

**LAUSUNTO JALKAPALLOKATSOMON
PALOTURVALLISUUDESTA**

25004158

**HIETALAHDEN JALKAPALLOSTADIONIN VANHA KATSOMO
RANTAMAANTIE 6
65100 VAASA**

2023-05-03

SWECO FINLAND OY

TUOMO RINNE

Sisällysluettelo

1	Osapuolet	3
1.1	Aineisto	4
1.2	Viitekirjallisuus	4
2	Yleistä	5
3	Katsomon paloturvallisuuden arviointi	6
3.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki	6
3.2	Kantavien rakenteiden palonkesto	7
3.3	Poistumisturvallisuus	7
3.4	Pelastustoiminnan alkamisen aika	9
3.5	Palon leviäminen ja palon voimakkuuden arvioiminen	11
4	Lausunto	12

1 Osapuolet

Tilaaja

Vaasan Kaupunki

Kåre Skoglund

Kiinteistömanageri

Puh. 040 581 3137

Sähköposti: kare.skoglund@vaasa.fi

Lausunnon antaja

Sweco Finland Oy

Tuomo Rinne

040 661 0059

Puutarhakatu 3A, 70300 Kuopio

tuomo.rinne@sweco.fi

1.1 Aineisto

Lausuntoa varten on toimitettu¹ seuraava aineisto:

- Asiakirja 1 [A1]: Rakennetekniset toimenpidesuositukset. Sweco Finland Oy. Rev A. 30.3.2023. 28 s.”
- Asiakirja 2 [A2]: Katsomon leikkauskuva.
- Asiakirja 3 [A3]: Pohjakuvia katsomon ja parven henkilömääristä ja tilajärjestelyistä.

1.2 Viitekirjallisuus

- [1] Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 28.11.2017
- [2] Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 28.11.2017; Perustelumuistio
- [3] Ympäristöministeriön asetus (927/2020) rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta 2.12.2020
- [4] Ympäristöministeriön asetus (927/2020) rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta 2.12.2020; Perustelumuistio
- [5] RIL 195-2018 – Rakenteellinen paloturvallisuus. Yleiset perusteet ja ohjeet.

2 Yleistä

Tässä asiantuntijalausunnossa tarkastellaan Vaasan Hietalahden jalkapallostadionin vanhan katsomon paloturvallisuutta suhteessa nykymääräyksiin ja olennaisiin paloturvallisuusvaatimuksiin. Nykymääräykset esitetään paloasetuksissa [1]-[4] ja paloturvallisuuden olennaiset vaatimukset puolestaan Maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132).

Asiakirjan [A1] mukaan katsomorakennus on rakennettu vuonna 1936, jolloin ei ole ollut voimassa/olemassa nykyisin tunnettuja rakentamismääräyskokoelman osia, vaan tuohon aikaan kyseisen rakennuksen paloturvallisuuden huomioimisessa on mahdollisesti sovellettu samana vuonna julkaistua sisäasiainministeriön päätöstä (6.2.1936, N:o 81) rakennusten ja rakennusosien palonkestävyyden luokittelemisesta.

Tätä asiantuntijalausuntoa voidaan käyttää myös eri tahojen päätöksenteon tukena arvioitaessa kyseisen katsomorakennuksen jatkotoimenpiteitä.

3 Katsomon paloturvallisuuden arviointi

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki kertoo pykälässä 117 seuraavaa:

117 b § (21.12.2012/958)

Paloturvallisuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Palon syttymisen vaaraa on rajoitettava. Rakennuksen kantavien rakenteiden on oltava sellaiset, että ne palon sattuessa kestävät vähimmäisajan ottaen huomioon rakennuksen sortuminen, poistumisen turvaaminen, pelastustoiminta ja palon hallintaan saaminen. Palon ja savun kehittymistä ja leviämistä rakennuksessa sekä palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin on pystyttävä rajoittamaan. Rakennuksen rakentamisessa on käytettävä paloturvallisuuden kannalta soveltuvia rakennustuotteita ja teknisiä laitteistoja.

