilöturvallisuuden kannalta. Toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu on kuitenkin nykyisellään vaikeaa, mutta sitä pyritään kehittämään jatkuvasti. Tavoitteena onkin saada suunnittelijoille tarvittavat ohjeet ja välineet, jotta toiminnallinen suunnittelu saadaan yleistymään ja

osaksi normaalia suunnittelua. Yksi apukeino, jota tavoitteellisesti pyritään kehittämään ja olisi urheiluhallien suunnittelun kannalta suotuisaa, on tietokonesimulaatio-ohjelma urheiluhallien rakenteiden paloturvalliseen suunnitteluun. (Salonen ym. 2009, 130, 131).

6 URHEILUHALLIEN RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS

Urheiluhallien palosuunnittelua toteuttaessa rakennuksen käyttötapa on määritelty, joten hallin paloluokka määräytyy henkilömäärän, kerrosalan, kerrosmäärän ja korkeuden perusteella (Salonen ym. 2009, 116). Urheiluhallin palosuunnitteluun vaikuttaa paloluokan osalta siis hallin koko ja hallissa olevien ihmisten määrä. Esimerkiksi jäähallien palosuunnittelussa pienemmät harjoitushallit suunnitellaan joko paloluokkaan P2 tai P3, kun taas isommat hallit suunnitellaan yleensä paloluokkaan P1 (SP Elementit 2015, viitattu 30.10.2015). Yksikerroksisen urheiluhallin kantavien rakenteiden palonkestolle annetaan paloluokassa P1 vaatimukseksi R 60. Paloluokkaan P2 kuuluvalla hallilla vaatimuksena ovat R 30 -palonkestävyysluokan rakenteet, kun taas P3-paloluokan hallille ei vaatimuksia kantavuuden suhteen aseteta. (Salonen ym. 2009, 126, 127.)

Urheiluhallin kantava runko voidaan muodostaa monella eri tavalla. Tavallisia ratkaisuja ovat erilaiset kaari-, pilari-palkki-, ristikko- ja kehärakenteet. Runkojärjestelmän valintaan vaikuttaa muun muassa käytettävä materiaali ja hallin koko. (Salonen ym. 2009, 68.) Kantavien primäärirakenteiden lisäksi rakennuksen kuormien kantamiseen ottaa osaa myös sekundäärirakenteita, joita käytetään hallin kattorakenteissa (Finnish Wood Research 2015a, 1). Kuviossa 3 on esitetty esimerkki urheiluhallin kantavista rakenteista ja jäykisteistä.



KUVIO 3. Esimerkki urheiluhallin kantavista rakenteista ja jäykisteistä (Puuinfo 2012, 2)

Puu ja teräs ovat yleisesti käytettyjä urheiluhallien kantavien rakenneosien rakennusmateriaaleja Suomessa. Puu- ja teräsrakenteilla on kuitenkin ominaisuuksiensa puolesta erilaiset lähtökohdat paloturvallisuussuunnittelussa, ja vaatimuksien saavuttamiseen on molemmissa tapauksissa käytettävissä erilaisia keinoja. Seuraavaksi käydään läpi näitä materiaalien palo-ominaisuuksia ja keinoja vaatimusten saavuttamiseksi sekä tarkastellaan henkilömäärän vaikutusta paloturvallisuussuunnitteluun. Lisäksi vertaillaan taulukkomitoituksen ja toiminnallisen palomitoituksen eroja ja soveltuvuutta urheiluhallin suunnittelun kannalta.

6.1 Puurakenteiset primäärirakenteet

Paloturvallisuuden kannalta puu soveltuu isojenkin kohteiden rakentamiseen, sillä puun käyttäytyminen palotilanteessa tunnetaan hyvin (Salonen ym. 2009, 12). Paloturvallisen urheiluhallin rakentaminen puusta ei siis ole ongelma, ja puurakenteisia urheiluhalleja löytyykin Suomesta useita. Tavanomaisimpia puurakenteisten urheiluhallien runkotyyppejä ovat liimapuusta valmistetut pilari-palkkirunko, pilari-kaarirunko ja kaarirunko (Keronen 2009, 52). Kuviossa 4 nähdään eräs liimapuusta tehty pilari-kaarirunkoinen jäähalli.



KUVIO 4. Pilari-kaarirunkoinen jäähalli (Keronen 2009, 54)

Puurakenteisen urheiluhallin palomitoituksessa käytetään niin sanottua tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Suojaamattomalle puurakenteelle tarkoitettussa menetelmässä määritetään kantavan rakenteen poikkileikkaus vaaditun palonkestonajan jälkeen. Poikkileikkaus lasketaan poistamalla ehjästä poikkileikkauksesta palon hiiltämä osuus ja 7 mm, joka on hiiltyneen osan vieressä oleva kerros ja jonka ei oleteta kantavan rasiutusta. Hiiltynyt osa lasketaan käyttämällä käytetyn puumateriaalin hiiltnmisnopeudelle annettua arvoa. Puurakenteisen urheiluhallin rakennusmateriaalina yleisimmin käytettävän liimapuun hiiltnmisnopeudeksi oletetaan 0,7 mm/min. Näin ollen liimapuurakenne hiiltyy 30 minuutin palon aikana 28 mm. R 30-luokan ratkaisut ovatkin saavutettavissa puurakenteilla helposti, ja suuremmat paloluokkavaatimukset, esimerkiksi 60 minuutin palonkesto aika, saadaan täytetyiksi suurentamalla rakenteen poikkileikkausta. (Keronen 2009, 43, 44.)

Kun varsinainen puurakenne saadaan siis kestämään paloa vain poikkileikkauksen kokoa kasvatamalla, täytyy erityistä huomiota kiinnittää rakenteen liitoksiin. Puiset liitososat kestävät paloa hyvin. Käytettäessä puisia liitososia päästään 30 minuutin palonkestoon suurentamalla liitososien sivumittoja ja reunaetäisyyksiä (Oksanen 2008, 53). Ongelmia tuovat liitoksissa käytettävät teräsosat, sillä niiden palonkesto on matalampi kuin ympäröivien puurakenteiden. Teräksiset liitososat joudutaankin suojaamaan palolta. Suojaus toteutetaan yleensä verhoamalla liitososat puulla, mutta suojaukseen voidaan myös käyttää palonsuojamaalausta. Suojamaalausta käytetään, liitososien ollessa suuria ja selkeitä teräspintoja, esimerkiksi vetotangoissa. (Keronen 2009, 44.) Parempaan palonkestoon teräslitososissa päästään myös käyttämällä ruostumatonta terästä, jonka lujuus- ja jäykkyysominaisuudet korkeissa lämpötiloissa ovat paremmat kuin tavallisilla hiiliteräksillä (Oksanen, Kevarinmäki, Yli-Koski & Kaitila 2005, 99).

6.2 Teräsrakenteiset primäärirakenteet

Puun ohella toinen tärkeä materiaali urheiluhallien rakentamiseen on teräs. Kuviossa 5 nähtävän Eerikkilän jalkapallohallin lisäksi on Suomessa useita teräsrakenteisia urheiluhalleja. Teräsrakenteen käyttäytyminen palotilanteessa on arvaamattomampaa kuin puurakenteen, sillä teräksen ominaisuudet heikkenevät nopeasti tulipalon lämpötilan noustessa tarpeeksi korkealle. Jotta teräsrakenteella päästään R 15 -paloluokkaa pidempiin palonkesto aikoihin, joudutaan teräs yleensä suojaamaan tulipalon aiheuttamalta lämmöltä. (Ongelin & Valkonen 2012, 335.)

