

KANTAVIEN TERÄSRAKENTEIDEN PALOMITOITUSOHJE

Versio 30.5.2025

**Ohjeet kantavien teräsrakenteiden palomitoitukseen,
kun palosuojauksena on automaattinen sammutuslaitteisto**

Sisällysluettelo

OHJEEN TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO	5
1.1 Ohjeen tausta	5
1.2 Ohjeen tavoitteet	5
1.3 Soveltamisala, määritelmät ja termit	6
1.4 Ohjeen käyttö hankeprosessissa	6
1.5 Ohjeen rakenne ja sisältö	8
2 TERÄSRAKENTEIDEN PALOMITOITUS OSANA HANKEPROSESSIA	9
2.1 Suunnittelun vaiheet hankeprosessissa	9
2.2 Toteutusvaihtoehdot hankeprosessissa.....	11
3 SUUNNITTELUA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET SEKÄ TUOTEKELPOISUUDEN OSOITTAMINEN	19
3.1 Sovellettavat määräykset ja ohjeet	19
3.2 Säädös- ja ohjehierarkia.....	23
3.3 Rakenteellisten teräskokoonpanojen tuotekelpoisuus.....	25
3.3.1 CE-merkintä ja kansalliset hyväksyntämenettelyt.....	25
3.3.2 Automaattisella sammutuslaitteistolla palosuojatun kantavan teräsrakenteen tuotekelpoisuuden osoittaminen	27
4 MITOITUSOHJEET	28
4.1 Suunnittelun osatehtävät ja vaativuus	28
4.2 Kantavilta teräsrakenteilta vaadittujen palomitoitustarkasteluiden yleiskuvaus	32
4.3 Kantavan teräsrakenteen lämpötilankehityksen tarkastelut	35
4.4 Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuustarkastelut	39
4.4.1 Luotettavuuden osoittaminen riskianalyyysillä.....	39
4.4.2 Muut soveltamisohjeet	51
4.5 Kantavan rakenteen palotilanteen tarkastelut standardin EN 1993-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaan	51
4.6 Automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelu ja toteutus	53
4.7 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	56
5 LÄHDELUETTELO	57

OHJEEN TIIVISTELMÄ

Kantavien teräsrakenteiden palomitoitusohje on laadittu antamaan yleiskuva ja selkiyttämään sertifiointin ja toiminnallisen palomitoituksen avulla toteutettavaa kantavien rakenteiden sprinklerisuojausta. Alalla on ollut kirjava käytäntö erityisesti käytettäessä sertifiointia, joten tämä ohje on ollut tarpeen pääasiassa sen vuoksi. Ohjeessa on käyty läpi kuitenkin myös yleisperiaatteita toiminnallisen palomitoituksen avulla tehtävän kantavien rakenteiden sprinklerisuojauksen osalta. Tämä ohje luo kokonaiskuvan eri näkökannoilta sprinklerisuojauksen toteuttamisesta ja sen vaihtoehdoista Suomessa, mutta jatkossa myös yksinkertaisemmat ja tiivistetymmät ohjeet voivat olla tarpeen.

Rakenteiden sprinklerisuojausta suositellaan sovellettavan valikoidusti vain 1 kerroksisiin hallimaisiin rakennuksiin ja joissain tapauksissa myös mahdollisesti osittain 2-kerroksisiin rakennuksiin. Kaksikerroksisissa suojattavissa rakennuksissakin on yleensä keskiosissa hallimainen iso avoin tila ja vain sivuosilla saattaa olla tiloja toisessa kerroksessa. Tällöinkin ohjetta sovelletaan yleensä vain 1. kerroksiselle alueelle. Aivan ensisijaisesti kohteissa on varmistettava, että ihmiset ehtivät turvaan ennen kuin kantavat rakenteet vaarantuvat sammutusjärjestelmän vikatilanteissa.

Kantavia rakenteita ei tule palosuojata useampikerroksisissa rakennuksissa automaattisella sammutusjärjestelmällä. Näin sen vuoksi, että sammuttajilla on oltava tietty varmuus työn turvallisuudesta ja mahdollisuus pelastaa henkilöt, jotka eivät ole päässeet poistumaan rakennuksesta. Monikerroksisissa rakennuksissa palon paikka ja vaikutukset ovat pelastajille hankalampia hahmottaa. Eri kerrokset vaikeuttavat palon seuranta ja monikerroksiset rakennukset ovat yleensä myös huomattavasti sokkeloisempia kuin avoimet yksikerroksiset hallimaiset rakennukset, joissa palo on helppo paikantaa kauempaakin ja myös palon vaikutusten arviointi on helpompaa. Näin ollen monikerroksisten kohteiden rakenteiden kantavuus tulisi suunnitella asetuksen taulukkomitoituksen R-luokkien vaatimukset passiivisin palosuojausmenetelmin täyttäväksi.

Käytettäessä VTT:n myöntämiä sertifiointeja teräsrakenteiden suojaukseen sprinklerijärjestelmällä, tulee ottaa huomioon, että myös sertifiointin käyttö edellyttää toiminnallista palomitoitusta. Sertifiointi ei riitä yksinään osoittamaan esimerkiksi sprinklerijärjestelmää riittävän luotettavaksi kohteen kantavien rakenteiden palosuojaukseen. Pelkästään paloteknistä suunnittelua koskien suositellaan, että sertifiointia käytettäessä, kohteissa tehdään vähintäänkin riskianalyysi. Riskianalyysillä tulee selvittää, onko aktiiviseen palosuojaukseen käytettävä laitteisto riittävän luotettava suojaamaan rakenteet tarkasteltavassa kohteessa ja täytyykö asetuksen vaatimustaso. Huomioitavaa on, että pelkkä sprinklerin luotettavuuslaskelma ei kerro järjestelmän luotettavuuden riittävydestä mitään, vaan luotettavuuslaskelmaan on yhdistettävä aina riskianalyysi.

Tässä ohjeessa kerrotaan esimerkin omaisesti, miten voidaan suorittaa riskianalyysi, jossa otetaan huomioon sammutusjärjestelmän luotettavuus ja varmistetaan sen avulla asetuksen vaatimusten täyttyminen. On huomioitava, että tässä esitetty tapa on vain yksi tapa ja riskianalyysiä hyödyntäen on monia muitakin mahdollisuuksia osoittaa valittu automaattinen sammutusjärjestelmä riittävän luotettavaksi kohteen kantavien rakenteiden palosuojaukseen.

Tämän ohjeen luonnosversio on herättänyt alalla keskustelua sertifiointin käytöstä ja yksinkertaisen lisäohjeistuksen tarpeesta. Joitakin hankkeita on ollut tämän projektin loppuvaiheessa jo käynnistymisvaiheessa tai valmistella ohjeistuksen lisäämiseksi erityisesti rakenteiden sprinklerisuojaukseen käytettävää sertifiointia koskien.

ALKUSANAT

Suomessa kantavien teräsrakenteiden palomitoituksessa on jo yli vuosikymmenen ajan huomioitu automaattisen sammutuslaitteiston palosuojaava vaikutus. Asetus kantavista rakenteista (477/2014) [1] on tullut voimaan 1.9.2014 ja siitä lähtien kantavien rakenteiden mitoitus on Suomessa perustunut Eurokoodi-suunnittelustandardeihin (jäljempänä ”Eurokoodit”).

Ympäristöministeriö on laatinut Eurokoodien mitoitusmenetelmiin liittyvät kansalliset valinnat asetuksina tai ohjeina, ja julkaissut myös kantavia rakenteita koskevia täydentäviä ohjeita. Eurokoodeissa kantavien rakenteiden aktiivisille palosuojausmenetelmille, joihin automaattinen sammutuslaitteisto kuuluu, ei kuitenkaan vielä ole määritetty laskentamenetelmiä. Tämän puutteen takia on Suomessa tehty kansallisia ratkaisuita alan toimijoiden toimesta.

Eurokoodissa esitetään kantavien rakenteiden palomitoitukselle vaihtoehtoisia mitoitusvaihtoehtoja. Mitoitusvaihtoehtoihin liittyvät olennaisesti ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) [2] ja sen muutosasetus (927/2020) [3] (jäljempänä ”paloturvallisuusasetus”). Alalla tähän asti käytössä olevissa ohjeissa ei kuitenkaan ole riittävästi huomioitu Eurokoodien ja paloturvallisuusasetuksen muodostamaa kokonaisuutta. Puutteeseen pyritään vastaamaan tässä kantavien teräsrakenteiden palomitoitusohjeessa.

Palomitoitusohjeen toteutumisesta kuuluvat kiitokset Palosuojelurahastolle hankkeen rahoittamisesta ja kaikille hankkeeseen osallistuneille tahoille ohjeen kirjoittamisesta sekä sisällön laatimisen ohjauksesta ja kommentoimisesta.

1 JOHDANTO

1.1 Ohjeen tausta

Palomitoitusohje on laadittu Palosuojelurahaston rahoittamassa kehittämishankkeessa, jonka tavoitteet ovat liittyneet Palosuojelurahaston *Rakentamisen paloturvallisuus* -teemaan. Kehittämishankkeen suunnittelusta ja toteutuksesta on vastannut KK-Palokonsultti Oy. Hankkeen ohjausryhmän ovat muodostaneet Topten Paloryhmän edustajana toiminut Helsingin kaupungin rakennusvalvonnan Kirsi Rontu, Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston edustajana toiminut Pelastusopiston Aku Oksala sekä KK-Palokonsultti Oy:n asiantuntijat, jotka ovat vastanneet ohjeen kirjoitustyöstä.

Palomitoitusohjeen laatimisen loppuvaiheessa on järjestetty pienimuotoinen lausuntokierros, jossa lausuntoja on pyydetty seuraavilta asiantuntijatahoilta:

- Aalto-yliopisto, Simo Hostikka
- Eurofins Expert Services Oy, Katja Vahtikari
- Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto, Esa Kokki
- Rakennustarkastusyhdistys RTY ry, Sara Keravuori
- Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Palotekninen toimikunta, Pekka Talaskivi (siht.)
- Rakennustuoteteollisuus ry, Timo Pulkki
- Sisäministeriö, Jarkko Häyrinen
- SPEK, Ilpo Leino
- Suomen Paloinsinööriyhdistys ry, Nina Piela-Tallberg (pj.)
- Tampereen yliopisto, Mikko Malaska
- Teräsrakenneyhdistys ry:n Paloryhmä, Teemu Tiainen (siht.)
- Topten Paloryhmä, Kirsi Rontu (pj.)
- Tukes, Petri Kulmala
- Ympäristöministeriö, Jorma Jantunen.

Lausunnot tai kommentit antoivat Aalto-yliopisto, Teräsrakenneyhdistys, Eurofins Expert Services Oy ja Tukes.

1.2 Ohjeen tavoitteet

Kantavien teräsrakenteiden palomitoitusohjeen päätavoitteena on rakennusten paloturvallisuuden parantaminen siten, että rakennusalalle saadaan yhtenäiset ohjeet automaattisella sammutuslaitteistolla palosuojattujen kantavien teräsrakenteiden palomitoitukselle ja suunnitteluratkaisuun sisältyville tarkasteluille.

Yhtenäisten ohjeiden kokonaisuutta kutsutaan tässä julkaisussa palomitoitusohjeeksi. Palomitoitusohje on pyritty laatimaan mahdollisimman selkeäksi ja havainnolliseksi. Palomitoitusohjeen avulla lukijan tulisi ymmärtää suunnittelukokonaisuuden vaihtoehtoiset mitoistavat sekä niihin liittyvät tai niiltä vaadittavat suunnitelma-asiakirjat ja tarkastelut. Lukijan tulisi myös ymmärtää, miten kantavina rakenteina toimivien rakenteellisten teräskokoonpanojen tuotekelpoisuus osoitetaan eri mitoistustapojen tapauksessa ja mitä kyseeseen tulevat tuotekelpoisuusasiakirjat ovat.

Palomitoitusohjeen laatimisen tavoitteena on myös luoda kirjallinen ehdotus uuden Topten-ohjekortin laatimiselle ja sisällölle. Päätöksen uuden Topten-ohjekortin laatimisesta tämän palomitoitusohjeen pohjalta tekee Topten-organisaation johtoryhmä. Jos myönteinen päätös tehdään, uusi Topten-ohjekortti auttaisi rakennus- ja pelastusviranomaisia yhtenäisten tulkintojen tekemisessä ja rakennuttajia kantavien teräsrakenteiden suunnitteluttamisessa. Ohjekortti ohjaisi suunnittelijoita kyseisten suunnittelutehtävien suorittamisessa ja urakoitsijoita rakennuskohteiden rakenteellisten teräskokoonpanojen hankinnassa. Ohjekortti tarjoaisi tärkeää tietoa myös teräskokoonpanojen valmistajille.

1.3 Soveltamisala, määritelmät ja termit

Palomitoitusohjeen soveltamisala koskee rakenteellisia teräskokoonpanoja,

- jotka asennetaan automaattisella sammutuslaitteistolla varustettuun rakennuskohteeseen pysyvästi ja
- jotka toimivat rakennuksen rungon kantavina tai jäykistävinä rakennusosina, tai kantavina ja jäykistävinä rakennusosina, ja
- jotka ovat CE-merkittyjä yhdenmukaistetun standardin SFS-EN 1090-1 [4] mukaan ja
- joihin kohdistuu palonkestävyysvaatimuksia kantavuudelle ja
- joiden palonkestävyys perustuu osittain tai kokonaan palosuojaukseen automaattisella sammutuslaitteistolla ja
- rakennuksen automaattisena sammutuslaitteistona toimii vesisprinklerijärjestelmä, jolla on riittävä luotettavuus ja toimintavarmuus.

Ohjeessa käytetään [luvussa 3.1](#) esitettyjen sovellettavien säädösten ja niihin liittyvien ohjeiden mukaisia määritelmiä ja termejä.

1.4 Ohjeen käyttö hankeprosessissa

Palomitoitusohjetta voidaan hyödyntää rakennushankkeen yleissuunnitteluvaiheessa, toteutussuunnitteluvaiheessa sekä rakentamisen valmistelun ja rakentamisen aikana. Ohjeen käyttäjinä ovat viranomaiset, rakennuttajat, suunnittelijat, urakoitsijat ja teräskokoonpanojen valmistajat.