Oleellisia vaatimuksia edellä esitetyssä ovat kantavien rakenteiden vähimmäiskesto, jona aikana poistuminen, pelastaminen ja palon hallintaan saaminen voidaan turvallisesti toteuttaa. Näille em. tapahtumille on osalle annettu suoraan paloasetuksen kautta taulukko- ja/tai lukuarvot, osalle taas esim. aikamääreet joudutaan usein tapauskohtaisesti arvioimaan (erityisesti pelastustoiminta ja palon sammuttaminen/rajoittaminen).

3.2 Kantavien rakenteiden palonkesto

Kantavien rakenteiden osalta voidaan todeta, että riittävänä minimitasona kantavan rungon palonkestolle ovat eri rakennusten paloluokille paloasetuksessa annetut vaatimukset. P1-paloluokassa tyypillisesti 60 min, P2-paloluokassa 30 min ja P3-paloluokassa ei anneta kantavien rakenteiden palonkestolle vaatimuksia. Olemassa olevan katsomon paloluokka ei ole tiedossa (ei myöskään vuoden 1936 mukaisella jaottelulla ilmaistuna), mutta ulkoisten mittojen ja henkilömäärärajotusten puolesta katsomo voisi nykyääräysten mukaan olla P2-paloluokan 2-kerroksinen rakennus. Tällöin kantavien rakenteiden palonkestovaatimus olisi R30, eli 30 min standardipalokäyrän mukaista lämpörasitusta vastaan mitoitettut rakenteet.

Asiakirjan [A1] mukaan: ” *Kantavien rakenteiden kantavuusluokka R on eri rakenneosilla arvioitu olevan n. 3...15 min.*” jolloin on ilmeistä, ettei nykyolosuhteissa mainittua R30 vaatimustasoa voida täyttää. Edes automaattisen sammutuslaitteiston käyttäminen ei taulukkomitoituksen näkökulmasta tuo helpotuksia vaatimukseen, vaan R30 on myös tässä tapauksessa vaatimustasona kantavan rungon palonkestolle P2-paloluokan rakennuksessa.

Automaattisella sammutuslaitteistolla varustetun rakennuksen kantavan rungon palokestoa voidaan toki paloasetuksenkin sallimana tutkia ns. toiminnallisen palomitoituksen kautta. Prosessiin kuuluu yleensä ns. palosimulointiohjelmien käyttö, jossa hyödynnetään edistysellistä numeerista virtauslaskentaa mm. rakenteisiin kohdistuvien lämpörasitustasojen määrittämiseksi. Puurakenteiden osalta tämä tarkoittaisi lämpörasitustietojen muuttamista joko hiiltymäsyvyyksiksi tai sitten konservatiivisemmin 300 °C:n raja-arvon mahdollista ylittymisen monitorointia.

3.3 Poistumisturvallisuus

Poistumisen turvaamisella tarkoitetaan mm. sitä, että henkilömäärään nähden rakennuksen eri osissa on riittävä määrä riittävän leveitä ja tarkoitukseen sopivia uloskäytäviä ja joille reitit ovat kulkukelpoisia. Myös näille vaatimuksille on paloasetuksessa esitetty taulukko- ja lukuarvot, joiden mukaan poistumisturvallisuuden voidaan katsoa täyttyvän.