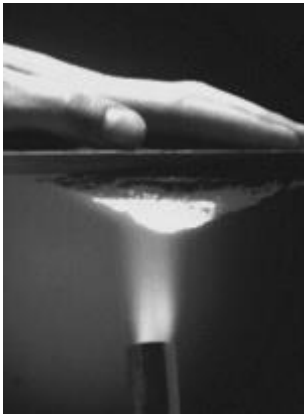


KUVIO 5. Teräsrakenteinen Eerikkilän jalkapallohalli (Paloposki, Myllymäki & Weckman 2002, 11)

Teräsrakenteen suojaukseen paloa vastaan on monia menetelmiä. Ne voidaan jakaa suojausperiaatteensa mukaan kolmeen ryhmään: lämpöä eristävät menetelmät, lämmönsitomiskykyä parantavat menetelmät ja rakenteelliset menetelmät. Lämpöä eristävät menetelmät pyrkivät nimensä mukaisesti eristämään rakenteen, jotta rakenne lämpenisi hitaammin ja saavuttaisi kriittisen lämpötilan myöhemmin. Eristämiseen voidaan käyttää joko eristelevyjä, palonsuojamaaleja tai ruiskutettavia materiaaleja. Lämmönsitomiskykyä parantavat menetelmät ovat teräsrakenteen täyttämisen betonilla tai vedellä ja rakenteen sprinklaus. Lämmönsitomismenetelmissä on kaikissa tapoissa oleellinen osuus vedellä, sillä tulipalon aiheuttama lämpöenergia kuluu veden höyrystymiseen ja rajoittaa näin lämpötilan nousua. Rakenteellinen palonsuojaus toteutetaan kantavien pilarin suhteen jättämällä ne joko rakennuksen ulkopuolelle tai seinän sisään ja kattorakenteiden tapauksissa alaslasketun katon avulla. (Ongelin & Valkonen 2012, 368, 369, 372.) Urheiluhallien kantavien rakenteiden kannalta oleellisista suojaustavoista käydään seuraavaksi läpi eristämällä suojaaminen palonsuojamaalauksen ja eristelevyjen avulla, pilarin betonitäyttö sekä sprinklaus.

Palonsuojamaalauksen toiminta perustuu maalin tuottaman lämpöä eristävän vaahtomaisen kerroksen syntyymiseen kuviossa 6 nähtävällä tavalla. Lämpötilan noustessa noin 250 asteeseen maali aloittaa paisumisen, jonka jälkeen aineen läpimitta voi olla usean senttimetrin paksuinen. Maali voidaan levittää teräksen pinnalle, käyttämällä sivellintä, telaa tai ruiskua, joko etukäteen tai vasta

työmaalla. Kuitenkin mahdollisen kuljetuksen ajaksi maalaus tulee suojata hyvin, sillä maalipinta rikkoontuu helposti. Palonsuojamaalauksen etuja ovat sen ohuus ja rakenteen ulkonäön säilyminen samanlaisena kuin tavanomaisen maalauksen jälkeen. Palonsuojamaalaus soveltuu käytettäväksi kuivissa sisätiloissa, minkä takia se soveltuu hyvin urheiluhallien teräsrakenteiden palonsuojaukseen. (Ongelin & Valkonen 2012, 371.)



KUVIO 6. Palonsuojamaali paisuu lämpötilan noustessa muodostaen lämpöä eristävän kerroksen (Outinen 2015, 2)

Eristelevyjen toiminta perustuu rakenteen eristämiseen tulipalon aiheuttamalta lämmöltä. Palonsuojaamiseen käytettäviä eristelevyjä ovat muun muassa mineraalivilla-, vermikuliitti- ja kipsilevyt. Mineraalivillalevyn toiminta perustuu hyvään lämmöneristävyyteen, ja se kiinnitetään rakenteeseen joko liimaamalla tai mekaanisesti naulojen tai piikkien avulla. Kipsi- ja vermikuliittilevyjen palonkestävyys perustuu levyissä olevaan veteen, jonka höyrystyminen sitoo lämpöenergiaa. Kipsilevy kiinnitetään rakenteeseen ruuveilla, ja levyjä voi olla eristyskerroksessa jopa neljä päällekkäin. Vermikuliittilevy kiinnitetään suojattavaan rakenteeseen joko liimaamalla tai tekemällä levyistä suojaava kotelo. Suojakotelo kiinnitetään rakenteeseen lämpöä kestävästä laastin ja naulojen tai ruuvien avulla. (Ongelin & Valkonen 2012, 369, 370.)

Teräspilarin täyttäminen betonilla on tehokas menetelmä kantavan pilarin palonsuojaukseen. Betonitäyttö perustuu betonissa olevaan veteen, joka höyrystyessään sitoo tulipalon lämpöenergiaa ja pitää teräksen lämpötilan tarpeeksi matalalla rakenteen kantavuuden kannalta. Betonitäytön etuina ovat rakenteen ulkonäön ja mittojen muuttumattomuus sekä asennuksen toteuttaminen. Asennuksessa voidaan käyttää hyväksi teräsrakenteen keveyttä ja nopeaa asennettavuutta, koska pilarin täyttäminen betonilla tehdään vasta työmaalla pilarin jo ollessa pystyssä. (Ongelin & Valkonen 2012, 371, 372.)

Sprinkleri, eli automaattinen palonsammutusjärjestelmä, aktivoituu, kun tulipalon lämpötila kohoaa vaadittuun lukemaan. Sprinkleristä tulevan veden tarkoituksena on pitää palotilan lämpötila mahdollisimman alhaisena. (Ongelin & Valkonen 2012, 372.) Kuten luvussa 4.12 kerrottiin, saadaan automaattista palonsammutusjärjestelmää käyttämällä lievennysmahdollisuuksia paloturvallisuusmääräyksiin, minkä vuoksi sprinklaus soveltuu käytettäväksi myös puurakenteisiin urheiluhalleihin. Esimerkiksi Tampereen Messu- ja Urheilukeskuksen kaikki hallit on varustettu automaattisammutusjärjestelmällä. Keskuksen sisältämään viiteen halliin kuuluu niin puu- kuin teräsrakenteisiakin halleja. (Tampereen Messu- ja Urheilukeskus 2015, viitattu 29.10.2015.)

6.3 Puurakenteiset sekundäärirakenteet

Kantavia seinäelementtejä käytetään tavallisesti vain rankarakenteisissa halleissa, joten niitä ei tähän tarkasteluun oteta mukaan (Finnish Wood Research 2015b, 1). Tarkastellaan näin ollen vain kattoelementtejä, jotka toimivat tyypillisesti sekundäärirakenteina urheiluhallin primäärirungolle. Elementit välittävät kuormat rakennuksen ensisijaiselle rungolle sekä jäykistelle ja näin ollen ovat osa hallin kantavia rakenteita. Elementin palotekniisiin ominaisuuksiin vaikuttavat levytyyppi ja -määrä, elementin kantavan rakenteen mitat, villatyyppi sekä liitokset. Kyseisissä tekijöissä päädyttyihin ratkaisuihin vaikuttavat paloturvallisuussuunnittelun osalta elementin palonkestävyydelle asetetut vaatimukset ja palonsuojaus. Elementin palonsuojaus voidaan toteuttaa joko koko palonkestoajalle tai vain osalle siitä. Kattoelementin kantavien rakenteiden palomitoitus toteutetaan vain elementin alapuoliselle palolle. Ontelopaloa ei siis tarvitse tarkastella, mutta sen mahdollisuus pitää ottaa huomioon palo-osastoinnilla. Ontelo tulee osastoida ensin 1 600 m²:n osastoihin EI 30 -rakenteilla ja edelleen 400 m²:n osastoihin EI 15 -rakenteilla. (Finnish Wood Research 2015a, 1, 2.)