Kun automaattisella sammutuslaitteistolla varustetussa rakennuksessa kantavien teräsrakenteiden palosuojaus halutaan kokonaan tai osittain toteuttaa automaattista sammutuslaitteistoa hyödyntäen, tätä suunnitteluratkaisua voidaan tutkia jo rakentamislupavaiheessa tai vasta teräsrakennetoimittajien kilpailuttamisen yhteydessä. Näin toteutettavien kantavien teräsrakenteiden suunnitteluun liittyviä yleisiä työvaiheita ja yhteistyötä viranomaisten kanssa eri hankevaiheissa on kuvattu yksityiskohtaisemmin [luvussa 2.1](#).

Kantavien teräsrakenteiden suunnittelutehtävän toteutukseen vaikuttavat myös eri hankevaiheissa käytetyt mitoitusmenetelmien ja teräskokoonpanojen valmistuksen yhdistelmät. Seuraavassa on esitetty neljä yleisintä toteutusvaihtoehtoa, joiden mukaisesti teräsrakenteiden suunnittelu ja valmistus tehdään. Näiden vaihtoehtojen yksityiskohtaiset tiedot ja palomitoitusta koskevat vaatimukset sekä eri vaihtoehtojen vaikutukset rakentamista koskeviin lupiin on esitetty [luvussa 2.2](#).

Toteutusvaihtoehto 1:

- Kantavien rakenteiden taulukkomitoitus (R-luokkavaatimus) rakentamislupavaiheessa
- Kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutuksessa hyödynnetään tuotesertifikaattia (vesisprinklerijärjestelmällä palosuojattu teräsrakenne)

Toteutusvaihtoehto 2:

- Kantavien rakenteiden taulukkomitoitus (R-luokkavaatimus) rakentamislupavaiheessa
- Kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutuksessa hyödynnetään oletettuun palonkehitykseen perustuvaa suunnittelua (jäljempänä ”toiminnallista palomitoitusta”)

Toteutusvaihtoehto 3:

- Kantavien rakenteiden toiminnallinen palomitoitus rakentamislupavaiheessa
- Kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutuksessa hyödynnetään tuotesertifikaattia (vesisprinklerijärjestelmällä palosuojattu teräsrakenne)

Toteutusvaihtoehto 4:

- Kantavien rakenteiden toiminnallinen palomitoitus rakentamislupavaiheessa
- Kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutuksessa hyödynnetään oletettuun palonkehitykseen perustuvaa suunnittelua.

1.5 Ohjeen rakenne ja sisältö

Palomitoitusohje koostuu luvun 1 johdannosta ja luvuista 2, 3 ja 4, joiden sisältö on esitetty tarkemmin alla, sekä lähdeluettelosta ja liitteistä.

Luvussa 2 esitetään hankeprosessiin liittyvät tiedot:

- Teräsrakenteiden palomitoituksen vaiheet osana hankeprosessia ja suunnittelun dokumentointi hankeprosessissa ([luku 2.1](#))
- Yleisimmät toteutusvaihtoehdot hankeprosessissa ja niihin liittyvät vaatimukset ([luku 2.2](#))

Luvussa 3 esitetään lainsäädäntöperusteet:

- Palomitoitukseen sovellettavat määräykset ja ohjeet ([luku 3.1](#))
- Sovellettavien säädösten ja niihin liittyvien ohjeiden hierarkian kuvaus ([luku 3.2](#))
- Kantavien teräsrakenteiden tuotekelpoisuusmenettelyiden kuvaus ([luku 3.3](#))

Luvussa 4 esitetään:

- Suunnittelun osatehtävien ja niiden vaativuuden kuvaus ([luku 4.1](#))
- Kantavilta teräsrakenteilta vaadittujen palomitoitustarkastelujen yleiskuvaus Eurokoodi-suunnittelustandardeihin perustuen ([luku 4.2](#))
- Kantavien teräsrakenteiden lämpötilankehityksen tarkastelujen kuvaus ([luku 4.3](#))
- Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuustarkastelujen kuvaus perustuen luotettavuuden arvioimiseen yleisimmin käytettyyn riskianalyysiin ja muut mahdolliset soveltamisohjeet ([luku 4.4](#))
- Kuormitettujen kantavien rakenteiden palotilanteen tarkastelut standardin EN 1993-1-2 mukaan ([luku 4.5](#))
- Automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelu ja toteutus ([luku 4.6](#))
- Palomitoitusohjeen yhteenvedo ja johtopäätökset ([luku 4.7](#)).

2 TERÄSRAKENTEIDEN PALOMITOITUS OSANA HANKEPROSESSIA

2.1 Suunnittelun vaiheet hankeprosessissa

Rakennushankkeen eri vaiheissa laadittavat kantavien teräsrakenteiden palomitoituksen suunnitelma-asiakirjat, niiden tarkoitus ja vaadittavat rakennusviranomaisen myöntämät luvat sekä viranomaisvaatimukset (lupaehdot) on kuvattu tässä luvussa yleisellä tasolla. Kuvaukset on esitetty erikseen maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) [5] (jäljempänä ”MRL”) mukaiselle suunnittelulle ja 1.1.2025 alkaen voimassa olevan rakentamislain (751/2023) [6] (jäljempänä ”RakL”) mukaiselle suunnittelulle. Molemmissa tapauksissa on huomioitu automaattisen sammutuslaitteiston käyttö aktiivisena palosuojausmenetelmänä tai osana toiminnallista palomitoitusta.

MRL:n ja RakL:n mukainen suunnittelu

Yleissuunnitteluvaihe

- Rakennushankkeen yleissuunnitteluvaiheen lopputuloksena saadaan rakentamislupaan liitettävät suunnitelma-asiakirjat (jäljempänä käytetään maininta rakentamislupa).
- Kun paloturvallisuussuunnittelu sisältää toiminnallista palomitoitusta, rakentamislupamenettelyn yhteydessä on esitettävä:
 - suunnittelun perusteet (mm. suunnittelun tavoitteet, lähtötiedot ja tehdyt oletukset, mukaan lukien myös oletukset pelastuslaitoksen toimintamahdollisuuksista)
 - käytetyt mallit
 - saadut tulokset
 - tulosten pohjalta tehdyt johtopäätökset (mm. mahdolliset rajoitukset rakennuksen toteutukselle ja käytölle).
- Merkittävimmässä kohteissa viranomaisen kanssa käydään ennakkoneuvottelu, jossa keskustellaan toiminnallisen palomitoituksen käytöstä ja sovellettavuudesta kohteeseen ja tarvittaessa myös suunnittelun alustavista tuloksista.
- Kun kantavien teräsrakenteiden toiminnallisessa palomitoituksessa hyödynnetään automaattista sammutuslaitteistoa, rakentamislupavaiheen suunnitelma-asiakirjoihin tulee sisällyttää laitteiston luotettavuuden arvioiminen paloriskianalysillä.
- Jos on tiedossa, että kohteessa tehdään toiminnallista palomitoitusta, niin viranomaiset edellyttävät lähtökohtaisesti, että kaikkien toiminnallisen palomitoituksen suunnitelma-asiakirjojen tulee olla valmiita rakentamislupavaiheessa, jotta suunnittelun tulokset tulevat huomioituiksi rakentamisluvan ehdoissa.
- Kun viranomainen vaatii toiminnalliselle palomitoitukselle ulkopuolista tarkastusta MRL 150 c § tai RakL 115 § perustuen, suunnitelma-asiakirjojen laatimisessa

huomioidaan ulkopuolisen tarkastajan esittämät palautteet. Tarkastuksesta laadittava erillinen lausunto liitetään rakentamislupa-aineistoon.

- Viranomaisen myöntää rakentamisluvan ja asettaa rakentamisluvan ehdot rakentamislupahakemuksen liitteenä oleviin suunnitelma-asiakirjoihin perustuen. Rakennuksen varustaminen automaattisella sammutuslaitteistolla tulee esittää kohteen pääpiirustusten asemapiirroksessa. Asemapiirroksessa voidaan myös viitata paloturvallisuussuunnitelmaan, jossa esitetään kohteen paloturvallisuusratkaisut.

Toteutussuunnitteluvaihe

- Rakennushankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa rakentamislupa-aineistoon kuuluvat suunnitelma-asiakirjat tarkentuvat ja täydentyvät toteutussuunnitelmiksi.
- Kantavien teräsrakenteiden toiminnallinen palomitoitus tulee tarkistaa vastaamaan teräsrakenteiden toteutussuunnitelmia, jos rakentamislupavaiheen suunnittelu ei enää päde. Kantavien rakenteiden suunnittelussa tulee aina noudattaa asetusta (477/2014) ja huomioida erityisesti pykälät 3 § ja 9 §.

Rakentamisen valmisteluvaihe ja rakentaminen

- Rakentamisen valmisteluvaiheessa tehdään rakennustuotteiden hankinnat toteutussuunnitelmiin perustuen.

Rakentaminen

- Erityissuunnitelmina toteutetut suunnitelma-asiakirjat päivitetään rakentamisen aikaisten muutosten mukaisiksi.
- Erityissuunnitelmat liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeisiin.
- Kun kantavien teräsrakenteiden toteutus vesisprinklerijärjestelmällä palosuojattuna tai kantavien teräsrakenteiden suunnittelu toiminnallisella palomitoituksella valitaan ratkaisuksi vasta rakennushankkeen myöhemmässä vaiheessa ja kyseessä on muutos rakentamislupavaiheen suunnitelmiin, tulee muutoksesta neuvotella viranomaisen kanssa. Muutos voidaan hyväksyä rakennustyönäikaisena muutoksena (jäljempänä ”RAM-muutoksena”) tai muutokselle tulee hakea muutoslupa, kun poikkeaminen on merkittävä muutos myönnettyyn lupaan.

Vastaanottovaihe, käyttöönotto ja takuu aika

- Urakkasuoritusten vastaanottotarkastukset ja viranomaiskatselmukset
- Takuu- ja jälkitarkastukset.
- Toiminnallisen palomitoituksen osalta on tärkeää, että käytetyt mitoituspallot ja sijainnit on selkeästi esitetty käyttö- ja huolto-ohjeissa, ja minkälaiset rajoitukset se asettaa tuleviin muutoksiin.

RakL:n mukaiset mahdolliset tulevat muutokset lakia täydentäviin asetuksiin ja ohjeisiin on huomioitava. Kuitenkin MRL:n säännösten nojalla annetut asetukset jäävät voimaan, kunnes niistä toisin säädetään. [7]

2.2 Toteutusvaihtoehdot hankeprosessissa

Kantavat teräsrakenteet voidaan suunnitella paloturvallisuusasetuksessa esitettyjä luokkia ja lukuarvoja käyttäen (jäljempänä ”taulukkomitoitus”) tai perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet (jäljempänä ”toiminnallinen palomitoitus”) [2]. Valittu mitoitusperiaate voi pysyä muuttumattomana koko hankkeen ajan tai se voi vaihtua hankkeen aikana esimerkiksi teräskokoonpanojen toimittajien kilpailutuksen seurauksena.

Neljä yleisintä hankeprosessin toteutusvaihtoehtoa, jotka huomioivat kantavien rakenteiden mitoitusperiaatteen, on jo esitelty lyhyesti [luvussa 1.4](#). Toteutusvaihtoehtojen valinnassa on hyvä huomioida, että kantavien teräsrakenteiden palonkestävyyden määrittäminen laskennallisesti tiettyyn R-luokkaan voidaan kaikissa suunnittelutilanteissa tehdä eurokoodien mukaisesti, mutta ratkaisut eivät välttämättä ole kustannustehokkaita, koska rakenteille vaaditaan yleensä passiivisia palosuojauksia. Tästä syystä kohteissa, joissa rakennus varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla, rakennuttajat haluavat huomioida automaattisen sammutuslaitteiston vaikutuksen myös teräsrungon palonkestävyyden määrittämisessä. Asia voidaan huomioida jo rakentamislupasuunnittelussa tai vasta myöhemmässä hankeprosessin vaiheessa kuten teräsrakennetoimittajan kilpailutuksessa.

Seuraavassa on esitetty yksityiskohtaisesti neljän yleisimmän hankeprosessin toteutusvaihtoehdot ja niitä koskevat vaatimukset suunnittelulle sekä vaikutukset rakentamisen lupiin. Kuvauksissa huomioidaan MRL:n mukainen suunnittelu ja 1.1.2025 alkaen voimassa olevan RakL:n mukainen suunnittelu.

MRL:n mukainen suunnittelu

TOTEUTUSVAIHTOEHTO 1

- **Rakentamislupavaiheessa** rakennuksen palomitoitus **taulukkomitoituksena** ja kantavien rakenteiden luokkavaatimus vähintään R15, huomioitavat ehdot:

- Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, jonka seurauksena taulukkomitoituksen arvoihin saadaan lievennyksiä.

HUOM! Kantavien rakenteiden luokkavaatimusten lievennysten lisäksi automaattisella sammutuslaitteiston saadaan lievennyksiä muihinkin luokkavaatimuksiin, jotka koskevat mm. palo-osaston enimmäiskokoa, palo-osastoivien rakenteiden palonkestävyyttä, sisäpuolisia pintoja ja ulkoseinien pintoja.

- **Rakentamisen valmisteluiden aikana** kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutus ja **kilpailutuksessa hyödynnetään vapaaehtoista tuotesertifikaattia**, huomioitavat ehdot:

- Teräsrakennekokoonpano CE-merkitään yhdenmukaistetun standardin EN 1090-1 mukaan. CE-merkintä ei sisällä palonkestävyyttä kantavuudelle, koska palonkestävyys perustuu aktiiviseen palosuojaukseen (kuten sprinklerisuojaukseen).
- Kantavien teräsrakenteiden suunnittelu ja valmistus sekä automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelu ja toteutus tehdään vesisprinklerijärjestelmällä palosuojatun teräsrakenteen tuotesertifikaatin mukaan noudattaen tuotesertifikaatissa esitettyjä mitoitussehtoja teräsrakenteille ja sprinklerille sekä mahdollisia muita rajoituksia. Tuotesertifikaatin sertifiointiperusteista vastaa tuotesertifikaatin myöntäjä. *Sertifikaatista ja sertifiointiperusteista saa pyydettyä lisätietoa sertifikaatin myöntäjältä.*
- Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus tutkitaan yleensä paloriskianalyysillä, jolla varmistetaan, että paloturvallisuusasetuksen mukainen turvallisuustaso saavutetaan kohteessa. Paloriskianalyysi on kuvattu [luvussa 4.4.1](#). [Luvussa 4.4.2](#) on esitetty asiantuntija-arviona soveltamisohje tilanteille, joissa paloriskianalyysiä ei tarvittaisi.