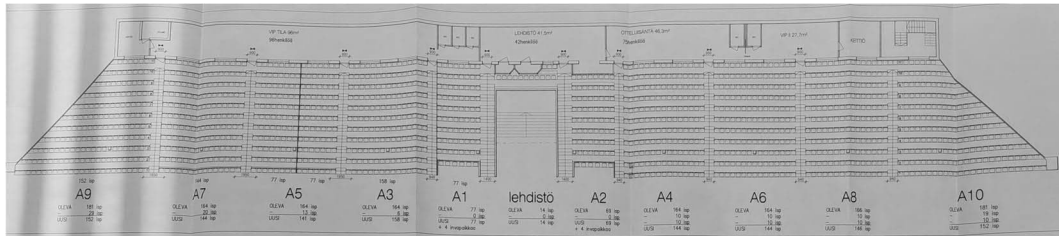
Henkilömäärien osalta P2-paloluokassa ensimmäisen kerroksen henkilömäärää ei rajoiteta määräysten mukaan ja toiseen kerrokseen saa sijoittaa enintään 250 henkilöä (automaattisella sammutuslaitteistolla suojatussa rakennuksessa 500 henkilöä). P3-paloluokassa vastaavat henkilömäärät ovat 500 (ensimmäinen kerros, ja jos rakennus on suojattu automaattisella sammutuslaitteistolla, on enimmäismäärä 1000 henkilöä) ja 50 (toinen kerros). Näin ollen henkilömääriin pohjautuen katsomorakennus ei voi olla P3-paloluokan rakennus. Kerrosluvun suhteen on osin tulkinnanvaraista, että mikä osa katsomosta luetaan ensimmäiseen ja toiseen kerrokseen. Tässä rajausta on tehty niin, että ns. VIP-tilat kuuluvat toiseen kerrokseen ja katsomo-osa ensimmäiseen kerrokseen.

Paloasetuksessa on myös kohta (36 §), jonka mukaan rakennusvalvontaviranomainen voi myös vaatia tehtäväksi ns. poistumisaikalaskelman kohdekohtaisesti:

"Poistumisaikalaskelma voidaan edellyttää tehtäväksi myös muihin kohteisiin, jos niiden suuri koko tai poikkeukselliset olosuhteet voivat vaarantaa henkilöturvallisuutta."

Paloalan kirjallisuuden² mukaan voidaan karkeasti olettaa, että henkilöitä mahtuu "virtaamaan" oviaukoista/aukoista n. 1 hlö·m⁻¹·s⁻¹. Tämä on siis pelkkää ihmisvirtausta kuvaava termi. Tämän lisäksi poistumistapahtumaan kytkeytyvät oleellisesti myös aikaviiveet, jotka kuluvat ihmisten hälyttämiseen ja reagoimiseen. Ensin mainitulla tarkoitetaan sitä, että henkilöt tulevat tietoiseksi alkaneesta palosta ja jälkimmäisellä sitä, että henkilöt tekevät päätöksen poistumisen ryhtymisestä (ennen varsinaista liikkumisvaihetta). Näistäkin on olemassa eri kirjallisuusviitteistä tietoa³⁴. Tyypillisesti, mikäli rakennuksessa on automaattinen paloilmoitin, hälytysviive on luokkaa 1 min. Ratkaisevaa onkin, millä tavalla hälytys tämän jälkeen annetaan ihmisille tiedoksi (kuulutukset, palokello tmv.). Jos taas hälytys perustuu ihmisten aistien varaan, voi hälytysaika olla merkittävästikin pidempi kuin 1 min. Reagointiaika vaihtelee myös tilanteesta ja rakennuksesta toiseen, mutta avoimen tilan yleisötapauksissa, kun hälyttäminen on tehokasta, voidaan olettaa, että ihmiset reagoivat tilanteeseen n. 1-2 min kuluessa. Ihmisvirtausten kannalta tilanne ei ole aivan optimi, koska tällöin myös suurin osa ihmisistä on liikkeellä samaan aikaan, jolloin poistumisreitit voivat olla osin ruuhkautuneita.

Saatujen pohjakuvista otettujen valokuvien perusteella katsomon henkilömäärät ovat seuraavat: 1327 istuinpaikkaa + 8 invapaikkaa + lehdistölle 14 paikkaa + 213 henkilöä sisätiloissa (kuva 1).



Kuva 1. Katsomon eri osien henkilömäärät.