Puurakenteisia kattoelementtejä voidaan käyttää niin puu- kuin teräsrakenteisissakin urheiluhalleissa. Halleissa käytettäviä puurakenteisia kattoelementtejä on rakennetyypiltään kahdenlaisia: palkkirakenteinen elementti ja rakenteellisesti liimattu elementti. Jotkin palomitoituksessa huomioitavat asiat ovat riippumattomia elementin rakennetyypistä, mutta molemmilla tyypeillä on myös omat erityispiirteensä. Molempien tyyppien elementeissä tulee koko palonkestoajalle suojatun elementin tapauksissa huomioida, että alakaton palonsuojaus kestää koko palonkestoajan. Vain osaksi palonkestoajasta suojattujen elementtien tapauksissa alkavat elementin rakenneosat hiiltä palonsuojauksen loputtua. Tällöin tulee molempien tyyppien elementeillä huomioida, että elementin

alarakenteet kantavat villat koko palonkestoajan ja että mahdollinen levyjäykistystoiminto säilyy palossa. (Finnish Wood Research 2015a, 4, 5.)

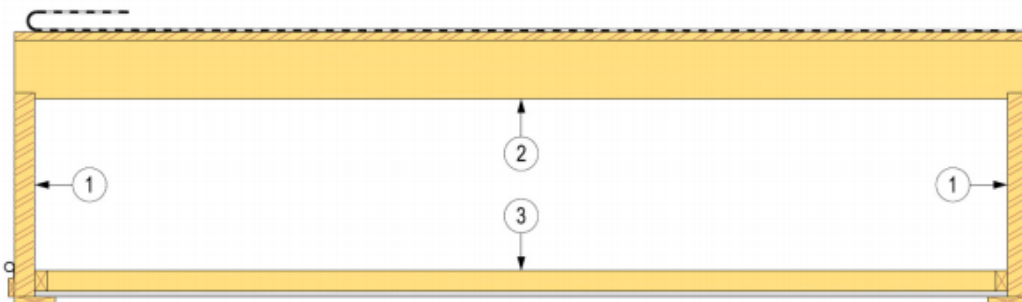
Esimerkki palkkirakenteisesta kattoelementistä esitetään kuviossa 7. Palkkirakenteisen elementin täytyy säilyttää palossa kiepahdus- ja nurjahdustuentansa. Ollessaan suojattu vain osaksi palonkestoajasta tulee palkkirakenteisen elementin palomitoituksessa huomioida, että elementin villa ja liitokset ovat palonkestäviä. Lisäksi huomioitavaa on, että hiiltyessään rakenneosien mitat kasvavat. (Finnish Wood Research 2015a, 4.) Palkkirakenteisen kattoelementin olennaiset osat palotilanteessa, kantavuuden kannalta, ovat elementin pääpalkit. Elementin pääpalkeille on samat palonkestovaatimukset kuin muillekin kantaville rakenteille, eli P2-paloluokan tapauksessa vaaditaan R 30 palonkestävyyttä ja P1-paloluokassa R 60 palonkestävyyttä. Elementin ylärakenteiden osat ovat palon kannalta ei-olennaisia osia, joten niille vaatimuksena on R 15 palonkestävyys paloluokissa P1 ja P2. Näitä osia ovat elementin yläosan koolaus ja levytys. (Puuinfo 2012, 3.)

ELEMENTIN KANTAVAT OSAT

Osa 1: Elementin pääpalkki

Osa 2: Vesikaton kantava runko (sis. vesikatteen alusrakennelevytyksen)

Osa 3: Alakaton kantava runko



KUVIO 7. Esimerkki palkkirakenteisesta kattoelementistä (Finnish Wood Research 2015a, 4)

Esimerkki rakenteellisesti liimatusta kattoelementistä esitetään kuviossa 8. Osaksi palonkestoajasta suojatun rakenteellisesti liimatun elementin alalaipan liitoksien palonkestävyys tulee huomioida palomitoituksessa (Finnish Wood Research 2015a, 5). Kantavuuden kannalta olennaiset osat palossa rakenteellisesti liimatulla elementillä ovat pääpalkit. Lisäksi olennaisia osia ovat elementin ylä- ja alalaipan levytykset, jos elementin levytykset on suunniteltu toimimaan liittorakenteena palkkien kanssa. (Puuinfo 2012, 3.) Tällöin mitoituksessa tulee huomioida, että alalaippa ei enää hiiltyneenä toimi liittorakenteena pääpalkkien kanssa (Finnish Wood Research 2015a, 5). Muulloin levytykset eivät ole olennaisia kantavuuden kannalta. Palon kannalta olennaisille ja ei-olennaisille

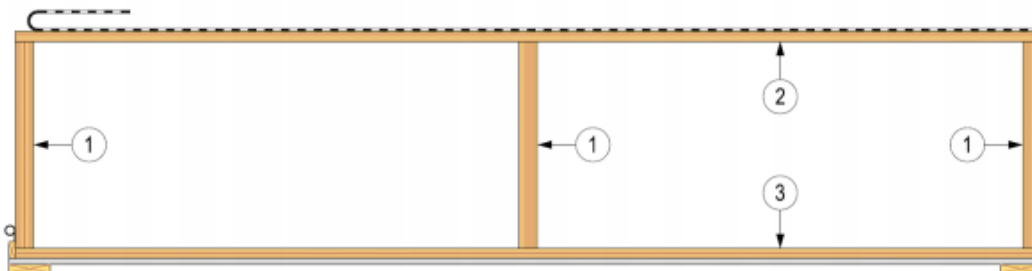
osille annetut vaatimukset ovat samat kuin palkkirakenteisella elementillä. Olennaisille osille P2-paloluokassa vaatimuksena on R 30 ja P1-paloluokassa R 60 sekä ei-olennaisilta osilta vaaditaan R 15 palonkestävyyttä paloluokissa P2 ja P1. (Puuinfo 2012, 4.)