Kun paloturvallisuusasetuksen turvallisuustaso saavutetaan, automaattista sammutuslaitteistoa voidaan hyödyntää myös muihin taulukkomitoituksen mukaisiin lievennyksiin.

- Teräsrakennekokoonpanon palonkestävyys osoitetaan rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. Hyväksyntämenettelyn käyttö tulee hyväksyttää rakennusvalvontaviranomaisella. Tuotekelpoisuuden osoittamiseen tarvittavat asiakirjat ovat: vapaaehtoinen tuotesertifikaatti, sen mukaisesti laaditut kantavien teräsrakenteiden toteutussuunnitelmat ja automaattisen sammutuslaitteiston suunnitelmat sekä paloriskianalyysi (poikkeuksena [luvussa 4.4.2](#) esitetyt tilanteet).
- Muutoksesta neuvotellaan paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Rakennusvalvonta päättää, huomioidaanko muutos RAM-muutoksena vai tuleeko hakea muutoslupa. Neuvottelu vaaditaan, koska kantavien rakenteiden palomitoituksessa noudatetaan asetusta (477/2014) ja koska aktiivisen palosuojauksen laskennalliselle tarkastelulle ei standardissa EN 1993-1-2 [8] ole vielä laskentakaavoja eikä sovellettavaa testausstandardia eikä aktiivinen palosuojaus siten sisälly standardin EN 1090-1 mukaiseen CE-merkintään, ja koska kantavien teräsrakenteiden mitoitusperuste on muuttunut taulukkomitoituksesta toiminnalliseksi palomitoitukseksi. Tuotesertifikaatti liitetään tarvittaessa rakennusvalvonnan pyynnöstä lupa-aineistoon.
- Tuotesertifikaatti tulee olla saatavilla myös työmaalla tapahtuvaa kantavien teräsrakenteiden toteutusta varten, ellei tuotesertifikaatin vaatimuksia ja rajauksia ole huomioitu teräsrakenteiden toteutusta koskevissa suunnitelma-asiakirjoissa. Erityisesti toteutuksen laadunvarmistuksen tulee olla huomioituna.

TOTEUTUSVAIHTOEHTO 2

- **Rakentamislupavaihe kuten vaihtoehdossa 1 eli rakentamislupavaiheessa** rakennuksen palomitoitus **taulukkomitoituksena** ja kantavien rakenteiden luokkavaatimus vähintään R15, huomioitavat ehdot:

- Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, jonka seurauksena taulukkomitoituksen arvoihin saadaan lievennyksiä.

HUOM! Kantavien rakenteiden luokkavaatimusten lievennysten lisäksi automaattisella sammutuslaitteiston saadaan lievennyksiä muihinkin luokkavaatimuksiin, jotka koskevat mm. palo-osaston enimmäiskokoa, palo-osastoivien rakenteiden palonkestävyyttä, sisäpuolisia pintoja ja ulkoseinien pintoja.

- **Rakentamisen valmisteluiden aikana** kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutus ja **kilpailutuksessa hyödynnetään toiminnallista palomitoitusta**, huomioitavat ehdot:

- Teräsrakennekokoonpano CE-merkitään yhdenmukaistetun standardin EN 1090-1 mukaan. CE-merkintä sisältää palonkestävyyden kantavuudelle, koska palonkestävyys osoitetaan toiminnallisella palomitoituksella standardien EN 1990 [9], EN 1991-1-2 [10] ja EN 1993-1-2 [8] mukaisesti ja huomioi myös näiden standardien kansalliset liitteet (mm. paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § vaatimukset).
- Kantavan teräsrungon palonkestävyyden tarkastelu toiminnallisella palomitoituksella paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § mukaan. Mitoituksessa voidaan ottaa huomioon lämpötilan hitaampi nousu ja kantavien rakennusosien jäähtytys, kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla ja automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus on otettu suunnittelussa huomioon.
- Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus ja toiminnallisen palomitoituksen turvallisuustaso tutkitaan yleensä paloriskianalyysillä, jolla varmistetaan, että paloturvallisuusasetuksen mukainen turvallisuustaso saavutetaan kohteessa. Paloriskianalyysi on kuvattu [luvussa 4.4.1](#). Toiminnallinen palomitoitus tehdään laskennallisena tarkasteluna kuten esimerkiksi palosimulointina. Pienempiä kohteita on mahdollista toteuttaa myös pelkästään paloriskianalyysitarkasteluna, joka perustuu palon sammuttamiseen tai palon leviämisen rajoittamiseen. Nämä tilanteet arvioidaan tapauskohtaisesti vastuullisen paloturvallisuussuunnittelijan toimesta.

Kun paloturvallisuusasetuksen turvallisuustaso saavutetaan, automaattista sammutuslaitteistoa voidaan hyödyntää myös muihin taulukkomitoituksen mukaisiin lievennyksiin ja myös muihin toiminnallisen palomitoituksen tarkasteluihin.

- Muutoksesta neuvotellaan paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Rakennusvalvonta päättää, huomioidaanko muutos RAM-muutoksena vai tuleeko

hakea muutoslupa. Neuvottelu vaaditaan, koska kantavien teräsrakenteiden mitoituseruste on muuttunut taulukkomitoituksesta toiminnalliseksi palomitoitukseksi.

TOTEUTUSVAIHTOEHTO 3

- **Rakentamislupavaiheessa** rakennuksen **kantavat teräsrakenteet suunnitellaan toiminnallisella palomitoituksella**, kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, huomioitavat ehdot:
 - Kantavan teräsrungon palonkestävyyden tarkastelu tehdään toiminnallisella palomitoituksella paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § mukaan. Mitoituksessa voidaan ottaa huomioon lämpötilan hitaampi nousu ja kantavien rakennusosien jäähtytys, kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla ja automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus on otettu suunnittelussa huomioon.

Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus tutkitaan yleensä **paloriskianalyysillä**. Kun paloturvallisuusasetuksen turvallisuustaso saavutetaan, automaattista sammutuslaitteistoa voidaan hyödyntää myös muihin toiminnallisen palomitoituksen tarkasteluihin.

HUOM! Kun kantavien rakenteiden toiminnalliset tarkastelut suoritetaan jo rakentamislupavaiheessa varmalla puolella oleviin oletuksiin perustuen niin, että kantavaan teräsrakenteeseen kohdistuva lämpörasitus on suurin mahdollinen, eivät pienet rakenteelliset muutokset toteutusvaiheessa välttämättä vaikuta simulointituloksista tehtäviin johtopäätöksiin. Tämä edellyttää, että palosimulointivaiheessa tehdyt oletukset ja rajaukset pitävät paikkansa toteutusvaiheessa tehdyistä muutoksista huolimatta.

Teräsrakenteiden palomitoitus tehdään standardin EN 1993-1-2 rakennusosakohtaisena tarkasteluna **kriittisten lämpötilojen menetelmällä**. Toiminnallinen palomitoitus (eli lämpötilankehitys teräsrakenteessa) tehdään laskennallisena tarkasteluna kuten palosimulointina siten, että lopputuloksena saadaan rakennusosakohtaiset suurimmat sallitut poikkileikkaustekijät (F/V-arvot). Pienempiä kohteita on mahdollista toteuttaa myös pelkästään paloriskianalyysitarkasteluna, joka perustuu palon sammuttamiseen tai palon leviämisen rajoittamiseen. Nämä tilanteet arvioidaan tapauskohtaisesti vastuullisen paloturvallisuussuunnittelijan toimesta. Mikäli lämpötila nousee lähelle kriittistä ja arvioidaan, että turvamarginaali on liian pieni, on tilanne tarkasteltava myös **kehittyneillä laskentamenetelmillä**.

- Toiminnallisen palomitoituksen suunnitteluperusteet, käytetyt mallit ja saadut tulokset esitetään rakentamislupamenettelyn yhteydessä ja laadittu raportti liitetään rakentamislupa-aineistoon, jolloin se muodostaa lupaehdon.

- Teräsrakennesuunnittelu tehdään toteutussuunnitteluvaiheessa toiminnallisen palomitoituksen raportin rajoitukset ja ehdot huomioiden ja noudattaen standardin EN 1993-1-2 kriittisten lämpötilojen menetelmää.
- **Rakentamisen valmisteluiden aikana** kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutus ja **kilpailutuksessa hyödynnetään vapaaehtoista tuotesertifikaattia**, huomioitavat ehdot:
 - Teräsrakennekokoonpano CE-merkitään yhdenmukaistetun standardin EN 1090-1 mukaan. CE-merkintä sisältää myös palonkestävyyden kantavuudelle, kun rakennesuunnittelija noudattaa teräsrakenteiden palomitoituksessa rakentamislupa-aineistoon sisältyvän toiminnallisen palomitoituksen raportin ehtoja ja rajoituksia, jotka sisältyvät rakentamisluvan ehtoihin. Tällöin rakennuspaikkakohtaiseen varmentamiseen soveltuvaa tuotesertifikaattia ei vaadita.
 - **Jatkovaihtoehto 1**
Jos rakentamisluvan ehdoista poiketaan joidenkin kantavien teräsrakenteiden osalta:
 - Rakentamislupavaiheen toiminnallisen palomitoituksen tarkastelut päivitetään ja lopputuloksena saadaan päivitetty rakennusosakohtaiset suurimmat sallitut poikkileikkaustekijät (F/V-arvot) tai tieto standardin EN 1993-1-2 rakennusosakohtaisten tarkastelujen mitoituskriteerien täyttymisestä.
 - Teräsrakenteiden toiminnallisissa tarkasteluissa voidaan käyttää myös kehittyneitä laskentamenetelmiä standardin EN 1993-1-2 kansallisen liitteen [11] mukaisesti.
 - Päivitetystä suunnitelma-asiakirjoista ei aiheudu vaatimusta neuvotella rakennusvalvonnan kanssa, koska rakentamisluvassa on huomioitu kantavien rakenteiden toiminnallinen palomitoitus.
 - **Jatkovaihtoehto 2**
Jos rakentamisluvan ehtoja kantaville teräsrakenteille ei oteta huomioon (esim. runkorakenteet muuttuvat olennaisesti rakentamislupavaiheen tiedoista):
 - Kantavat teräsrakenteet suunnitellaan ja valmistetaan sekä automaattinen sammutuslaitteisto suunnitellaan ja toteutetaan vesisprinklerijärjestelmällä palosuojatun teräsrakenteen tuotesertifikaatin mukaan noudattaen tuotesertifikaatissa esitettyjä mitoitusehtoja teräsrakenteille ja sprinklerille sekä mahdollisia muita rajoituksia. Tuotesertifikaatin sertifiointiperusteista vastaa tuotesertifikaatin myöntäjä. *Sertifikaatista ja sertifiointiperusteista saa pyydettäessä lisätietoa sertifikaatin myöntäjältä.*
 - Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus tutkitaan yleensä paloriskianalyysillä, jolla varmistetaan, että paloturvallisuusasetuksen mukainen turvallisuustaso saavutetaan kohteessa. Paloriskianalyysi on

kuvattu [luvussa 4.4.1](#). [Luvussa 4.4.2](#) on esitetty asiantuntija-arviona soveltamisohje tilanteille, joissa paloriskianalyysiä ei tarvittaisi.

- Teräsrakennekokoonpanon palonkestävyys osoitetaan rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. Hyväksyntämenettelyn käyttö tulee hyväksyttäväksi rakennusvalvontaviranomaisella. Tuotekelpoisuuden osoittamiseen tarvittavat asiakirjat ovat: vapaaehtoinen tuotesertifikaatti, sen mukaisesti laaditut kantavien teräsrakenteiden toteutussuunnitelmat ja automaattisen sammutuslaitteiston suunnitelmat sekä paloriskianalyysi (poikkeuksena [luvussa 4.4.2](#) esitetyt tilanteet). Kantavien teräsrakenteiden ja vesisprinklerijärjestelmän työmaalla tehtävän toteutukselle tulee laatia työ- ja laatusuunnitelma tuotesertifikaattia noudattaen ja asetuksen (477/2014) pykälän 9 § mukaisesti.
- Muutoksesta neuvotellaan paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Rakennusvalvonta päättää, huomioidaanko muutos RAM-muutoksena vai tuleeeko hakea muutoslupa. Neuvottelu vaaditaan, koska aktiivisen palosuojauksen laskennalliselle tarkastelulle ei vielä ole laskentakaavoja tai testausstandardia standardissa EN 1993-1-2 eikä aktiivinen palosuojaus siten sisälly standardin EN 1090-1 mukaiseen CE-merkintään.

TOTEUTUSVAIHTOEHTO 4

- **Rakentamislupavaihe kuten vaihtoehdossa 3 eli rakentamislupavaiheessa** rakennuksen **kantavat teräsrakenteet suunnitellaan toiminnallisella palomitoituksella**, kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, huomioitavat ehdot:
 - Kantavan teräsrungon palonkestävyyden tarkastelu tehdään toiminnallisella palomitoituksella paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § mukaan. Mitoituksessa voidaan ottaa huomioon lämpötilan hitaampi nousu ja kantavien rakennusosien jäähtytys, kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla ja automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus on otettu suunnittelussa huomioon.

Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus tutkitaan yleensä **paloriskianalyysillä**. Kun paloturvallisuusasetuksen turvallisuustaso saavutetaan, automaattista sammutuslaitteistoa voidaan hyödyntää myös muihin toiminnallisen palomitoituksen tarkasteluihin.

HUOM! Kun kantavien rakenteiden toiminnalliset tarkastelut suoritetaan jo rakentamislupavaiheessa varmalla puolella oleviin oletuksiin perustuen niin, että kantavaan teräsrakenteeseen kohdistuva lämpörasitus on suurin mahdollinen, eivät pienet rakenteelliset muutokset toteutusvaiheessa välttämättä vaikuta simulointituloksista tehtäviin johtopäätöksiin. Tämä edellyttää, että palosimulointivaiheessa tehdyt oletukset ja rajaukset pitävät paikkansa toteutusvaiheessa tehdyistä muutoksista huolimatta.