Jos tutkimme hyvin karkealla käsinlaskennalla katsomo-osien A8 ja A10 henkilöiden liikkumiseen kuluvaa aikaa (kuva 2), niin havaitaan, että katsomosta A8 ja A10 kulkureitit osittain yhdistyvät samalle n. 940 mm leveälle kaistalle, josta päästään katsomon alaosaan pois. Korostetulla alueella on n. 180 henkilöä, jolloin pelkäsi liikkumisvaiheen poistumisajaksi t tulisi

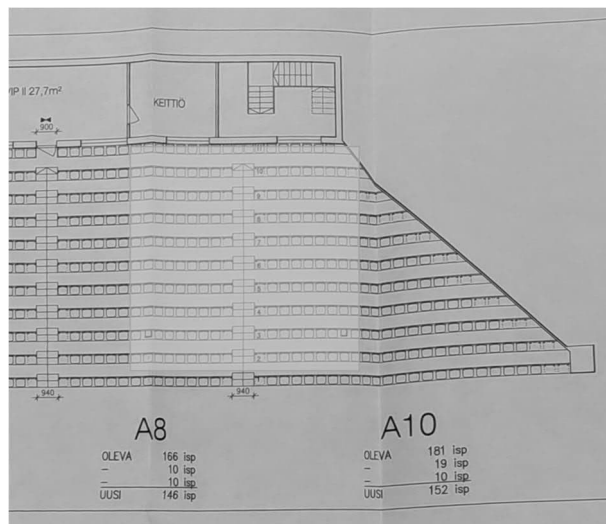
$$t = \frac{180 \text{ hlö}}{0,94 \text{ m} \cdot 1 \text{ hlö} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}} \approx 190 \text{ s}$$

² esim. SFPE Handbook 5th Edition

³ Rinne, T. ym. 2010. Data collection and analysis of evacuation situations. 145 s.

⁴ Malaska, M. ym. 2022. P0-paloluokan rakennusten palotekninen suunnittelu. 76 s.

Tämä tarkoittaisi siis n. 3 minuutin liikkumisvaiheen poistumisaikaa. Ja kun tähän vielä lisätään itse palotapahtumaan kuuluvat hälytys- ja reagointiaikaviiveet, voidaan puhua n. luokkaa 5 minuutin kokonaispoistumisajasta minkä puitteissa katsomo-osissa voisi poistuminen optimaalisimmillaan tapahtua. Lisäksi on huomioitava, että osaan katsomoiden poistumisreiteistä yhdistyy myös erinäisten toisen kerroksen VIP tilojen poistumisreitit ja näiden kautta poistuvat henkilöt, jotka osittain lisäävät kokonaispoistumisaikaa.



Kuva 2. Poistumislaskelmaa varten esitetty katsomoiden A8 ja A10 kohta (korostettu alue).

3.4 Pelastustoiminnan alkamisen aika

Pohjanmaan pelastuslaitoksen⁵ palvelutasopäätöksessä 2021-2024 on kuvattu riskiluokittain PRONTO-tietokantaan kirjattujen toteutuneiden pelastustehtävien *pelastustoiminnan toimintavalmiusajan* tilastoja. Pelastustoiminnan toimintavalmiusajalla tarkoitetaan aikaa, joka alkaa siitä, kun ensimmäinen yksikkö vastaanottaa hälytyksen ja päättyy siihen, kun pelastusryhmä aloittaa tehokkaan pelastustoiminnan.

Kyseiset pelastustoiminnan toimintavalmiusajat on esitetty alla olevassa kuvakaappauksessa.

⁵ <https://www.pohjanmaanpelastuslaitos.fi/pelastuslaitos/palvelutasopaatos/>

Taulukko 18 Toimintavalmiusaikojen keskiarvot tapahtumahetken riskiluokan mukaan vuosina 2015–2019 (PRONTO).

Keskiarvot Medeltal 2015 - 2019	Ensimmäisenä kohteessa olleen yksikön toimintavalmiusaika Aktionsberedskapstid för första enheten		Pelastustoiminnan toimintavalmiusaika Räddningsverksamhetens aktionsberedskapstid	
	mitattu kpl uppmätt st	min:sek	kpl st	min:sek
Riskiluokka tapahtumahetkellä				
Riskklass vid händelsetidpunkten				
1	1 204	05:34	292	10:13
2	2 243	07:14	671	11:11
3	1 623	08:26	487	12:14
4	2 871	12:49	1 606	16:04
Kaikki tehtävät/Alla uppdrag	7 941	08:49	3 056	13:50

Taulukko 19 Toimintavalmiusaikojen mediaanit tapahtumahetken riskiluokan mukaan vuosina 2015–2019 (PRONTO).