ELEMENTIN KANTAVAT OSAT

Osa 1: Elementin pääpalkki (ripa)

Osa 2: Vesikaton kantava rakenne (ylälaippa)

Osa 3: Alakaton kantava rakenne (alalaippa)



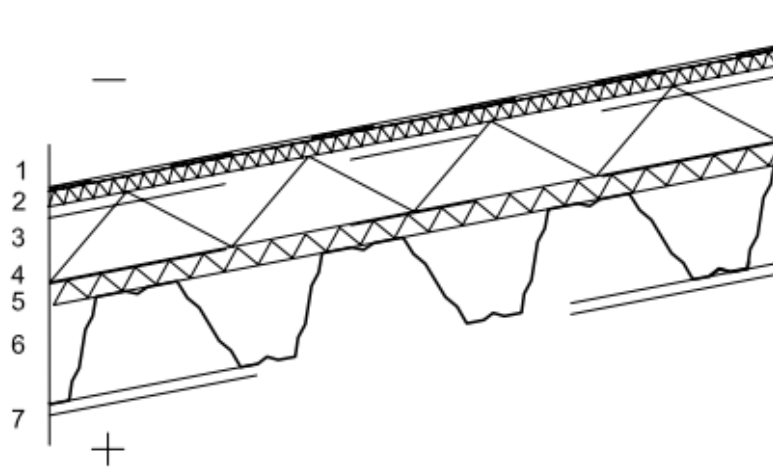
KUVIO 8. Esimerkki rakenteellisesti liimatusta kattoelementistä (Finnish Wood Research 2015a, 5)

6.4 Teräsrakenteiset sekundäärirakenteet

Teräksestä valmistettua poimulevyä voidaan käyttää pelkkänä vesikatteenä, mutta tämän lisäksi levyä on myös mahdollista hyödyntää rakennuksen sekundäärirakenteena. Poimulevyrakennetta voidaan käyttää niin eristämättömässä kuin eristetyssäkin katterakenteessa. (Ruukki 2008, 8.) Poimulevykate sopii hyvin urheiluhallien kattorakenteeksi (Ruukki 2014, viitattu 12.11.2015). Esimerkki kantavasta poimulevyrakenteesta esitetään kuviossa 9.

Poimulevyn palonkestoluokitus on rakenteesta riippuen joko R 15 tai R 30. Poimulevy rakenne saavuttaa R 15 -palonkestoluokan ilman suojausta. R 30 -luokkaan päästään muotolevyrakenteen kiinnitysten kestävyyttä parantamalla, jolloin rakenteen liitosalueiden tulee olla palosuojattu alapuolelta. Kuitenkin lämpö saa poimulevyn vain taipumaan, ja levy säilyttääkin todellisuudessa kantavuutensa luokitusta pidempäänkin. (Teräsrakenneyhdistys 2011, 16.) Teräsrakenneyhdistyksen julkaiseman teräsnormikortin 19/2011 mukaan, R 15 -luokituksen poimulevyt eivät ole palossa olennainen osa kantavuuden kannalta, jos tietyt vaatimukset täyttyvät. Vaatimusten mukaan rakennuksen tulee olla korkeintaan 2-kerroksinen ja teräsrakenteinen. Lisäksi rakennuksen yläpohjan kantavan rungon, kokonaisjäykistyksen ja yläpohjan varmistavien vinositeiden tai vastaavien tulee olla luokiteltu paloluokkaan R 60. (Teräsrakenneyhdistys 2011, 13.) Huomioitavaa kantavan poimulevyrakenteen palosuunnittelussa on myös eristyksen vaikutus rakenteeseen. Jos eristys

asennetaan poimulevyn päälle, nousee levyn lämpötila palossa hyvin nopeasti. Tämä otetaan huomioon lisäämällä hitsipiikeillä kiinnitetty eristyskerros poimulevyn alapintaan. (Paroc 2013, 15.)



RAKENNEKERROKSET

- | | |
|---|---|
| 1 | VEDENERISTE |
| 2 | LÄMMÖNERISTE |
| 3 | LÄMMÖNERISTE |
| 4 | HÖYRYNSULKU, VERKKOVAHVISTEINEN ALUMIINIPINTAINEN MUOVI,
LIMITYS 200 mm + TEIPPAUS |
| 5 | LÄMMÖNERISTE, KUORMITUSTA KESTÄVÄ ERISTE,
JOKA TUKEE ILMAN- JA HÖYRYNSULKUA |
| 6 | KANTAVA POIMULEVY RAKENNEPIIRUSTUKSEN MUKAAN |
| 7 | PALOSUOJAUS, PALOVILLA TAI -LEVY, TARKISTETTAVA
RAK MK E1:n JA E2:n MUKAAN |

KUVIO 9. Detalji kantavasta poimulevyrakenteesta (Ruukki 2011, 4)

6.5 Henkilömäärän vaikutus palosuunnitteluun

Suurin sallittu henkilömäärä urheiluhallissa määräytyy rakennuksen paloluokan mukaan. P1-paloluokan kokoontumistilalle ei aseteta rajoitteita henkilömäärän suhteen. Rajoituksia ei aseteta myöskään yksikerroksiselle urheiluhallille, jos hallin paloluokka on P2. Kaksikerroksisen P2-luokan rakennuksen henkilömääräksi on rajattu 250. P3-paloluokan yksikerroksisen hallin henkilömääräksi on rajattu 500 ja kaksikerroksisen 50. Yksikerroksisen rakennuksen rajoituksia voidaan soveltaa rakennukseen, jos rakennuksen käyttötavan mukaisia tiloja on vain ensimmäisessä kerroksessa. Jos käyttötavan mukaisia tiloja löytyy toisesta kerroksesta, käytetään tällöin kaksikerroksisen rakennuksen rajoituksia. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011, 12.)

Urheiluhallin henkilömäärä voi olla joko määräävä tai toissijainen muuttuja rakennuksen paloluokkaa valittaessa. Harjoitushallit, joissa ei tule olemaan tarkoitusta suurelle määrälle yleisöä tai muita ihmisiä, voidaan henkilömäärän suhteen suunnitella jopa paloluokkaan P3. Urheiluhallit, joihin odotetaan paljon ihmisiä, joko urheilutapahtuman tai muiden hallissa järjestettävien tapahtumien takia, suunnitellaan yleensä P1-paloluokkaan (SP Elementit 2015, viitattu 30.10.2015). Esimerkiksi kuviossa 5 sivulla 30 kuvattu jalkapallon harjoitteluun tarkoitettu halli on mitoitettu henkilömäärän suhteen 500 henkilölle. Vaikka halli on pinta-alaltaan iso, niin halliin ei ole sijoitettu katsomoita yleisölle. (Paloposki, Myllymäki & Weckman 2002, 19.) Tästä johtuen hallin suurin sallittu henkilömäärä ei ole ollut ratkaisevana tekijänä hallin paloturvallisuutta suunnitellessa.

6.6 Taulukkomitoituksen ja toiminnallisen palomitoituksen vertailu

Simo Lehtimäen laatimassa Monitoimihallin paloturvallisuus -oppaassa on vertailtu teräsrakenteisen hallin yläpohjan kantavien rakenteiden mitoitusta. Tehty vertailu osoittaa, millaisia eroja eri mitoitustavoille syntyy palonsuojauksen ja materiaalimenekin suhteen ja millainen vaikutus niistä syntyy rakenteiden kokonaiskustannuksiin. Vertailtavat tapaukset ovat toiminnallinen palomitoitus ja luokitukseen perustuva mitoitus paloluokissa P2 ja P1. Toiminnallisen palomitoituksen palonkestoksi on todettu, että rakenteet kestävät koko palon ja jäähtymisen ajan. Paloluokkaan P2 mitoitettujen tapauksen ristikoiden, siteiden ja palkkien palonkesto on R 30 ja kattopellin R 15, kun taas P1-paloluokan tapauksessa vastaavat ovat R 60 ja R 15. (Lehtimäki 2003, 36.)

Toiminnallisen palomitoituksen tapauksessa rakenteiden palonsuojauksen tarve laskettiin palonkehitykseen perustuvien lämpötilojen perusteella. Tulokseksi saatiin että rakenteet tuli suojata vain osittain. Palonsuojamaalaus tuli toteuttaa vain ristikon toisen pään ensimmäisille noin 8 metrille ja yhdelle vaakasiteelle. Toiminnallinen palomitoitus todettiinkin vertailun ykköseksi, joten taulukkomitoitusten tuloksia vertaillaan toiminnallisen mitoituksen tuloksiin. (Lehtimäki 2003, 102.)