Teräsrakenteiden palomitoitus tehdään standardin EN 1993-1-2 rakennusosakohtaisena tarkasteluna **kriittisten lämpötilojen menetelmällä**. Toiminnallinen palomitoitus (eli lämpötilankehitys teräsrakenteessa) tehdään laskennallisena tarkasteluna kuten palosimulointina siten, että lopputuloksena saadaan rakennusosakohtaiset suurimmat sallitut poikkileikkaustekijät (F/V-arvot). Pienempiä kohteita on mahdollista toteuttaa myös pelkästään paloriskianalyysitarkasteluna, joka perustuu palon sammuttamiseen tai palon leviämisen rajoittamiseen. Nämä tilanteet arvioidaan tapauskohtaisesti vastuullisen paloturvallisuussuunnittelijan toimesta.

- Toiminnallisen palomitoituksen suunnitteluperusteet, käytetyt mallit ja saadut tulokset esitetään rakentamislupamenettelyn yhteydessä ja laadittu raportti liitetään rakentamislupa-aineistoon, jolloin se muodostaa lupaehdon.
- Teräsrakennesuunnittelu tehdään toteutussuunnitteluvaiheessa toiminnallisen palomitoituksen raportin rajoitukset ja ehdot huomioiden ja noudattaen standardin EN 1993-1-2 kriittisten lämpötilojen menetelmää.
- **Rakentamisen valmisteluiden aikana** kantavien teräsrakenteiden toimittajien kilpailutus ja **kilpailutuksessa hyödynnetään toiminnallista palomitoitusta**, huomioitavat ehdot:
 - Teräsrakennekokoonpano CE-merkitään yhdenmukaistetun standardin EN 1090-1 mukaan. CE-merkintä sisältää myös palonkestävyyden kantavuudelle, kun rakennesuunnittelija noudattaa teräsrakenteiden palomitoituksessa rakentamislupa-aineistoon sisältyvän toiminnallisen palomitoituksen raportin ehtoja ja rajoituksia, jotka sisältyvät rakentamisluvan ehtoihin.
 - **Jatkovaihtoehto 1** (samat tiedot kuin vaihtoehdon 3 jatkovaihtoehdossa 1)
Jos rakentamisluvan ehdoista poiketaan joidenkin teräsrakenteiden osalta:
 - Rakentamislupavaiheen toiminnallisen palomitoituksen tarkastelut päivitetään ja lopputuloksena saadaan päivitettyt rakennusosakohtaiset suurimmat sallitut poikkileikkaustekijät (F/V-arvot) tai tieto standardin EN 1993-1-2 rakennusosakohtaisten tarkastelujen mitoituskriteerien täyttymisestä.
 - Teräsrakenteiden toiminnallisissa tarkasteluissa voidaan käyttää myös kehittyneitä laskentamenetelmiä standardin EN 1993-1-2 kansallisen liitteen mukaisesti.
 - Päivitetyistä suunnitelma-asiakirjoista ei aiheudu vaatimusta neuvotella rakennusvalvonnan kanssa, koska rakentamisluvassa on jo huomioitu kantavien rakenteiden toiminnallinen palomitoitus Eurokoodien mukaisesti.

○ **Jatkovaihtoehto 2**

Jos rakentamisluvan ehtoja kantaville teräsrakenteille ei oteta huomioon (esim. runkorakenteet muuttuvat olennaisesti rakentamislupavaiheen tiedoista):

- Rakentamislupavaiheen toiminnallisen palomitoituksen tarkastelut uusitaan muuttuneiden lähtötietojen mukaisesti ja lopputuloksena saadaan uudet rakennusosakohtaiset suurimmat sallitut poikkileikkaustekijät (F/V-arvot) tai tieto standardin EN 1993-1-2 rakennusosakohtaisten tarkastelujen mitoituskriteerien täyttymisestä.
- Teräsrakenteiden toiminnallisissa tarkasteluissa voidaan käyttää myös kehittyneitä laskentamenetelmiä standardin EN 1993-1-2 kansallisen liitteen mukaisesti.
- Päivitetyistä suunnitelma-asiakirjoista ei aiheudu vaatimusta neuvotella rakennusvalvonnan kanssa, koska rakentamisluvassa on jo huomioitu kantavien rakenteiden toiminnallinen palomitoitus Eurokoodien mukaisesti.

3 SUUNNITELUA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET SEKÄ TUOTEKELPOISUUDEN OSOITTAMINEN

3.1 Sovellettavat määräykset ja ohjeet

Palomitoitusohjeessa esitetyt tiedot perustuvat **maankäyttö- ja rakennuslakiin** (132/1999) ja 1.1.2025 alkaen voimassa olevaan **rakentamislakiin** (751/2023). Maankäyttö- ja rakennuslaissa (jäljempänä ”MRL”) ja myös rakentamislaissa (jäljempänä ”RakL”) määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset ja rakentamisen lupamenettely sekä viranomaisvalvonta.

Vaikka MRL:n voimassaolo päättyy 31.12.2024, siihen perustuvien rakentamislupien mukaiset rakennushankkeet voivat jatkua vielä vuosia. Tästä syystä tässä palomitoitusohjeessa esitetään molempien lainsäädäntöjen mukaiset vaatimukset ja täydentävät ohjeet.

Kantavien teräsrakenteiden palomitoituksen kannalta tärkeitä MRL:n ja RakL:n pykäläitä ovat mm. seuraavat:

- **MRL 13 § ja RakL 6 §** mukaan ympäristöministeriö ylläpitää **Suomen rakentamismääräyskokoelmaa**, johon kootaan rakentamista koskevat säännökset ja määräykset sekä ministeriön ohjeet.
- **MRL 117 a § ja RakL 31 §** mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan käyttötarkoitus huomioon ottaen siten, että sen **rakenteet ovat lujia ja vakaita**, soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin ja kestävät rakennuksen suunnitellun käyttöönsä. **Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa** uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten **tarvittavia tarkempia säädöksiä mm. kantavien rakenteiden suunnittelusta ja mitoituksesta**.
- **MRL 117 b § ja RakL 32 §** mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että **rakennus suunnitellaan ja rakennetaan** sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla **paloturvalliseksi**, ja rakennuksen kantavien rakenteiden on oltava sellaiset, että ne palon sattuessa kestävät vähimmäisajan ottaen huomioon rakennuksen sortuminen, poistumisen turvaaminen, pelastustoiminta ja palon hallintaan saaminen. **Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa** uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten **tarvittavia tarkempia säädöksiä mm. rakenteiden kantavuudesta palotilanteessa ja tähän liittyvistä rakennustuotteiden ominaisuuksista**.
- **MRL 117 i §** mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa siitä, että **rakennukselle laaditaan käyttö- ja huolto-ohje**. Käyttö- ja huolto-ohje on laadittava myös rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä silloin, kun toimenpide edellyttää rakentamislupaa. **RakL 139 §** mukaan pääsuunnittelijan on huolehdittava siitä, että uudelle rakennukselle laaditaan konekielisesti luettavissa oleva rakennuksen tietomalleihin tai koneluettaviin tietoihin perustuva käyttö- ja huolto-ohje.

Käyttö- ja huolto-ohje on laadittava korjauksen kohteena olevasta toimenpidealueesta myös rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä silloin, kun toimenpide edellyttää rakentamislupaa. **MRL 117 i § ja RakL 139 §** mukaan rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen on sisällettävä tiedot rakennuksen ja rakennuspaikan käyttötarkoituksen mukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä.

- **MRL 119 § ja RakL 91 §** mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten ja myönnetyn luvan mukaisesti ja että **hankkeessa on kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat**. Huolehtimisvelvollisuus tarkoittaa myös sitä, että rakennuskohteessa tulee tarkastaa käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuus aiottuun käyttötarkoitukseen.
- **MRL 120 §** mukaan rakentamista koskevia suunnitelmia ovat rakennussuunnitelma (pääpiirustukset eli asemapiirros, pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirustukset) sekä **erityissuunnitelmat**, ja nämä suunnitelmat on laadittava siten, että ne **täyttävät rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakentamistavan vaatimukset**. **RakL 60 §** mukaan rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijoiden on toimitettava rakennusvalvontaviranomaiselle rakennuksen rakentamista koskevat rakennussuunnitelmat ja erityissuunnitelmat tietomallimuotoisina tai muutoin koneluettavassa muodossa. Tietomallimuotoisten suunnitelmien vaatimus tulee voimaan 1.1.2026. **RakL 61 §** mukaan rakentamislupahakemukseen on liitettävä mm. rakennussuunnitelmaan sisältyvät pääpiirustukset, jotka rakennussuunnittelija varmentaa allekirjoituksellaan. **RakL 68 §** mukaan rakentamislupaa myönnettäessä kunnan rakennusvalvontaviranomainen hyväksyy pääpiirustukset ja niitä vastaava rakennuskohteen suunnitelmamallin tai koneluettavat tiedot rakentamisessa noudatettavaksi.
- **MRL 120 c § ja RakL 94 §** mukaan **erityissuunnittelijan on huolehdittava, että hänellä on käytössään suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot, ja että erityissuunnitelma täyttää rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset**. Jos erityissuunnitelman laatimiseen on osallistunut useampi kuin yksi erityissuunnittelija, rakentamishankkeeseen ryhtyvän on nimettävä yksi heistä tämän erityisalan kokonaisuudesta vastaavaksi erityissuunnittelijaksi. Vastaavan erityissuunnittelijan on huolehdittava, että erillistehtävinä laaditut suunnitelman osat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden. **RakL 94 §** mukaan erityissuunnittelijan on päivitettävä rakennuskohteen suunnitelmamalleina tai muutoin koneluettavissa muodossa olevat erityissuunnitelmat toteutumamalliksi vastaamaan toteutunutta rakennuskohdetta päävastuullisen toteuttajan ilmoituksen mukaisesti.
- **MRL 134 a §** mukaan **rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakentamisluvassa, aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana laadittavaksi ja toimitettavaksi** rakennushankkeen laadun tai laajuuden vuoksi tarpeellisia **erityissuunnitelmia**. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että tällainen erityissuunnitelma toimitetaan rakennusvalvontaviranomaiselle ennen kuin ryhdytään työvaiheeseen, jota suunnitelma koskee. **RakL 69 §** mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän tai pääsuunnittelijan on huolehdittava siitä, että

rakennuskohdetta koskeva erityissuunnitelma ja sitä vastaava suunnitelmamalli tai koneluettavat tiedot toimitetaan rakennusvalvontaviranomaiselle ennen kuin ryhdytään työvaiheeseen, jota suunnitelma koskee. Rakennusvalvontaviranomainen voi todeta erityissuunnitelman toimittamisen tarpeettomaksi rakennussuunnitelmien sisällön sekä rakentamishankkeen laadun ja laajuuden perusteella.

- **MRL 150 c § ja RakL 115 §** mukaan **rakennusvalvontaviranomainen voi lupahakemusta käsitellessään tai rakennustyön aikana vaatia rakentamishankkeeseen ryhtyvältä riippumattoman ja pätevän asiantuntijan lausunnon siitä, täyttääkö suunniteltu ratkaisu tai rakentaminen sille säädetyt vaatimukset.** Rakennusvalvontaviranomainen voi vaatia lausunnon, jos rakentamisessa käytetään sellaisia rakennuksen turvallisuuteen, terveellisyyteen tai pitkäaikaiskestävyyteen merkittävästi vaikuttavia suunnittelu- ja toteutusmenetelmiä tai tuotteita, joiden toimivuudesta ei ole yleisesti varmuutta tai aikaisempaa kokemusta. Ulkopuolinen tarkastus on vaadittava, jos rakentamisessa havaitaan tai epäillään tapahtuneen virhe tai laiminlyönti, jonka vaikutuksia tai korjaamista ei voida luotettavasti arvioida tai toteuttaa ilman ulkopuolista tarkastusta. **Rakentamishankkeeseen ryhtyvä vastaa ulkopuolisesta tarkastuksesta aiheutuvista kustannuksista.**
- **MRL150 d §** mukaan **rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää, että erittäin vaativassa rakennushankkeessa** tehdään 150 c §:ssä tarkoitettu **ulkopuolinen tarkastus.** Erityismenettely voidaan edellyttää, jos kohteeseen liittyy erityinen riski siitä, että mm. rakenteellisen turvallisuuden tai paloturvallisuuden vaatimuksia ei saavuteta. Rakennusvalvontaviranomaisen on erityismenettelyä koskevassa päätöksessä määrättävä menettelyn laajuudesta ja kohdistumisesta. **Rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä erityismenettelyä rakentamisluvassa taikka aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana.** **RakL 116 §** mukaan edellä esitetyt vaatimukset koskevat vaativaa, erittäin vaativaa ja poikkeuksellisen vaativaa rakentamishanketta. Lisäksi rakennusvalvontaviranomaisen on perusteltava vaatimuksensa käyttäen erityismenettelyä.
- **MRL 150 e § ja RakL 117 §** mukaan rakennustarkastaja voi rakennustyön aikana antaa suostumuksen poiketa lupapäätöksessä hyväksytyistä suunnitelmista, jos poikkeaminen ei sen laatu ja lupaharkintaa koskevat säännökset ja määräykset huomioon ottaen merkitse luvan merkittävää muuttamista eikä vaikuta naapurien asemaan. Muutoksen sisältö ja siihen suostumuksensa antaneen viranhaltijan nimi on merkittävä hyväksytyihin suunnitelmiin. Muutettu suunnitelma on toimitettava pyydettyä rakennusvalvontaviranomaiselle. **Jos lupapäätöksessä hyväksytyistä suunnitelmista poikkeaminen** sen laatu ja lupaharkintaa koskevat säännökset huomioon ottaen **merkitsee luvan olennaista muuttamista** tai vaikuttaa naapurien asemaan, **suunnitelmasta poikkeamiselle on haettava rakennusvalvontaviranomaiselta lupa.** Rakennustyön aikana erityissuunnitelmiin tehdyt merkittävät muutokset on toimitettava erityissuunnittelijan allekirjoittamina rakennusvalvontaviranomaiselle ennen kyseessä olevien työvaiheiden aloittamista.
- **MRL 151 a § ja RakL 120 §** mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on ilmoitettava rakennusvalvontaviranomaiselle, jos rakennustyössä **käytetään rakennustuotteita, joiden kelpoisuudesta ei ole riittävää varmuutta.**

- **MRL 152 § ja RakL 121 §** mukaan **rakennustuotteen**, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohteessa eli rakennuksen osaksi, **tulee olla turvallinen ja terveellinen** sekä ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna **täyttää MRL:ssa ja RakL:ssa säädettyt olennaiset tekniset vaatimukset** tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöajan ajan.