Mediaanit Medianer 2015 - 2019	Ensimmäisenä kohteessa olleen yksikön toimintavalmiusaika Aktionsberedskapstid för första enheten		Pelastustoiminnan toimintavalmiusaika Räddningsverksamhetens aktionsberedskapstid	
	mitattu kpl uppmätt st	min:sek	kpl st	min:sek
Riskiluokka tapahtumahetkellä				
Riskklass vid händelsetidpunkten				
1	1 207	05:13	292	10:02
2	2 249	06:47	672	10:41
3	1 627	07:51	489	11:28
4	2 901	11:22	1 624	14:34
Kaikki tehtävät/Alla uppdrag	7 984	07:59	3 077	12:21

Edellä esitetyn taulukon mukaan riskialueen 1 pelastustoiminnan toimintavalmiusajan keskiarvo ja mediaani ovat olleet n. 10 minuuttia. Ja tuohon em. 10 minuuttiin olisi lisättävä vielä kohteessa tapahtuva aikaviive, joka kuluu palon havaitsemisesta hälytysilmoituksen tekemiseen (joko automaattisesti esim. paloilmittimen kautta tai manuaalisesti henkilön soittaessa hätäkeskukseen).

3.5 Palon leviäminen ja palon voimakkuuden arvioiminen

Palon leviämiseen vaikuttavat itse lähdetermi (yleensä irtain palokuorma), sisäpuoliset pinnat ja geometria. Lisäksi, jos rakennuksessa on automaattinen sammutuslaitteisto, voidaan katsoa, että se vähintäänkin rajaa paloa syttymiskohtaansa, joskus myös sammuttaa kokonaan palon.

Pääosan palokuormasta muodostavat katsomon penkit ja puurakenteet. Näiden yhteisvaikutus palotehon osalta voidaan arvioida olevan n. 150 – 500 kW/m², jossa alaraja edustaa selluloosapohjaisen materiaalin maksimilämmöntuottoarvoa ja vastaavasti yläraja tyypillisen muovipohjaisen tuotteen keskimääräistä lämmöntuottoarvoa. Rakenteiden kannalta kriittisintä on ylimmällä penkkirivillä mahdollisesti syttyvä palo, jolloin ollaan lähellä rakenteita. Arviona noin 3 MW palon voidaan katsoa olevan jo hyvin mitoittava tuossa kohtaa rakennusta. Tähän palotehomäärään ei tarvita kuin n. 6 m² kokoinen alue tai yhteenlaskettu palava pinta-ala, jos palokuorma on pääosin muovipohjaista materiaalia. Katsomorakennuksen geometria on myös optimaallinen palon leviämisen kannalta, koska paloa levittäviä palavia puupintoja on myös syttymiskohdan yläpuolella – tällöin lämpösäteilyn mekanismi voimistuu ja ennen kaikkea itse palamisprosessi nopeutuu entisestään.

Ajallisesti tapahtuma, jossa esimerkinomainen 3 MW paloteho voidaan saavuttaa, syntyy ”normaalilla palon kasvunopeudella” noin 9 min kuluessa syttymästä ja ”nopealla palon kasvunopeudella” noin 5 min syttymästä.

Palomääräysten näkökulmasta enintään 2-kerroksisen kokoontumistilan ulkoseinä tuuletusrakoiheen voi olla D-s2, d2 luokkaa eli puuta. Sisäpinnoille asetetaan kovemmat vaatimukset, mikäli suojaverhousvaatimusta täytyy noudattaa (ks. alla kursivoituna, tällöin seinät ja katot tulee olla B-s1, d0 luokkaisia). Taas jos suojaverhousvaatimusta ei tarvitse huomioida niin yli 300 m² palo-osastossa tulee kuitenkin puun palosuojausta (jos siis puuta käytetään) edellyttävä luokkavaatimus C-s2, d1. Automaattisella sammutuslaitteistolla voitaisiin käyttää puupintaisia sisäpuolisia katto- ja seinäpintoja, jos suojaverhousvaatimuksia ei muutoin tarvitse noudattaa:

P2-paloluokan 1–2-kerroksisen rakennuksen sisäpuolisten seinä- ja kattopintojen on oltava varustettuja vähintään B-s1, d0 -luokan tarvikkeista tehdyllä K2 10 -luokan suojaverhouksella. Suojaverhousta ei kuitenkaan edellytetä:

- *jos rakennusosassa käytetyt lämmöneristeet ovat eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 -luokkaa ja rakennusosassa käytetyt muut tarvikkeet ovat, vähäisiä rakenteen osia lukuun ottamatta, vähintään D-s2, d2 -luokkaa*
- *seinältä, jos siinä käytetyt tarvikkeet ovat, vähäisiä rakenteen osia lukuun ottamatta, vähintään D-s2, d2 -luokkaa ja tarvikkeiden tiheys on vähintään 350 kilogrammaa kuutiometrille.*

4 Lausunto

Tämä lausunto koskee Vaasan Hietalahden jalkapallostadionin vanhan katsomon paloturvallisuustarkastelua. Saatujen lähtöaineistojen ja tehtyjen karkeiden analyysien ja laskelmien osalta voidaan lausua seuraavaa:

Rakennuksen paloluokka vastaisi nyky määräysten valossa P2-paloluokan rakennusta. Tästä aiheutuu mm. rakennuksen henkilömäärille rajoituksia ja muilta osin vaatimuksia, kuten esim. kantavien rakenteiden palonkestolle. Mahdollisen tulipalon näkökulmasta voidaan karkeasti arvioida, että rakenteiden kannalta mitoitettava palo voi syntyä noin 5-10 min aikajänteellä syttymästä. Nykyinen rakenteiden palonkesto ei ole juurikaan tuota suurempi (arvio 3...15 min). Rakenteiden jäähtymisen ja tulipalon hallintaan saamiseen kuluva aika voi olla tilastojen perusteella yli 10 min syttymishetkestä, jolloin palokunta on alkanut sammutustoimet. Tällöin on kuitenkin täysin mahdollista, että pelastushenkilöstön turvallisuus voi vaarantua rakennuksen romahduksen vuoksi. Näin ollen **kantavien rakenteiden vaatimustaso ei vastaa edes karkealla tasolla kuvatun palotapahtuman turvallisuustasoa, mutta ei myöskään lähtökohtaisesti nykytason mukaista luokkavaatimusta R30**. Paloasetuksen näkökulmasta kyseessä olisi siis poikkeama rakenteiden kantavuusvaatimuksesta, jonka perustelemiseksi on yleensä edellytetty toiminnallista palosuunnittelua, jos se on muutoin katsottu soveltuvaksi kohteeseen. Lähtökohtana tämäntyyppiselle rakenteita koskevalle toiminnalliselle suunnittelulle on yleensä myös ollut se, että rakennus on varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla.

Poistumisturvallisuuden osalta tehtyjen karkeiden laskelmien perusteella voitiin arvioida, että palon syttymishetkestä kuluisi noin 5 minuuttia, kun optimaalisissa olosuhteissa poistumistapahtuma olisi ohi. Mahdollista savun ja lämmön vaikutusta ei tuossa tarkastelussa ole huomioitu (vaatisi myös ns. toiminnallista suunnittelua), mutta riskinä on, että paikallisesti poistuminen voi vaarantua sen vuoksi, että itse palo voi sijaita käytännössä missä kohtaa rakennusta vain, jolloin se estää osan kulkureittien käytöstä. Lisäksi, jos palo sijoittuu heikoimpien rakenneseosien alapuolelle (vaihteluväliarvio R3...R15), voi olla mahdollista myös se, että rakennuksen rungon osia putoaa poistuvien henkilöiden päälle kesken poistumistapahtuman. Poistumisturvallisuustarkastelu vaatisi siis myös osakseen tarkemman analyysin, johon kytketään mukaan myös tulipalon uhan vaikutukset (savu, lämpö ja rakenteet).

Sweco Finland Oy



Tuomo Rinne
FM, soveltava fysiikka
Johtava asiantuntija, Paloturvallisuus