Taulukkomitoituksen paloluokan P2 tapauksessa kaikki teräsrakenteet tuli suojata palonsuojamaalilla. Lisäksi rakenteita täytyi vahvistaa yhteensä noin 7 tonnilla ylimääräistä terästä. P2-paloluokan taulukkomitoituksen mukainen ratkaisu todettiin kokonaisuudeltaan 37 %:a toiminnallista mitoitusta kalliimmaksi. Paloluokan P1 taulukkomitoituksessa kaikki teräsrakenteet tuli suojata palonsuojamaalilla, jonka paksuuden vaadittiin olevan yli kaksinkertainen aiempien tapauksien palonsuojamaalilla.

maalauksiin verrattuna. Myös P1-paloluokan taulukkomitoituksessa rakenteita jouduttiin vahvistamaan. Terästä tuli toiminnalliseen mitoitukseen verrattuna noin 9,5 tonnia lisää. Kustannuksiltaan P1-paloluokan taulukkomitoituksella toteutetut rakenteet maksoivat 113 % enemmän kuin toiminnallisen mitoituksen rakenteet. (Lehtimäki 2003, 36.)

Myös puurakenteisen hallin palomitoituksessa toiminnallisen palomitoituksen vaikutukset voivat olla positiivisia. Toiminnallisella palomitoituksella mitoitettussa hallissa puuta voidaan käyttää laajemmin kuin mitä rakentamismääräyskokoelman osan E1 taulukot antaisivat käyttää (Salonen ym. 2009, 12).

7 HALLIESIMERKKEJÄ

Seuraavaksi tarkastellaan kolmea urheiluhallia, jotka eroavat toisistaan koon, rakenneratkaisun ja käyttötarkoituksen suhteen. Tarkastelussa tuodaan ilmi, miten edellä mainitut asiat mahdollisesti vaikuttavat hallien paloturvallisuussuunnitteluun ja minkälaisiin ratkaisuihin halleissa on päädytty.

7.1 Lappi Areena

Lappi Areena on vuonna 2003 avattu teräsrakenteinen monitoimihalli Rovaniemellä. Hallissa on kaksi jäähallia, joista toinen on tarkoitettu kilpailukäyttöön ja toinen harjoitushalliksi. Monitoimihallin kokonaisuuden hahmottamisen helpottamiseksi nähdään liitteessä 1 hallin pohjapiirros, josta käy ilmi muun muassa hallien ja katsomon sijoittuminen. Monitoimihallin peruskäyttönä on jääurheilu, mutta lisäksi hallille on suunniteltu muutakin käyttöä. Hallin muita käyttötapoja ovat muut urheilulajit, messut ja konsertit. Muista urheilulajeista esiin nostetaan erityisesti lento- ja koripallo. (Lehtimäki 2003, 9.)

Lappi Areenan kantavat rakenteet on suunniteltu rakentamismääräyskokoelman osan E1 taulukoiden mukaan, lukuun ottamatta kilpailuhallin katon kantavia rakenteita, jotka on suunniteltu toiminnallista palonmitoitusta käyttäen. Areenan taulukkomitoituksen avulla suunnitellut osat, esimerkiksi kantava pystyrunko, on suunniteltu paloluokkaan P1. Tällöin palonkestoajaksi tulee R 60. Kilpailuhallin yläpohjan kantavat rakenteet, jäykisteet ja sekundäärirakenteet on mitoitettu toiminnallisella palosuunnittelulla kestämään koko palon ja jäähtymisvaiheen ajan. Kilpailuhallin kantava kattoristikko esitetään palonsuojauksineen liitteessä 2. Toiminnallisen palomitoituksen käyttäminen hallin palosuunnittelussa on perusteltua muun muassa kustannussyistä, sillä muiden muuttujien huomioon ottaminen mitoituksessa vähentää huomattavasti rakenteiden palonsuojauksen kustannuksia. (Lehtimäki 2003, 36, 43.)

Kilpailuhallin henkilömäärän on suurimmillaan päätetty olevan 5 000. Suuren henkilömäärän ja koon vuoksi ihmisten turvallinen poistuminen hallista onkin varmistettu poistumisaikalaskelman avulla. (Lehtimäki 2003, 31, 84)

7.2 Myllypuron harjoitushalli

Myllypuron harjoitushalli on vuonna 2009 valmistunut teräsristikkorakenteinen halli Helsingissä. Hallissa on täysikokoinen jalkapallokenttä. Halli onkin pääkäyttötarkoitukseltaan tarkoitettu jalkapallon harjoitteluun, mutta käyttöä on suunniteltu muillekin lajeille. Muita halliin soveltuvia lajeja ovat muun muassa lento- ja pesäpallo. (Kallio 2010, viitattu 13.11.2015.)

Hallin palomitoitus on toteutettu toiminnallisen palosuunnittelun kautta. Toiminnallisen palosuunnittelun avulla on otettu hallin palotilanne huomioon yhtenä kokonaisuutena ja hallin teräsrakenteiden palonsuojaus on toteutettu vain 6 metrin korkeuteen asti. Palonsuojauksen avulla teräsrakenteiden alimmat 6 metriä on suojattu paloluokkaan R 30. (Kallio 2010, viitattu 13.11.2015.). Hallin ollessa käyttötarkoitukseltaan harjoitteluhalli ei halliin odoteta suuria määriä ihmisiä, eikä halli sisälläkään katsomotiloja.

7.3 Riihimäen urheilutalo

Riihimäen urheilutalo on 1967 valmistunut halli, jonka yläpohjan kantavat rakenteet on suunniteltu uudestaan vuonna 2007 valmistuneessa opinnäytetyössä (Vikstedt 2007, 9). Tarkastelu suorite-taankin uuden suunnitelman rakenteiden kautta. Hallin pelikenttä on kooltaan noin 20 x 38 metriä, joten halli on pienempi kuin edellä tarkastellut hallit. Urheilutalolla pelattaviin lajeihin kuuluvat muun muassa käsipallo. (Aamuposti 2013, viitattu 17.11.2015.) Hallin rungon kantavat pilarit on valmistettu teräsbetonista, joten niitä ei tarkastella (Vikstedt 2007, 10).

Hallin kantavien rakenteiden uudelleen suunnittelu toteutettiin rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukaan, ja rakennuksen paloluokaksi annettiin P2. Palonkestoluokaksi määräytyi näin ollen R 30. Hallin uudeksi kattokannattajaksi vaihtoehtoina oli teräsristikko ja liimapuupalkki. Teräsristikon palonsuojauksen kustannukset nousisivat kuitenkin suuriksi, ja lopulta rakenteeksi valittiin liimapuupalkki. Liimapuupalkin etuina nähtiin palomitoituksen helppous. Palkin mitoitus kun tulisi toteuttaa vain niin, että palkki kestää kuormitukset vielä vaaditun palonkestoajan kestäneen hiiltymisen jälkeen. Varsinaisia palonsuojausmenetelmiä ei siis tarvitsisi käyttää. (Vikstedt 2007, 14, 53.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli tarkastella urheiluhallien palonturvallisuutta ja paloteknistä suunnittelua. Tarkastelussa huomioitiin niin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 pohjalta tehtävä taulukkomitoitus kuin oletettuun palonkehitykseen perustuva toiminnallinen palomitoitus.