Automaattisella sammutuslaitteistolla palosuojattujen kantavien teräsrakenteiden palomitoituksen kannalta olennaiset ympäristöministeriön asetukset, jotka on annettu MRL 150 a § ja MRL 150 b § nojalla, ovat seuraavat:

1. Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014) ja sen perustelumuistio
 - Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan vaatimukset kantaville rakenteille esitetään eurokoodi-standardeissa, jotka sisältävät mitoitusperiaatteet (EN 1990) ja kuormat (EN 1991-1-2) sekä materiaali-kohtaiset vaatimukset (esim. EN 1993-1-2).
2. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) ja sen muutosasetus (927/2020) sekä asetusten perustelumuistiot
 - Perustelumuistio 28.11.2017 [12], pykälä 39 §, s. 43: Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus tulee ottaa suunnittelussa huomioon tulipalon mahdollisten seurausten mukaisesti, mm. kantavien rakenteiden kestäminen sortumatta riittävän luotettavasti.
 - Perustelumuistio 28.11.2017, luku 8, s. 43: Asennukset, joiden edellytetään toimivan palon aikana, on tehtävä siten, että niiden toimintakyky säilyy tarvittavan ajan.
3. Eurokoodi-suunnittelustandardit, joihin viitataan asetuksessa (477/2014), ja niiden kansalliset liitteet sekä täydentävät ympäristöministeriön ohjeet
 - Rakenteiden suunnitteluperusteet
 - EN 1990 Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet
 - Ympäristöministeriön asetus rakenteiden suunnitteluperusteita koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1990 (3/16) [13]
 - Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet kantavien rakenteiden suunnitteluperusteille [14]
 - Rakenteiden kuormat
 - EN 1991-1-2 Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat. Osa 1-2: Palolle altistettujen rakenteiden rasitukset
 - Ympäristöministeriön asetus palolle altistettujen rakenteiden rasituksia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-2 (5/16) [15]
 - Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet rakenteiden kuormille [16]

- Teräsrakenteiden suunnittelu
 - EN 1993-1-2 Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteen palomitoitus
 - Asetusta (477/2014) täydentävät teräsrakenteita koskevat ohjeet ja standardin EN 1993-1-2 kansalliset valinnat [17]

Kantavien teräsrakenteiden palomitoituksessa huomioitavat automaattiset sammutuslaitteistot ovat pelastustoimen laitteita. Sisäministeriö vastaa pelastustoimen laitteita koskevasta sääntelystä. Seuraavat automaattisia sammutuslaitteistoja ja paloilmioittimia koskevat lait ja asetukset ovat voimassa 31.12.2024 asti:

- Laki pelastustoimen laitteista (10/2007) [18]
- Sisäministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista (744/2000 N:o SM-1999-967/Tu-33, Sarja A:65), kumoutunut osin jo 1.1.2007 [19]

Automaattisia sammutuslaitteistoja ja paloilmioittimia koskevat lait ja asetukset, jotka ovat voimassa 1.1.2025 alkaen ovat:

- Paloturvallisuuslaitelaki (191/2024) [20]
- Sisäministeriön asetus paloilmioittimista ja automaattisista sammutuslaitteistoista (julkaisematta)

Automaattisia sammutuslaitteistoja ja paloilmioittimia koskevat myös seuraavat lait ja asetukset:

- Pelastuslaki (379/2011) [21]
- Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta (407/2011) [22].

3.2 Säädös- ja ohjehierarkia

Kantavien teräsrakenteiden palomitoituksen suunnittelutehtävissä tulee huomioida voimassa oleva säädös- ja ohjehierarkia. Lainsäädännön ja sitä täydentävien ohjeiden hierarkialla tarkoitetaan säädösten ja ohjeiden keskinäisiä suhteita niiden muodostamassa kokonaisuudessa. Lainsäädännön tulkinnassa alemman tasoisen säädös ei saa olla ristiriidassa ylemmän tasoisen säädöksen kanssa. Säädöksiä täydentävät ohjeet ovat aina alemman tasoisia kuin säädökset, joihin pohjautuen ohjeet on esitetty.

Maankäyttö- ja rakennuslakiin perustuva säädös- ja ohjehierarkia on esitetty alla huomioiden neljä hierarkiatasoa:

- 1) Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)

- 2) Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014)
- 3) Ympäristöministeriön asetus rakenteiden suunnitteluperusteita koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1990 (3/2016)

Ympäristöministeriön asetus palolle altistettujen rakenteiden kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-2 (5/2016)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) ja ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta (927/2020)

- 4) Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet kantavien rakenteiden suunnitteluperusteille Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet rakenteiden kuormille
Asetusta (477/2014) täydentävät teräsrakenteita koskevat ohjeet ja standardin EN 1993-1-2 kansalliset valinnat
Ympäristöministeriön asetusten perustelumuiiot

Rakennuslakiin perustuva säädös- ja ohjehierarkia on vastaavanlainen.

Sisäministeriön laatimien säädösten hierarkia on esitetty alla huomioiden kaksi hierarkiatasoa:

- 1) Laki pelastustoimen laitteista (10/2007), voimassa 31.12.2024 asti
Paloturvallisuuslaitelaki (191/2024), voimassa 1.1.2025 alkaen
Pelastuslaki (379/2011)
- 2) Sisäministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista (744/2000 N:o SM-1999-967/Tu-33, Sarja A:65), kumoutunut osin jo 1.1.2007, voimassa 31.12.2024 asti

Sisäministeriön asetus paloilmioittimista ja automaattisista sammutuslaitteistoista (976/2024), voimassa 1.1.2025 alkaen

Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta (407/2011).

3.3 Rakenteellisten teräskokoonpanojen tuotekelpoisuus

3.3.1 CE-merkintä ja kansalliset hyväksyntämenettelyt

Kantavien teräsrakennekokoonpanojen tuotekelpoisuuden osoittaminen perustuu rakennustuoteasetukseen EU N:o (305/2011) [23] ja 8.1.2026 alkaen uuteen rakennustuoteasetukseen EU N:o (2024/3110) [24], sekä rinnakkaiseen kansalliseen lainsäädäntöön (954/2012) [25] ja (555/2013) [26], joissa määritetään kansalliset hyväksyntämenettelyt.

Kansalliset hyväksyntämenettelyt ovat Suomessa käytössä olevia rakennustuotteiden hyväksyntämenettelyjä niille tuotteille, joille ei voida käyttää CE-merkintää. Yleensä kyse on rakennustuotteista, jotka eivät kuulu yhdenmukaistetun tuotestandardin soveltamisalaan tai joille ei ole eurooppalaista teknistä arviointia (ETA). Kansallisia hyväksyntämenettelyjä voidaan käyttää tuotekelpoisuuden osoittamiseen myös CE-merkinnän soveltamisalan piiriin kuuluvan rakennustuotteen sellaisille perusominaisuuksille, joita ei voi ilmoittaa CE-merkinnällä.

Lisätietoa CE-merkinnästä ja kansallisista hyväksyntämenettelyistä voi lukea mm. seuraavilta verkkosivuilta:

<https://ym.fi/rakennustuotteet>

<https://ym.fi/ce-merkinta>

<https://ym.fi/rakennustuotteiden-kansalliset-hyvaksyntamenettelyt>

<https://tukes.fi/rakennustuotteet#d89a13b3>

Kantavan teräsrakenteen tuotekelpoisuus osoitetaan CE-merkinnällä, kun tuote kuuluu yhdenmukaistetun tuotestandardin EN 1090-1 soveltamisalaan ja ilmoitettava perusominaisuus on standardin EN 1090-1 liitteen ZA mukainen. Kansallisiin hyväksyntämenettelyihin kuuluvalla vapaaehtoisilla menettelyillä kuten rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella voidaan osoittaa rakenteellisen teräskokoonpanon sellaiset perusominaisuudet, jotka eivät ole liitteen ZA mukaisia. Tällöin tuotekelpoisuus osoitetaan esimerkiksi rakennuspaikkakohtaisesti tutkimusraporttiin tai laskentaan perustuvalla, rakennusvalvontaviranomaisen päteväksi katsoman tahon selvityksellä. Rakennusvalvontaviranomainen hyväksyy rakennuspaikkakohtaisen varmentamisen asiakirjat.

Suomalainen tulkinta rakenteellisten teräs- ja alumiinikokoonpanojen harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1090-1+A1:2012 soveltamisalasta ja sen piiriin kuuluvista rakennustuotteista on esitetty hEN Helpdesk-verkkosivustolla (rev 12.4.2021, K135-standardointiryhmä, METSTA) [27]: <https://henhelpdesk.fi/wp-content/uploads/en-1090-1-soveltamisala-fi-tulkinta-210412-1.pdf>.

SKOL ry ja Teknologiateollisuus ry ovat julkaisseet kantavien rakenteiden CE-merkintää koskevan menettelytapaohjeen, joka aiheena ovat Suomen rakennusprojekteissa käytettävät maahantuodut CE-merkityt kantavat rakennustuotteet [28]. Menettelytapaohjeet käyvät myös Suomessa valmistettujen kantavien rakennustuotteiden CE-merkintää koskeviksi ohjeiksi soveltuvilta osin. Menettelytapaohje on päiväämätön ja sen sisältö on osittain vanhentunut, koska

ohjeessa viitataan mm. valmistajan vaatimustenmukaisuusvakuutukseen. Rakennustuoteasetuksen voimaantulon jälkeen valmistajan vastuulla on ollut laatia suoritustasoilmoitus ennen CE-merkinnän kiinnittämistä tuotteeseen ja tuotteen saattamista markkinoille. Menettelytapaohjeessa esitetään kuitenkin oikeansisältöisesti kantavien rakennustuotteiden CE-merkintämenetelmät ja niiden vaikutus rakennushankkeen rakennesuunnitteluun. Menetelmät 3a ja 3b soveltuvat kantavien teräsrakenteiden suunnitteluun ja CE-merkintään. Linkki verkkosivulle, josta menettelytapaohje on ladattavissa, ja suora linkki ohjeeseen, on esitetty seuraavassa:

<https://skol.teknologiateollisuus.fi/tietoa-alasta/tki-toiminta/talonrakennussektori-2/>

https://skol.teknologiateollisuus.fi/wp-content/uploads/sites/6/2024/08/CE_menettelyohje.pdf

Kantavien rakenteiden mitoituksessa käytettävistä Eurokoodi-suunnittelustandardeista ja niihin liittyvästä kehitystyöstä voi lukea suomalaiselta Eurokoodi-helpdesk-sivustolta: <https://www.eurocodes.fi/>.

Rakennustuotteiden standardoinnista vastaavien tahojen yhteistyönä julkaistulla ja Rakennustuoteollisuus RTT ry:n ylläpitämällä hEN Helpdesk -verkkosivustolla esitetään ohjeita CE-merkinnän piirissä olevien kantavien rakenteiden suoritustasoilmoituksen laatimiseen. Ohjeet koskevat menetelmien M3a ja M3b mukaan tiettyyn kohteeseen suunniteltavia ja valmistettavia kantavia rakennustuotteita. Linkki verkkosivulle, josta suoritustasoilmoituksen laatimisen ohjeet ja suoritustasoilmoitusesimerkit ovat ladattavissa, on esitetty seuraavassa: <https://www.henhelpdesk.fi/suoritustasoilmoitusesimerkkeja-dop/>. Tämän verkkosivun tiedoista ja sivulta ladattavasta suoritustasoilmoituksen sisältöohjeesta nähdään seuraavaa:

- Menetelmän M3a mukaisessa CE-merkinnässä valmistaja ilmoittaa hankekohtaisen suoritustasoilmoituksen liitteessä, että hänellä on kyky valmistaa kantavat rakennustuotteet kyseeseen tulevien yhdenmukaistettujen standardien ja tilaajalta saatujen tuotantoasiakirjojen, jotka luetellaan suoritustasoilmoituksen liitteessä, mukaisesti.
- Menetelmän M3b mukaisessa CE-merkinnässä valmistaja ilmoittaa hankekohtaisen suoritustasoilmoituksen liitteessä, että kantavien rakennustuotteiden perusominaisuuksiin ”mekaaninen lujuus ja stabiilius”, ”palonkestävyys” sekä ”käyttöturvallisuus” liittyvät rakenteelliset mitoituskäsitteet, jotka luetellaan suoritustasoilmoituksen liitteessä, on suoritettu kyseeseen tulevien harmonisoitujen tuotestandardien sekä soveltuvien eurokoodien ja Suomen kansallisten liitteiden mukaisesti käyttäen lähtötietoina tilaajalta saatuja rakennuskohteen suunnitelma-asiakirjoja, jotka luetellaan suoritustasoilmoituksen liitteessä. Lisäksi valmistaja ilmoittaa, että hänellä on kyky valmistaa kantavat rakennustuotteet kyseeseen tulevien yhdenmukaistettujen standardien perusteella ja valmistaa ne laatimiensa tuotantoasiakirjojen mukaisesti.

3.3.2 Automaattisella sammutuslaitteistolla palosuojatun kantavan teräsrakenteen tuotekelpoisuuden osoittaminen

Kantavien teräsrakennekokoonpanojen tulee olla CE-merkittyjä standardin EN 1090-1 mukaisesti niiden perusominaisuuksien osalta, jotka sisältyvät standardin EN 1090-1 liitteeseen ZA.

Rakenteellisen teräskokoonpanon palonkestävyys on osa menetelmän M3a tai menetelmän M3b mukaista CE-merkintää, kun palonkestävyys määritetään toiminnallisella palomitoituksella paloturvallisuusasetuksen 13 § mukaisesti. Menetelmän M3a mukaisessa CE-merkinnässä valmistajalla ei ole vastuuta palonkestävyyden määrittämisestä, vaan vastuu on kohteen vastuullisella rakennesuunnittelijalla. Menetelmän M3b mukaisessa CE-merkinnässä valmistaja vastaa palonkestävyyden määrittämisestä.

Rakenteellisen teräskokoonpanon palonkestävyys ei ole osa menetelmän M3a tai menetelmän M3b mukaista CE-merkintää, kun kyseessä on teräskokoonpanon aktiivinen palosuojaus. Rakenteellisen teräskokoonpanon palonkestävyys määritetään markkinoilla saatavilla olevalla vapaaehtoisella tuotesertifikaatilla, jonka käyttö hyväksytetään rakennusvalvontaviranomaisella kohdekohtaisesti. Palonkestävyyden määrittämisestä vastaa tuotesertifikaatin haltija.