Opinnäytetyön perusteella laadittiin taulukko 10, josta on helposti havaittavissa urheiluhallin paloluokan määräytyminen. Määräytymisen perusteina ovat hallin käyttötapa, koko ja henkilömäärä. Taulukossa annettu paloluokkasuositus perustuu opinnäytetyön aikana kerääntyneeseen tietoon.

TAULUKKO 10. Urheiluhallin paloluokan valinta

Päälaji	Käyttötapa	Kokoluokka	Henkilömäärä	Paloluokka		
				P1	P2	P3
jalkapallo	kilpailu	iso	yli 500	1	2	0
	harjoittelu	iso	alle 500	2	1	2
	harjoittelu	keskisuuri	alle 500	2	2	1
jäähkiekko	kilpailu	keskisuuri/iso	yli 500	1	2	0
	harjoittelu	keskisuuri	alle 500	2	1	1
salibandy, kori-, lentopallo ym.	kilpailu	keskisuuri	yli 500	2	1	0
	harjoittelu	pieni/keskisuuri	alle 500	2	2	1

Kokoluokka	Pituus x Leveys
iso	90-110 x 50-70 m
keskisuuri	50-70 x 30-50 m
pieni	30-50 x 20-40 m

1 = suositeltu
 2 = voidaan toteuttaa,
 mutta ei suositeltu
 0 = ei voi toteuttaa

Työssä tarkasteltiin puu- ja teräsrakenteisten urheiluhallien kantavia rakenteita. Puun käyttöä hal-
 lirakentamisessa on pyritty lisäämään esimerkiksi Puufon toteuttamilla puuhallien suunnitteluop-
 pailla, ja puurakenteisen hallin suunnitteluun onkin yleisesti saatavilla paljon opastusta. Paloturvalli-
 suussuunnittelun osalta puurakenteisen urheiluhallin suunnittelu on helpompi toteuttaa kuin teräs-
 rakenteisen hallin. Puurakenne ei tarvitse erillistä palosuojausta, vaan rakenteen tarvittava palon-
 kesto saadaan toteutetuksi vain rakennetta suurentamalla. Teräsrakenteisen hallin rakenteelliset

edut kääntyvät palosuunnittelussa sen heikkouksiksi. Ohut teräs rakenne ei kestä hyvin paloa ja tarvitsee palonsuojausta. Yleinen teräs rakenteisen urheiluhallin palonsuojausmenetelmä on esimerkiksi palonsuojamaalaus. Kantavan rakenteen materiaalin palotekninen soveltuvuus eri palonkestojen toajolle voidaan nähdä yksinkertaistetusti taulukosta 11.

TAULUKKO 11. Kantavan rakenteen materiaalin palotekninen soveltuvuus eri palonkestojen toajolle

Palo- luokka	Palonkes- toaika	Materiaali	
		Teräs	Puu
P1	R60	Tarvitaan palonsuojausta	Rakenteen mittoja suurennetaan
P2	R30	Tarvitaan palonsuojausta	Helppo toteuttaa
P3	-	Helppo toteuttaa	Helppo toteuttaa

Työssä tarkasteltiin myös urheiluhallin henkilömäärän vaikutusta paloturvallisuussuunnitteluun. Isossa urheiluhallissa henkilömäärä voi olla määräävä muuttuja hallin paloluokkaa päätettäessä. Tällöin halli on suunniteltu isolle henkilömäärälle jonkun erityisen syyn takia. Halliin voidaan odottaa paljon ihmisiä joko jonkin kilpailun yleisöksi tai jonkin hallissa järjestettävän muun toiminnan, kuten messujen, kävijöiksi. Tällöin voidaan vaatia tehtäväksi poistumisaikalaskelma, jotta varmistetaan, että kaikkien ihmisten poistuminen tulipalossa toteutuu turvallisesti.

Lisäksi työssä vertailtiin kantavien rakenteiden mitoitusta taulukkomitoituksen paloluokissa P1 ja P2 sekä toiminnallisessa palomitoituksessa. Esimerkkikohteessa tehdyssä vertailussa tulokset osoittivat toiminnallisen palomitoituksen edullisemmaksi vaihtoehdoksi kuin taulukkomitoituksen tapaukset. Tuloksia analysoidessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon kyseisen hallin koko ja monikäyttöisyys, jotka varmasti vaikuttivat suuresti hallin paloturvallisuusvaatimuksiin. Pienemmässä hallissa erot ovat todennäköisesti pienemmät.

Toiminnallinen palomitoitus on monimutkainen prosessi, joka edellyttää eri muuttujien huomioonottamista sekä yhteistyötä eri viranomaisten ja asiantuntijoiden kanssa. Urheiluhallit ovat isoina ja avoimina tiloina kuitenkin erityistapauksia, joissa toiminnallinen palomitoitus antaa hyvät mahdollisuudet rakenteiden paloturvalliseen suunnitteluun rakennemateriaalien omia ominaisuuksia hyödyntäen.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, mitä seikkoja tulee huomioida paloturvallisuuden osalta urheiluhallien suunnittelussa, sekä tutkia hallien teknisiä ratkaisuja paloturvallisuuden kannalta. Aihetta tarkasteltiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 ohjeiden ja määräysten kautta, mutta myös toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun mahdollisuus otettiin huomioon.

Urheiluhallien palotekninen tarkastelu oli varsin pääpiirteistä, eikä erityistä syventymistä johonkin tiettyyn aihepiiriin tullut. Voidaankin miettiä, oliko opinnäytetyön aihe liian laaja ja olisiko perusteellinen syventyminen tehnyt työstä hyödyllisemmän tulevaisuuden käytön kannalta. Ulkopuolinen tilaaja olisi voinut olla hyödyllinen syventymisen kohteen löytämisessä. Kuitenkin työssä tarkasteltiin kattavasti urheiluhallien paloturvallisuuteen liittyviä asioita, ja uskonkin, että työstä saattaa olla apua urheiluhallin rakentamista harkitsevalle. Erityisesti apua voi olla urheiluhallin paloturvallisuussuunnittelun erityispiirteitä, hallin puu- ja teräsrakenteita sekä niiden eroavaisuuksia tutkivalle. Työstä saatava apu on varmasti sitä suurempi, mitä vähemmän lukijalla on ennestään tietoa aiheesta. Kokeneelle asiantuntijalle työstä tuskin hyötyä on.

Opinnäytetyötä tehdessä tuli ilmi mahdollisia aiheita jatkotutkimuksille. Toiminnallisen palomitoituksen hyödyllisyys urheiluhallien paloturvallisuussuunnittelussa on selvä ja kaipaisi tarkempaa syventymistä. Puu- ja teräsrakenteiden keskinäisten rakennevaihtoehtojen vertailua ei työssä suoritettu. Eroavaisuuksia palomitoituksessa suhteen kuitenkin varmasti löytyy, joten syventyminen aiheeseen olisi mahdollista.

LÄHTEET

Aamuposti 2013. Urheilutalo sai täystyrmäyksen. Viitattu 17.11.2015, <http://www.aamuposti.fi/artikkeli/271430-urheilutalo-sai-taystyrmayksen>.

Finnish Wood Research 2015a. HalliPES 1.0 osa 16. Puuinfo Oy. Viitattu 12.11.2015, http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/hallipes-10/hallipes_1.0_osa_16_rakennetyypit.pdf.

Finnish Wood Research 2015b. HalliPES 1.0 osa 5. Puuinfo Oy. Viitattu 12.11.2015, http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/hallipes-10/hallipes_1.0_osa_5_seinaelementtityypit.pdf.

Heikkilä-Kauppinen, M. & Kauppinen, T. 2003. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Ympäristöopas 39. Ympäristöministeriö. Helsinki: Edita Prima.

Hietaniemi, J., Baroudi, D., Korhonen, T., Björkman, J., Kokkala, M. & Lappi, E. 2002. Yksikerroksisen teollisuushallin rakenteiden palonkestävyyden vaikutus paloturvallisuuteen. Riskianalyysi ajasta riippuvaa tapahtumamallia käyttäen. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. VTT tiedotteita 2123. Viitattu 2.11.2015, <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2123.pdf>.

Hirvonen, V. 2010. Toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu ja EML-arvio. Saimaan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto. Opinnäytetyö. Viitattu 2.11.2015, https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7247/Hirvonen_Ville.pdf?sequence=1.

Kallio, M. 2010. Myllypuron harjoitushalli. Projektiutiset 1/2010. Viitattu 31.10.2015, <http://projektiutiset.fi/fi/artikkelit/myllypuron-harjoitushalli?page=0%2C1>.

Kansallinen liikuntatutkimus 2009–2010 2010. Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama tutkimus. Viitattu 3.11.2015, http://www.sport.fi/system/resources/W1siZiIsIjIwMTMvMTAvMjQvMTRfMTIhNDdfMTcwX0xpaWt1bnRhdHV0a2ltdXNfYWlrdWlzbGlpa3VudGFfMjAwOV8yMDEwLnBkZiJdXQ/Liikuntatutkimus_aikuisliikunta_2009-2010.pdf.

Keronen, A. 2009. Puuhallin rakenteet, esisuunnittelu ja valintaperusteet. Puuinfo Oy. Pdf-painos 2/2009. Viitattu 2.11.2015, <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/puuhallin-rakenteet-esisuunnittelu-ja-valintaperusteet/090202-puuhallin-rakennesuunnittelu.pdf>.

Korhonen, T., Hostikka, S. & Keski-Rahkonen, O. 2005. Poistumisaikalaskelmat palotilanteissa. VTT Rakennus- ja Yhdyskuntatekniikka. Viitattu 2.11.2015, <http://www.spek.fi/loader.aspx?id=27020223-24dc-42d4-a2b3-426f8dc763d2>.

Kuosma, K. 2000. Suomen liikuntapaikat 1980–2000. Helsinki: Rakennustieto.

Lehtimäki, S. 2003. Monitoimihallin paloturvallisuus. Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 103. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Myllylä, P. 2009. Hallirakennuksia koskevat palomääräykset. Puuinfo Oy. Viitattu 2.11.2015, http://www.oamk.fi/~pekkaki/puurakenteet_2/suunnitteluohjeita/palomaaraykset-esiselvitys-hallirakennukset-2010.pdf.

Oksanen T. 2008. RIL 205-2-2007 Puurakenteiden suunnitteluohje. Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Helsinki: DARK.

Oksanen, T., Kevarinmäki, A., Yli-Koski, R. & Kaitila, O. 2005. Ruostumattomasta teräksestä valmistettujen puurakenteiden liitosten palonkestävyys. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. VTT Working Papers 29. Viitattu 2.11.2015, <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2005/W29.pdf>.

Ongelin, P. & Valkonen, I. 2012. Rakenneputket EN 1993 -käsikirja. Rautaruukki Oyj. Viitattu 27.10.2015, https://software.ruukki.com/Ruukki-Rakenneputket-Kasikirja-2012_PDF-versio.pdf.

Outinen, J. 2015. Teräsrakenteiden suojamaalaus. Teräsrakenneyhdistys ry. Viitattu 28.10.2015, <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK060402.pdf>.

Paloposki, T., Myllymäki, J., Weckman H. 2002. Luotettavuusteknisten menetelmien soveltaminen urheiluhallin poistumisturvallisuuden laskentaan. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. VTT tiedotteita 2181. Viitattu 2.11.2015, <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2181.pdf>.

Paroc 2013. PAROC FireSAFE -järjestelmä. Teräsrakenteiden palosuojaus. Viitattu 26.11.2015, <http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/palo/~media/Files/Brochures/Finland/Paroc-Fire-SAFE-system-FI.ashx>.

Puuinfo 2012. Olennainen rakenneosapalossa. Viitattu 11.11.2015, <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/olennainen-rakenneosapalossa/olennainenrakenneosapalossa.pdf>.

Ruukki 2008. Kantavat rakenteet. Viitattu 12.11.2015, <http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen-esitteet/Ruukki-kantavat-rakenteet.pdf>.

Ruukki 2011. Kantavat poimulevyt. Perusdetaljit. Viitattu 12.11.2015, http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen%20ratkaisut/Kantavat_poimulevyt/PDF-detaljipiirustukset/Kantavat_poimulevyt_perusdetaljit.pdf.

Ruukki 2014. Kantavat poimulevyt. Viitattu 12.11.2015, <http://www.ruukki.fi/Rakentaminen/Kantavat-poimulevyt>.

Salonen, K., Keronen, A. & Lod, T. 2009. Puuhallin suunnittelu, esisuunnittelu ja arkkitehtoniset valinnat. Puuinfo Oy. Pdf-julkaisu 2/2009. Viitattu 2.11.2015, <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/puuhallin-suunnittelu-esisuunnittelu-ja-arkkitehtoniset-valinnat/puuhallin-suunnittelu-090202www.pdf>.

Sisäministeriö 2015. Palokuolemat. Viitattu 5.10.2015, <http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/ehkaise-palon-syttyminen/tulipalon-vaarallisuus/palokuolemat>.

SP Elementit Oy 2015. Jäähallin rakentaminen. Viitattu 30.10.2015, spe.fi/jaehallit.

Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2011. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Ympäristöministeriö. Viitattu 4.12.2015, http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf.

Suomen Urheiluliitto 2015. Kiertävällä juoksuradalla varustetut sisähallit. Viitattu 3.11.2015, <http://www.yleisurheilu.fi/kilpailut/kentat-ja-sisahallit>.

Tampereen Messu- ja Urheilukeskus Oy 2015. Hallitilat. Viitattu 29.10.2015, http://www.tesc.fi/tesc_2012/sivu.tmpl?sivu_id=2892.

Teräsrakenneyhdistys 2011. Teräksestä valmistetun kantavan muotolevyn kestävyys tulipalossa. Teräsnormikortti N:o 19/2011. Viitattu 12.11.2015, http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/238/37c3274/Terasnormikortti_19_2011.pdf.