Aktiivisiin palosuojausmenetelmiin perustuva kantavan teräsrakenteen palonkestävyys tulee kuulumaan CE-merkinnän piiriin silloin, kun standardissa EN 1993-1-2 esitetään sovellettava laskentamenetelmä tai standardisarjaan EN 13381-x kuuluva soveltuva testausstandardi. Tällöin kansalliset tuotekelpoisuusasiakirjat eivät enää ole mahdollisia tuotekelpoisuuden osoittamiseen.

4 MITOITUSOHJEET

4.1 Suunnittelun osatehtävät ja vaativuus

Kantavien teräsrakenteiden palomitoituksen toteutus siten, että rakenteet ovat automaattisella sammutuslaitteistolla palosuojaatut, tai automaattisen sammutuslaitteiston lämpötilan nousua hidastava tai kantavaa rakennetta jäähdyttävä vaikutus huomioidaan toiminnallisessa palomitoituksessa, vaatii erityisosaamista ja on erityissuunnittelua. Suunnitteluun sisältyvät osatehtävät, joiden lyhyt yleiskuvaus on esitetty tässä luvussa ja yksityiskohtaisemmat kuvaukset luvuissa 4.2 – 4.6.

Kantavien teräsrakenteiden palomitoitussuunnittelun osatehtävät ja niiden tavanomaisimmat vastuusuunnittelijat ovat seuraavat:

- **Kantavan teräsrakenteen lämpötilankehityksen tarkastelu ([luku 4.3](#))**
 - Perustuu mitoituspaloskenaarioihin ja mitoituspaloihin, jotka kattavat rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät palotilanteet ja joissa voidaan huomioida automaattisen sammutuslaitteiston lämpötilan kehitystä hidastava tai kantavaa rakennetta jäähdyttävä tai palosuojaava vaikutus
 - **Vastuusuunnittelijana kohteen vastuullinen paloturvallisuussuunnittelija**
- **Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuuden tarkastelu ([luku 4.4](#))**
 - Perustuu yleensä riskianalyysiin, joka huomioi rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät palotilanteet, rakennuksen ominaisuudet ja rakenteet, rakennusten palotekniset laitteistot ja järjestelmät sekä niiden luotettavuuden, rakennuksen käytön ja tarvittaessa myös pelastuslaitoksen toimintamahdollisuudet rakennuskohteessa
 - **Vastuusuunnittelijana kohteen vastuullinen paloturvallisuussuunnittelija**
- **Kantavan teräsrakenteen murtorajatilatarkastelut palotilanteessa ([luku 4.5](#))**
 - Perustuvat Eurokoodi-suunnittelustandardien ja niitä koskevien ympäristöministeriön asetuksina annettujen kansallisten valintojen mukaiseen rakennesuunnitteluun ja rakennesuunnitelmiin
 - Rakennesuunnitelmien sisältövaatimukset asetuksen (477/2014) ja sitä täydentävien teräsrakenteita koskevien ympäristöministeriön ohjeiden mukaisesti
 - **Vastuusuunnittelijana kohteen vastuullinen teräsrakennesuunnittelija tai kohteen vastuullinen rakennesuunnittelija**

- **Automaattisen sammutuslaitteiston (sprinklerilaitteiston) suunnittelu ja toteutus (asennus) ([luku 4.6](#))**
 - Perustuu lähtökohtaisesti standardin EN 12845 [29] mukaiseen laitteistosuunnitteluun. Suunnittelussa huomioidaan rakennuksen käyttötarkoitus ja tilojen palokuormat sekä rakentamista valvovien viranomaisten asettamat vaatimukset mm. Tukesin verkkosivun mukaisesti:
<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/sammutuslaitteistot>
 - **Vastuusuunnittelijana rakennuttajan tai urakoitsijan valitsema automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelija (ns. sprinklerisuunnittelija)**
 - **Vastuullisena asennusliikkeenä Tukesin hyväksymä asennusliike**

Eri osatehtävistä vastaavilta erityissuunnittelijoilta vaaditaan erityisosaamista, joten erityissuunnittelijoilla tulee olla suunnittelutehtävän vaativuus huomioon ottaen riittävän päteviä (koulutus, kokemus). Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus palomitoitusohjeen laatimishetkellä voimassa olevista vaatimuksista ja yleisimmistä käytännöistä eri suunnittelun osatehtävistä vastaavien suunnittelijoiden pätevyydelle. Lista ei ole tyhjentävä.

- **Kantavien rakenteiden suunnittelutehtävien vaativuudesta** on säädetty MRL:n nojalla valtioneuvoston asetuksessa rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä (214/2015) [30] ja tarkempia ohjeita on esitetty ympäristöministeriön ohjeessa rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista [31] ja ympäristöministeriön ohjeessa rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta [32]. Vastaavanlaisista vaatimuksista on säädetty RakL:iin perustuvassa valtioneuvoston asetuksessa, jota täydentävät säädökset valmistuvat ja tulevat voimaan samaan aikaan RakL:n kanssa (eli 1.1.2025 alkaen).
- **Paloturvallisuussuunnittelun suunnittelutehtäville** ei ole lainsäädännössä asetettuja vaatimuksia. Tämän ohjeen laatimishetkellä paloturvallisuussuunnittelijoiden pätevyyksille ovat olleet käytössä FISE ry määrittämät pätevyysvaatimukset kolmelle eri pätevyysluokalle, joita ovat tavanomainen, vaativa ja poikkeuksellisen vaativa. Näistä pätevyyksistä voi lukea lisää verkkosivulta:
<https://www.patevyysspalvelu.fi/fi/wagtail/pages/hakuohjeet/suunnittelijat/>
- Tämän ohjeen laatimishetkellä **ei alalla ole käytössä pätevyysvaatimuksia automaattisten sammutuslaitteistojen suunnittelijoille**. Tukes valvoo pelastustoimen laitteiden vaatimuksenmukaisuutta ja siten myös automaattisten sammutuslaitteistojen vaatimuksenmukaisuutta. Vaatimukset ovat kohdistuneet laitteistojen asennukseen siten, että sammutuslaitteistojen asennus- ja huoltotöitä saavat tehdä vain vaatimukset täyttävät asennusliikkeet, jotka on listattu Tukesin ylläpitämässä toiminnanharjoittajarekisterissä. Asennusliikkeiden vastuuhenkilöille on säädetty koulutusta, tutkintoa ja työkokemusta koskevia pätevyysvaatimuksia. Lisätietoa löytyy Tukesin verkkosivulta:

<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/sammutuslaitteistot>

Tässä palomitoitusohjeessa esitetään edellä esitettyjä tietoja täydentäviä lisäohjeita eri suunnittelijoiden pätevyyksille perusteltuina asiantuntija-arvioina seuraavasti:

- 1) Kohteen vastuullisella paloturvallisuussuunnittelijalla tulee olla FISE Poikkeuksellisen vaativa -luokan pätevyys tai vastaavan tasoinen rakennusvalvonnan arvioima pätevyys, kun kohteen ominaisuudet ovat paloturvallisuuden suunnittelun osalta poikkeukselliset ja suunnittelu perustuu oleellisilta osin toiminnalliseen palomitoitukseen, tai 1.1.2025 alkaen RakL:n mukainen erittäin vaativa -luokan pätevyys, kun kohteen suunnittelu perustuu osittain toiminnalliseen palomitoitukseen.**

Perustelut:

- Kantavien teräsrakenteiden palomitoitus perustuu oletettuun palonkehitykseen, kun rakenteiden aktiivisena palosuojauksena on vesisprinklerijärjestelmä, tai rakenteiden toiminnallinen palomitoitus tehdään paloturvallisuusasetuksen 13 § mukaisesti huomioiden automaattisen sammutuslaitteiston vaikutus.
- Oletettuun palonkehitykseen perustuva kantavien teräsrakenteiden palomitoitus on erityissuunnittelua, joka vaatii paloturvallisuussuunnittelijalta erityisosaamista.
- Toiminnallisen palomitoituksen suunnitelma-asiakirjat ovat erityissuunnitelmia, jotka tulee päivittää toteutusta vastaavaksi rakennuksen valmistumisen yhteydessä [luvun 3.1](#) mukaisesti.
- Paloturvallisuussuunnittelija vastaa yleensä automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuustarkasteluista ja kantavien teräsrakenteen lämpötilankehityksen määrittämisestä.

- 2) Kohteen vastuullisella teräsrakennesuunnittelijalla tai vastuullisella rakennesuunnittelijalla, joka vastaa myös teräsrakenteiden suunnittelusta, tulee olla MRL:n ja RakL:n määrittämä suunnittelukohteen vaativuuden mukainen suunnittelutehtävän pätevyys. Hänellä tulee olla riittävä kokemus myös vastaavanlaisista toiminnallisen mitoituksen hankkeista. Rakennusvalvonta tarkastaa suunnittelijan kelpoisuuden muissa kuin tavanomaisen pätevyyden kohteissa.**

Perustelut:

- Suunnittelu edellyttää erittäin vaativien mitoituksen menetelmien käyttöä [30]. Ympäristöministeriön ohjeen [17] mukaan rakennesuunnitelmissa tulee esittää palosuojauksen mitoittamiseen tarvittavat tekniset tiedot (esim. kriittinen lämpötila) tai toiminnallista palomitoitusta koskevat suunnitelmat tai muut palotekniset suunnitelmat.

Kun kohteen teräsrakenteiden suunnittelu perustuu toiminnalliseen palomitoitukseen, vastuullisen teräsrakenteen- tai rakennesuunnittelijan pätevyystason tulee vastata vastuullisen paloturvallisuussuunnittelijan pätevyyttä, ja toisin päin.

- Suunnittelija vastaa teräsrakenteiden palomitoituksesta suunnittelustandardien EN 1990, EN 1991-1-2 ja EN 1993-1-2 ja näitä koskevien kansallisten liitteiden ja muiden sovellettavien ympäristöministeriön ohjeiden mukaisesti.

3) Kohteen vastuullisella sammutuslaitteistosuunnittelijalla (sprinklerisuunnittelijalla) tulee olla riittävä tekninen koulutus ja työkokemus suunnittelutehtävän laajuus ja vaativuus huomioiden

Perustelut:

- Automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelua varten rakennushankkeeseen ryhtyvän on nimettävä pätevä erityissuunnittelija. Erityissuunnittelija asettaa rakennuttajan toimeksiantotietojen perusteella vaatimukset toteutettavalle laitteistolle. Erityissuunnittelijan on huomioitava suunnittelussa ja mitoituksessa rakennuksen käyttötarkoitus ja rakentamista valvovien viranomaisten asettamat vaatimukset.
- Erityissuunnittelijan osaamisen valvonta on lain perusteella viranomaisten tehtävä. Luokittelulle eri vaativuusluokkiin ei ole sammutusjärjestelmäsuunnittelussa olemassa omaa taulukkoa tai ohjetta. Esimerkiksi osassa kohteita muilta erityissuunnittelijoilta voidaan vaatia pätevyyttä poikkeuksellisen vaativaan suunnittelutehtävään, mutta kohteen sammutuslaitteistosuunnittelu voidaan toteuttaa tavanomaisena suunnitteluna. Pätevyys erityiskohteiden suunnitteluun osoitetaan soveltuvilla referensseillä.

Jos rakennuskohteessa joudutaan poikkeamaan sovellettavan sprinkleristandardin vaatimuksista, sprinklerisuunnittelijalta vaaditaan poikkeuksellisen vaativa - luokan pätevyyttä ja poikkeamalle haetaan ennakkolausunto tarkastuslaitokselta ja/tai vakuutusyhtiöltä.

- Sammutuslaitteistosuunnittelijan (=erityissuunnittelija) kelpoisuusvaatimuksiin sovelletaan **MRL 120 e § ja RakL 94 §** (katso [luku 3.1](#)).
- **Esimerkiksi MRL** jakaa kelpoisuusvaatimukset vähäisiin, tavanomaisiin, vaativiin ja poikkeuksellisen vaativiin suunnittelutehtäviin seuraavasti:
 - Erityissuunnittelijan kelpoisuusvaatimuksena vähäisessä suunnittelutehtävässä on rakennuskohteen ja suunnittelutehtävän laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävä osaaminen.
 - Tavanomaisessa suunnittelutehtävässä kelpoisuusvaatimuksena kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu tutkinto, joka on vähintään kolmen vuoden kokemus avustamisesta vähintään tavanomaisissa suunnittelutehtävissä.

- Vaativassa suunnittelutehtävässä kelpoisuusvaatimuksena kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto sekä vähintään neljän vuoden kokemus tavanomaisista suunnittelutehtävistä ja vähintään kahden vuoden kokemus avustamisesta vaativissa suunnittelutehtävissä.
 - Poikkeuksellisen vaativassa suunnittelutehtävässä kelpoisuusvaatimuksena kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ylempi korkeakoulututkinto sekä vähintään kuuden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä.
- Korjaus- tai muutostyön sammutusjärjestelmäsuunnittelijalla tulee olla kokemusta korjausten tai muutostöiden suunnittelutehtävistä.
 - Suomessa Kiwa Inspecta järjestää sammutuslaitteistosuunnittelijoiden koulutusta, jonka suorittaminen on vähimmäisvaatimus, kun sammutuslaitteisto suunnitellaan palosuojaamaan kantavia teräsrakenteita tai sammutuslaitteiston vaikutus palon kehittymiseen huomioidaan toiminnallisessa palomitoituksessa.
 - Jos kohteen vesisprinklerijärjestelmällä palosuojattujen teräsrakenteiden tuotesertifikaatissa esitetään sprinklerisuunnittelijalle lisävaatimuksia, tulee niitä noudattaa.

4.2 Kantavilta teräsrakenteilta vaadittujen palomitoitustarkasteluiden yleiskuvaus

Luvussa esitetään sovellettavien Eurokoodi-suunnittelustandardien mitoituspäätökset ja -perusteet standardeittain ja standardikohtaisin termein sekä yhteenveto vaadituista tarkasteluista. Esitetyissä tiedoissa on huomioitu kyseeseen tulevat kansalliset liitteet. [Tärkeimpiä tietoja on korostettu sinisellä värillä.](#)

HUOM! Esitetyt tiedot eivät ole suoria sitaatteja standardeista.