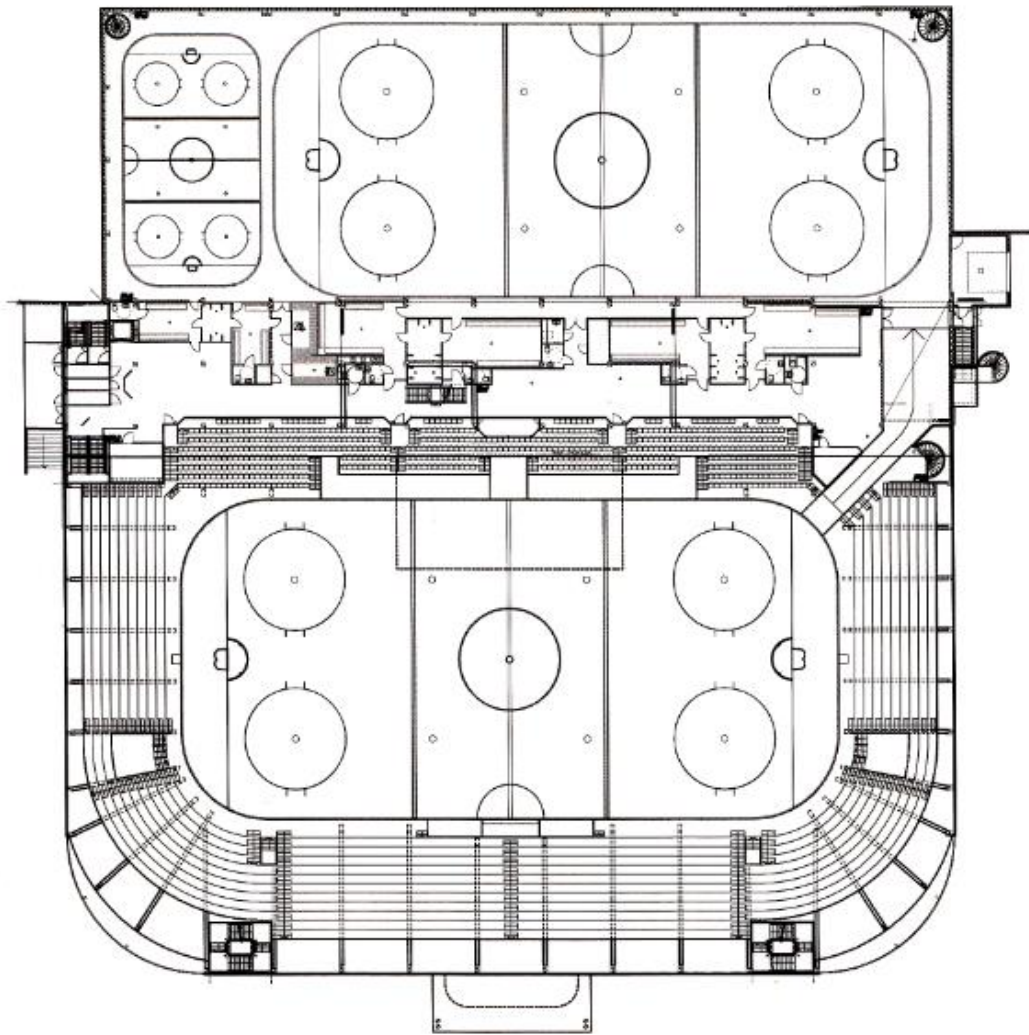
Turvallinen kaupunki 2015. Rakennusten paloturvallisuus. Viitattu 17.9.2015, <http://www.turvallinenkaupunki.fi/turvallisuusteemat/tapaturmia-ehkaiseva-elinymparisto/suunnittelun-suuntaviivoja/paloturvallisuus-ja-pelastustoimen-edellytykset/rakennusten-paloturvallisuus>.

YLE Uutiset 2012. Joukkuelajien suosio kasvaa Suomessa. Viitattu 5.3.2013, http://yle.fi/uutiset/joukkuelajien_suosio_kasvaa_suomessa/5412484.

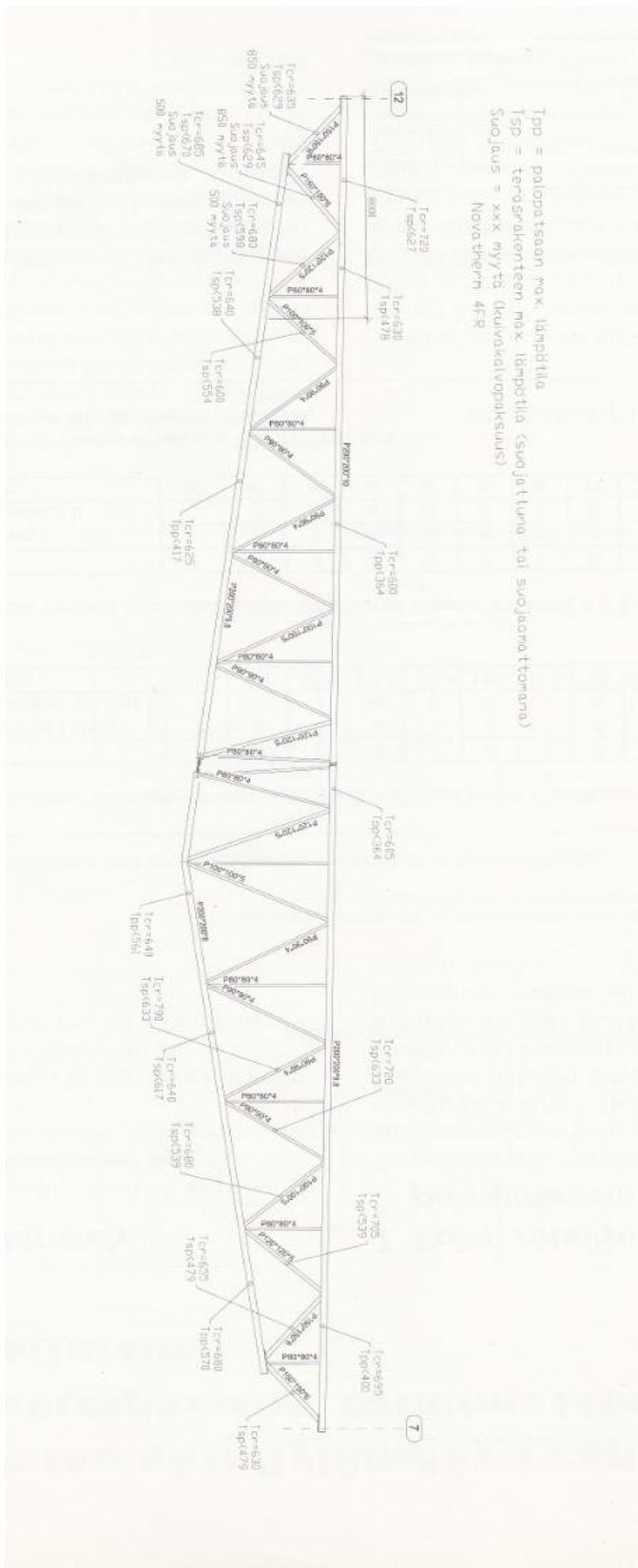
Ympäristöministeriö 2014. Rakeenteellinen paloturvallisuus. Viitattu 17.9.2015, http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Rakentaminen/Rakennuksen_turvallisuus/Rakenteellinen_paloturvallisuus.

Vikstedt, A. 2007. Liikuntahallin kattorakenteiden uusimisen rakennesuunnittelu. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 17.11.2015, <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9673/Vikstedt.Anna.pdf?sequence=2>.

Wikipedia 2015. All-time Olympic Games medal table. Viitattu 3.11.2015, http://en.wikipedia.org/wiki/All-time_Olympic_Games_medal_table.



KUVIO 10. Lappi Areenan pohja 2. kerros (Lehtimäki 2003, 79)



KUVIO 11. Lappei Areenan kilpailuhallin kattoristikko (Lehtimäki 2003, 103)