Eurokoodi-mitoituksen lähtökohdat kantavalle teräsrakenteelle standardin EN 1990 ja Suomen kansallisen liitteen mukaan

- [Luku 1.3: Rakennejärjestelmän valitsevat ja rakenteet suunnittelevat riittävän pätevät ja kokeneet henkilöt.](#) Suunnitteluoletukset tulee huomioida myös rakenteiden käytössä.
- [Luku 2.1:](#) Kantavan rakenteen kestävyys tulee olla palotilanteessa riittävä vaadittavan ajan.
- [Luku 3:](#) Palotilanteen mitoitus kuuluu murtorajatilamitoituksen onnettomuusmitoitustilanteisiin ja perustuu murtorajatilan rakenne- ja kuormitusmalleihin.

- **Luku 5.1:** Rakennemallien reunaehtojen tulee vastata todellisen rakenteen reunaehtoja. Siirtymien ja muodonmuutosten vaikutukset huomioidaan standardin ehtojen mukaisesti. Kantavan rakenteen palomitoituksessa tehdään mitoituspaloskenaarioiden (ja mitoituspalojen) määrittäminen, lämpötilan kehittymisen analysointi rakenteessa ja rakenteen mekaanisen toiminnan analysointi palotilanteen lämpötilassa. Tarkastelut voidaan tehdä rakenneosakohtaisesti, rakenteen osan tarkasteluina tai kokonaistarkasteluina. Lämpötilan kehittämisessä voidaan huomioida, että lämpötila jakautuu rakenteessa tasaisesti tai epätasaisesti. Tarkastelutapa tulee aina valita tapauskohtaisesti.
- **Luku 5.2:** Mitoituksessa voidaan huomioida kokeiden ja laskelmien yhdistäminen huomioiden myös vaaditut epävarmuudet kuten koetulosten luotettavuus.
- **Luku 6.5:** Mitoitavimmat kuormitusyhdistelmät valitaan tarkoituksenmukaisesti ja niissä huomioidaan Suomen kansallisen liitteen tiedot.

Palolle altistettujen kantavien teräsrakenteiden rasitukset standardin EN 1991-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaan

- **Luku 1.3:** Mitoituspaloskenaariot (ja mitoituspalot) valitsee pätevä ja kokenut henkilö. Palomitoituksessa huomioitujen palosuojausjärjestelmien (jotka aktiivisia tai passiivisia) käyttö- ja huolto tulee hoitaa asianmukaisesti.
- **Luku 1.5:** Toiminnallisen palomitoituksen palotilanteen olosuhteet voidaan määrittää parametrisilla lämpötila-aikakäyrillä.
- **Luku 2.1:** Toiminnallisen palomitoituksen vaiheisiin kuuluvat mitoituspaloskenaarioiden ja mitoituspalojen määrittäminen, rakenneosan lämpötilan kehittymisen määrittäminen ja rakenteen mekaanisen toiminnan tarkastelut. Lämpötilan kehittäminen määritetään paloaltistukseen perustuen ja mekaanisen toiminnan tarkastelut tehdään palotilanteen kuormitusyhdistelmille.
- **Luku 2.2:** Mitoituspalon oletetaan yleensä vaikuttavan vain yhdessä palo-osastossa kerrallaan.
- **Luku 2.4:** Rakenneosan lämpötilankehitys tehdään huomioiden Suomen kansallisen liitteen [16] pykälässä 2 § esitetyt vaatimukset, jotka esitetään yksityiskohtaisesti paloturvallisuusasetuksen pykälässä 13 §, kun mitoituspalona on luonnollinen palomalli. Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus huomioidaan paloturvallisuusasetuksen perustelumuistion pykälän 39 § mukaisesti. Kun tarkastellaan standardipalokäyrän mukaista palonkestävyyttä, lämpötilankehitys tehdään valitulle palonkestävyysajalle ilman jäähtymisvaihetta.
- **Luku 2.5:** Mekaanisen toiminnan tarkastelut tehdään samalle palonkestoajalle, jota on käytetty lämpötilankehittämisen tarkasteluissa.

- [Luku 3.3:](#) Luonnolliset palomallit voivat olla yksinkertaisia/yksinkertaistettuja tai kehittyneitä palomalleja.
- [Luku 4.1:](#) Paloaltistuksesta rakenteeseen aiheutuvien lämpötilanmuutosten aiheuttamat muodonmuutokset huomioidaan standardin ehtojen mukaisesti. Suunnittelija noudattaa standardin ehtoja valitun tarkastelutavan mukaisesti ja ottaa myös huomioon tarkasteluihin mahdolliset sisältyvät varmalla puolella olevat (konservatiiviset) oletukset ja vaatimukset.
- [Luku 4.2:](#) Mekaaniset kuormat ja kuormitusyhdistelmät määritetään murtorajatilan normaalilämpötilamitoitusta vastaavasti. Hyötykuormien vähentymistä tai toisistaan riippumattomien onnettomuuskuormien yhtäaikaista vaikutusta ei oteta huomioon palotilanteessa.
- [Luku 4.3:](#) Jos välillisiä kuormia ei tarvitse ottaa huomioon, kun rakenne analysoidaan kuormitusyhdistelmälle ajanhetkellä $t=0$ ja kuormituksen vaikutus palon aikana on vakio.

Kantavan teräsrakenteen palomitoitus standardin EN 1993-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaan

- [Luku 1.1:](#) Vain passiiviset palosuojausmenetelmät sisältyvät standardiin.
- [Luku 1.5:](#) Luvussa esitetään standardissa käytetyt termit ja niiden määritelmät kuten poikkileikkaustekijän ja teräsrakenteen kriittisen lämpötilan määritelmät.
- [Luku 2.2:](#) Paloaltistuksen aiheuttama lämpörasitus kantavassa rakenteessa ja kantavaan rakenteeseen kohdistuvien kuormien aiheuttamat mekaaniset rasitukset huomioidaan noudattaen standardia EN 1991-1-2.
- [Luku 2.4 ja luku 4.1:](#) Palotilanteen tarkastelut tehdään noudattaen standardin EN 1990 lukua 5.1.4. Tarkastelut voivat olla rakenneosakohtaisia, rakenteen osaa koskevia tai kokonaistarkasteluita. Teräsrakenteet voidaan tarkastella suojaamattomina tai palosuojattuina. Suomen kansallisen liitteen mukaan tarkasteluissa voidaan käyttää kehittyneitä laskentamalleja. Tämä tarkoittaa, että teräsrakenteen palonkestävyyden saa määrittää yksinkertaisilla/yksinkertaistetuilla laskentamalleilla tai kehittyneillä laskentamalleilla. Suunnittelija valitsee käytettävän mitoitustavan ja noudattaa kyseisen mitoitustavan ehtoja ja rajoituksia standardin EN 1993-1-2 mukaisesti.
- [Luku 4.2.1 ja liite D:](#) Lähtökohtaisesti EN 1993-1-8:n mukaisesti mitoitettun liitoksen palonkestävyyden voidaan katsoa olevan vähintään yhtä suuri kuin liitokseen liittyvän rakenneosan kestävyys, kun liitoksen palosuojauksen termien kestävyys ja hyväksikäyttöasete vastaavat liitokseen liittyviä rakenneosia.

Yhteenveto vaadituista palomitoitustarkasteluista

Vaaditut mitoitusmenettelyt tai -tarkastelut yhdeksi listaksi koottuna ovat:

- Kantavan teräsrakenteen lämpötilankehityksen tarkastelut sisältäen mitoituspaloskenaarioiden ja mitoituspalojen määrityksen
- Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuustarkastelut
- Kuormitetun kantavan rakenteen palotilanteen tarkastelut (rakenteen mekaanisen toiminnan määrittäminen)
- Automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelu ja toteutus (asennus).

Sovellettavien määräysten ja ohjeiden yksityiskohtaiset ohjeet, jotka ovat tämän palomitoitusohjeen kannalta olennaisia tietoja, on esitetty luvuissa [4.3](#), [4.4](#), [4.5](#) ja [4.6](#).

[Luvun 3.1](#) mukaisesti palomitoitusohjeen mukaiset suunnitelma-asiakirjat ovat erityissuunnitelmia ja niiden laatija on erityissuunnittelija. Erityissuunnittelijan on päivitettävä vastuullaan oleviin erityissuunnitelmiin rakennustöiden aikaiset muutokset MRL pykälän 120 c ja RakL pykälien 71 § ja 94 § mukaisesti, jotta erityissuunnitelmat vastaavat toteutettua rakennuskohdetta.

4.3 Kantavan teräsrakenteen lämpötilankehityksen tarkastelut

Vaihtoehtoiset mitoitusmenettelyt kantavan teräsrakenteen lämpötilankehityksen määrittämisessä ovat:

1. Oletettuun palonkehitykseen perustuva toiminnallinen palomitoitus paloturvallisuusasetuksen 13 § mukaan.
2. Lämpötilankehitys määritetään markkinoilla olevaan vapaaehtoiseen tuotesertifikaattiin perustuen.

Mitoitusvaihtoehto 1

Mitoitusvaihtoehto 1 tarkoittaa yleensä, että kantavien teräsrakenteiden toiminnalliseen palomitoitukseen liittyvän lämpötilankehityksen määrittämisestä vastaa suunnittelutehtävän vaativuuden suhteen pätevä paloturvallisuussuunnittelija [luvun 4.1](#) mukaisesti.

Suunnittelun vaiheet ja käytettävät mitoituseriaatteet ovat seuraavat:

- **Mitoituspaloskenaariot ja mitoituspalot** määritetään siten, että palorasitukset todennäköisesti kattavat kyseisessä rakennuksessa esiintyvät tilanteet. Paloskenaariot ja mitoituspalot perustuvat rakennuksen käyttötarkoitukseen ja rakennuttajan ja

rakennuksen käyttäjien esittämiin tietoihin rakennuksen suunnitellusta käytöstä sen elinkaaren aikana.

Mitoituspalojen palotehokäyrät (aika-paloteho-kuvaajat) määritetään yleensä soveltuviin kirjallisuuslähteisiin perustuen. Mitoituspaloja voidaan generoida myös riskianalyysin avulla. Myös Monte Carlo -menetelmää voidaan käyttää mitoituspalojen määrittämiseen.

- **Mitoituksen perusteisiin** sovelletaan paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § taulukkoa 4. Taulukko 4 esittää rakennuksen käyttötarkoituksen ja kerrosluvun sekä korkeuden mukaan määräytyvän mitoituspalokuorman vähimmäistiheyden (esimerkiksi vähintään 600 MJ/m²) ja vaatimuksen olennaisten kantavien rakenteiden kestävyydelle palossa. Alin vaatimus rakenteiden kestävyydelle palossa on 30 minuuttia ilman jäähtymisvaihetta ja korkein vaatimus on palo- ja jäähtymisvaiheen kestävyys palossa.

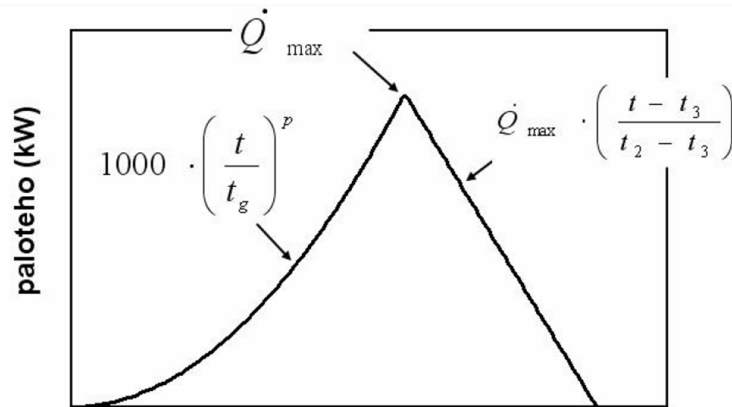
Esimerkki 1: 1-kerroksinen liiketilan, jonka henkilömäärä on yli 250, olennaisten kantavien rakenteiden tulee kestää palossa 60 minuuttia ilman jäähtymisvaihetta ja mitoituspalokuorman tiheyden tulee olla tilastollisesti tai laskennallisesti määritetty kokonaispalokuorman tiheyden ominaisarvo (80 % fraktiili).

Esimerkki 2: Osittain 2-kerroksisen liiketilan, jonka henkilömäärä on yli 250, olennaisten kantavien rakenteiden tulee kestää palossa palo- ja jäähtymisvaihe ja mitoituspalokuorman tiheyden tulee olla vähintään 600 MJ/m².

- Kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, **mitoituksessa voidaan ottaa huomioon lämpötilan hitaampi nousu ja kantavien rakennusosien jäähdytys**. Automaattinen sammutuslaitteisto rajoittaa paloa, joten tarkastelu voidaan tehdä paikalliselle palolle eikä lieskahtamista tällöin tapahdu. Mitoituspalon palotehokäyrän muodostamisessa huomioidaan automaattisen sammutuslaitteiston (sprinklerin) toiminta, koska sprinkleri rajoittaa palotehoa ja voi siten myös hidastaa mitoituspalon aiheuttamaa lämpötilan nousua palotilassa. Laskelmissa jäähdytysvaikutus voidaan yleensä jättää kokonaan huomioimatta.

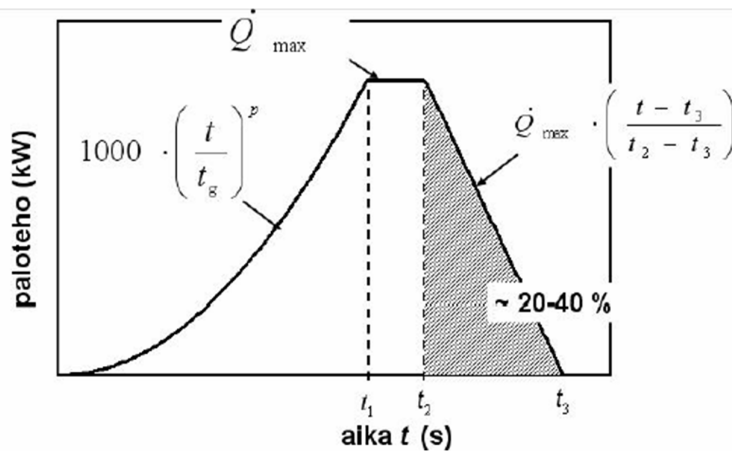
Eräitä soveltuvia tapoja määrittää lämpötilan nousua hidastava vaikutus:

- Sprinklerijärjestelmän aktivoitumishetkellä palotehokäyrän palotehoarvo kaksinkertaistetaan ja tämän hetken jälkeen paloteho laskee lineaarisesti nolnaan. Palotehokäyrän muoto ja periaate on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Potenssilain muotoisesti (tässä t^2 -muoto) kehittyvän ja lineaarisesti hiipuvan palon palotehon kuvaaja, kun palo ei lieskahda ja palo alkaa hiipua heti, kun se on saavuttanut maksimipalotehon [33]

- Muuten sama kuin edellä, paitsi palotehokäyrä laskee lineaarisesti vasta, kun 60-80 % palotehosta on palanut. Palotehokäyrän muoto ja periaate on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Potenssilain muotoisesti (tässä t^2 -muoto) kehittyvän ja lineaarisesti hiipuvan palon palotehon kuvaaja, kun palo ei lieskahda ja palossa on jonkin aikaa jatkuva maksimipalotehon vaihe [33]

- Vaihtoehtona on käyttää suoraan kirjallisuudesta saatavia mitoituspaloja tai testeihin perustuvia mitoituspaloja, joissa palaa yksi syttynyt kohde ja palo rajoittuu siihen. Myös automaattisen sammutusjärjestelmän vaikutus mitoituspaloon voidaan huomioida asetuksen mukaisesti.

Laskennallisissa tarkasteluissa tarvittavat lähtötiedot sprinklerilaitteistosta ovat:

- RTI-arvo (suuttimen reagoitinopeus, saadaan sprinkleri- tai LVI-suunnittelijalta)
- Vesivuontiheys (arvioidaan)
- Yhden suuttimen suojausala (sprinkleristandardin mukaan)

- Sprinkleriluokan mukainen mitoitusalaja (saadaan sprinkleri- tai LVI-suunnittelijalta)
- Vesivuon heittokuvio (saadaan tarvittaessa sprinklerisuunnittelijalta).

Näiden lisäksi riskianalyyssissä voidaan huomioida sprinklerin vesilähde ja pumpput sekä edetä vikaantumisen määrittelyssä myös tarkemmille komponenttitasoille kuten on esitetty [luvussa 4.4.1](#).

- **Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuus** tutkitaan yleensä paloriskianalyyssin avulla [luvun 4.4.1](#) mukaisesti. Rakennuskohteen kaikki palotekniset laitteistot ja mahdollisesti myös paikallisen pelastuslaitoksen toimintavalmius huomioidaan.

Yleensä myös oletetaan, että yksi suoraan mitoituspalon yläpuolella tai lähimpänä mitoituspaloa sijaitseva sprinklerisuutin on vikaantunut. Tällöin suutinten aktivoituminen palosimuloinnissa tapahtuu oletettavasti todellista tilannetta myöhemmin, ja tehty arvio vikaantumisesta johtaa varmalle puolella olevaan tulokseen. Myöskään äärimmäisen harvinainen tilanne, jossa koko sprinklerijärjestelmä on vikaantunut, ei saa johtaa katastrofaaliseen lopputulokseen.

- Aina kun toiminnallisessa palomitoituksessa (esimerkiksi palosimuloinneissa) huomioidaan automaattisen sammutusjärjestelmän vaikutus, tulee toteutettavan automaattisen sammutusjärjestelmän vastata riittävällä tarkkuudella simuloitua sammutusjärjestelmää. Toiminnallisen palomitoituksen vastuusuunnittelijalla ja automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelijalla (tai LVI-suunnittelijalla rakentamislupavaiheessa) tulee olla sammutuslaitteiston toteutuksesta ja suunnitteluparametreista yhteisymmärrys ja näiden suunnitelmien tulee olla yhdenmukaiset eli suunnitelmien tiedot yhteensovitettut.
- Palosimulointien lähtötiedot ja tulokset esitetään rakentamislupamenettelyn yhteydessä. Viranomainen voi myös määrätä toiminnalliselle palomitoitukselle tehtäväksi ulkopuolisen (ns. 3. osapuolen) tarkastuksen, mikä lisää toiminnallisen palomitoituksen luotettavuutta. Tarkempia tietoja näistä menettelyistä on esitetty [luvussa 2.2](#).
- Soveltuvalla laskentaohjelmistolla kuten FDS-palosimulointiohjelmistolla määritetään palosuojaamattomiin kantaviin teräsrakenteisiin mitoituspaloista kohdistuvan paloaltistuksen aiheuttama lämpötilankehitys kohteen geometria- ja materiaalitietoihin perustuen. Tarkastelujen lähtötiedot ja tulokset ja tehdyt johtopäätökset dokumentoidaan muiden suunnittelijoiden jatkosuunnittelun lähtötiedoiksi, erityisesti rakennesuunnittelijaa ja sprinklerisuunnittelijaa varten.

Tulosraportissa esitetään myös, miten laskentaohjelmiston tarkasteluilla määritetyt lämpötilankehityksen tiedot yhdistetään Eurokoodi-mitoitukseen. Edellä mainitun FDS-palosimulointiohjelmiston simuloinneilla rakenteisiin kohdistuvaa lämpörasitusta mitataan esimerkiksi adiabaattisen pintalämpötilan mittareilla. Adiabaattinen pintalämpötila on virtuaalinen suure, joka on tapa kuvata pintaan kohdistuvaa lämpörasitusta yhdellä suureella. Adiabaattinen pintalämpötila on täydellisen eristeen pintalämpötila, joka ei ime tai menetä lämpöä ympäristöön. [34].

Mitoitusvaihtoehto 2 tarkoittaa, että tuotesertifikaatin haltija, rakennesuunnittelija ja sprinklerisuunnittelija suunnittelevat kantavien teräsrakenteiden aktiivisen palosuojauksen vesisprinklerijärjestelmällä toteutettavaksi. Suunnittelijoiden pätevyysvaatimus määräytyy kohteen vaativuuden mukaan [luvun 4.1](#) mukaisesti.

Tuotesertifikaatti sisältää haltijakohtaisen määrityksen soveltamisalaan sisältyvien kantavien

Mitoitusvaihtoehto 2

teräsrakenteiden aktiiviselle palosuojaukselle, jossa kaikki sprinklerisuuttimet toimivat eli luotettavuus on 100 %.

Tuotesertifikaatti ei huomioi:

- Kohdekohtaista mitoituspaloskenaarioiden ja mitoituspalojen määrittäminen.
- Paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § taulukkoa 4, koska sertifikaatti perustuu standardipalon mukaiseen paloskenaarioon.
- Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuuden ja sen riittävyyden määrittäminen riskianalyysillä. Huom. Sertifikaatin myöntäjältä on saatu tieto, että tämä tieto tullaan lisäämään sertifikaatteihin uusintavaiheessa.

Tuotesertifikaattiin liittyviä tietoja ei ole käytännön projekteissa esitetty rakentamislupamenettelyn yhteydessä, mutta kyseiset tiedot ovat saatavilla sertifikaatin haltijalta.

Tuotesertifikaattia käytettäessä vastaavan rakennesuunnittelijan on varmistettava, että kaikki sertifikaatin asettamat ehdot ovat voimassa.

4.4 Automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuustarkastelut

Tässä luvussa kuvataan automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuuden selvittämistä ja paloriskianalyysin hyödyntämistä laitteiston luotettavuuden riittävyyden arvioimisessa. On huomioitava, että riskianalyysi voidaan suorittaa monella tapaa ja tässä kuvataan vain eräs yksinkertainen menetelmä. Luvussa arvioidaan myös, voidaanko automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuustarkastelu/riskianalyysi joissain tilanteissa ja joidenkin ehtojen täytyessä jättää tekemättä.

4.4.1 Luotettavuuden osoittaminen riskianalyysillä

Tarkoitus ja periaatteet

Riskianalyysin tarkoituksena on tutkia, saavutetaanko suunnitellulla ratkaisulla paloturvallisuusasetuksen määrittämä turvallisuustaso vai onko kohteen turvallisuustaso jopa sitä parempi. Sallittuun turvallisuustasoon vertaava

tarkastelutapa sisältyy INSTA 950 -standardin [35] mukaisiin hyväksytyihin menetelmiin, joiden kelpoisuus on osoitettu. Riskianalyysin laatimisen ohjeita on esitetty myös INSTA 951 -standardissa [36].

Sallittuun turvallisuustasoon vertaamisen tavoitteena on selvittää, kuinka useasti tarkasteltavassa kohteessa tapahtuu tulipalo, joka kasvaa niin suureksi, ettei pelastuslaitos ehdi sitä ajoissa rajoittamaan, vaan rakennusta uhkaa sortuminen. Tässä luvussa esitetyssä riskianalyysissä oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi, että yhden palo-osaston käsittävä maksimivahinko eli koko palo-osaston rakenteiden tuho seuraa aina siinä tapauksessa, että palo ehtii kasvaa yli 15 MW suuruiseksi ennen palokunnan rajoitustoimia. Olettama on yksinkertaistus ja reilusti varmallalla puolella. Riskianalyysijä voidaan tehdä usealla eri tavalla ja erilaisilla olettamilla, mutta tässä esitetyllä riskianalyysillä päästään myös vertailukelpoisiin varmallalla puolella oleviin tuloksiin. Vertailukohteena käytetään saman käyttötarkoituksen rakennuskohdetta, joka toteutetaan paloturvallisuusasetuksen taulukkomitoituksen mukaisesti ilman automaattista sammutusjärjestelmää. Riskianalyysi sisältää molempien tapausten turvallisuustason määrittämisen yleensä tapahtumapuutarkasteluna ja tapahtumapuutarkasteluiden tulosten pohjalta määritetyt riskiluvut, joita verrataan toisiinsa ja tehdään johtopäätökset tarkasteltavan kohteen luotettavuustason riittävydestä. Riskianalyysin hyväksymiskriteeri on kaavamuodossa esitettynä kaavan (1) mukaisesti seuraava:

$$\textit{Tutkittavan kohteen riskiluku} \leq \textit{Asetuksen mukaisen vertailukohteen riskiluku} \quad (1)$$

Riskianalyysiin vaikuttavia rakennuksen käyttötarkoitukseen ja laajuuteen liittyviä ominaisuuksia ovat kiinteistön kokonaiskerrosala ja syttymistaajuus sekä suurimman palo-osaston pinta-ala. Rakennuksen paloteknisten laitteistojen ominaisuuksia, jotka voidaan ottaa huomioon riskianalyysissä ovat mm. alkusammutuksen onnistumistodennäköisyys, paloilmaisuuden onnistumistodennäköisyys ja automaattisen sammutuslaitteiston onnistumistodennäköisyys. Riskianalyysissä voidaan myös huomioida hätäkeskukseen kytketyn paloilmalaitteen vaikutus pelastuslaitoksen sammutusmahdollisuuksiin ja pelastuslaitoksen sammutustoiminnan onnistumistodennäköisyys.

Riskianalyysin laatimiseen liittyen on tärkeää huomata, että mitä suurempi on tarkasteltava palo-osastokoko, sitä suurempi on palo-osaston alueella tapahtuva kantavien rakenteiden sortumista aiheuttava riski, kun automaattista sammutuslaitteistoa käytetään kantavien teräsrakenteiden palosuojaukseen tai osana kantavien teräsrakenteiden toiminnallista palomitoitusta. Näin ollen riskianalyysi tulisi laatia sitä tarkemmin ja laajemmin, mitä suurempi riski on kyseessä. Riskianalyysille tulee tehdä myös herkkyystarkastelut tarvittavassa laajuudessa.

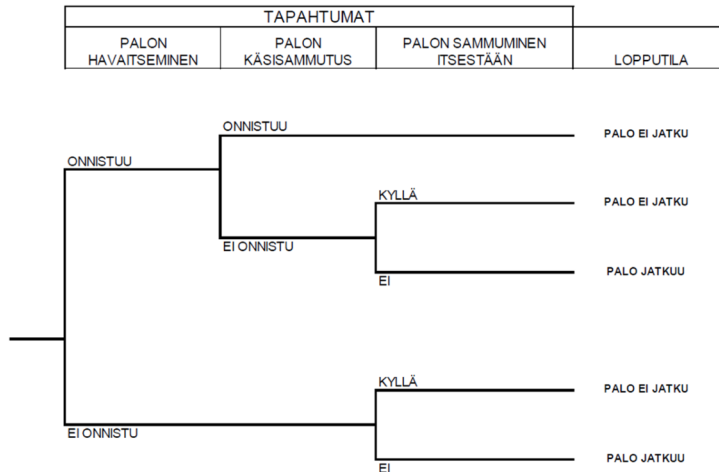
Kun riskianalyysin laatiminen perustuu varmallalla puolella oleviin asiantuntija-arvioihin, ei tarkastelussa tarvitse välttämättä käyttää kehittyneempiä menetelmiä kuten Monte Carlo-menetelmää tai ajasta riippuvia tapahtumapuita. Näistä menetelmistä voi lukea lisää esimerkiksi lähteessä [37].

Tapahtumapuun- ja vikapuutarkastelut

Tapahtumapuutarkastelussa esitetään onnettomuustilanteen eli tässä tapauksessa tulipalon aikaisten tapahtumien ketju. Tapahtumapuun alkutapahtumina ovat tarkasteltavassa tilassa esiintyvät syttymät. Tapahtumapuussa huomioidaan palotilanteen kehittymiseen vaikuttavat rakennuksen palotekniset laitteistot ja niiden toiminnan onnistumis- ja epäonnistumistodennäköisyydet eli kunkin turvallisuustoiminnon luotettavuus. Jokainen toisiaan seuraava tapahtuma jaetaan kahteen haaraan: tapahtuma toteutuu (=kyllä) ja tapahtuma ei toteudu (=ei). Turvallisuustoimintojen vikojen tai toimimattomuuden kautta päädytään epätoivottuun seuraukseen, joka paloriskianalysissä tarkoittaa kantavan rakenteen sortumisuhkaa palon seurauksena. Palotilanteen kunkin tapahtumaketjun todennäköisyys lasketaan noudattaen tapatumapuumallin logiikkaa ja todennäköisyyslaskun sääntöjä. Turvallisuustoiminnon luotettavuus arvioidaan yleensä tilastotietoihin perustuen. Paloteknisten laitteistojen luotettavuus voidaan määrittää myös vikapuutarkasteluna. [38] [39]

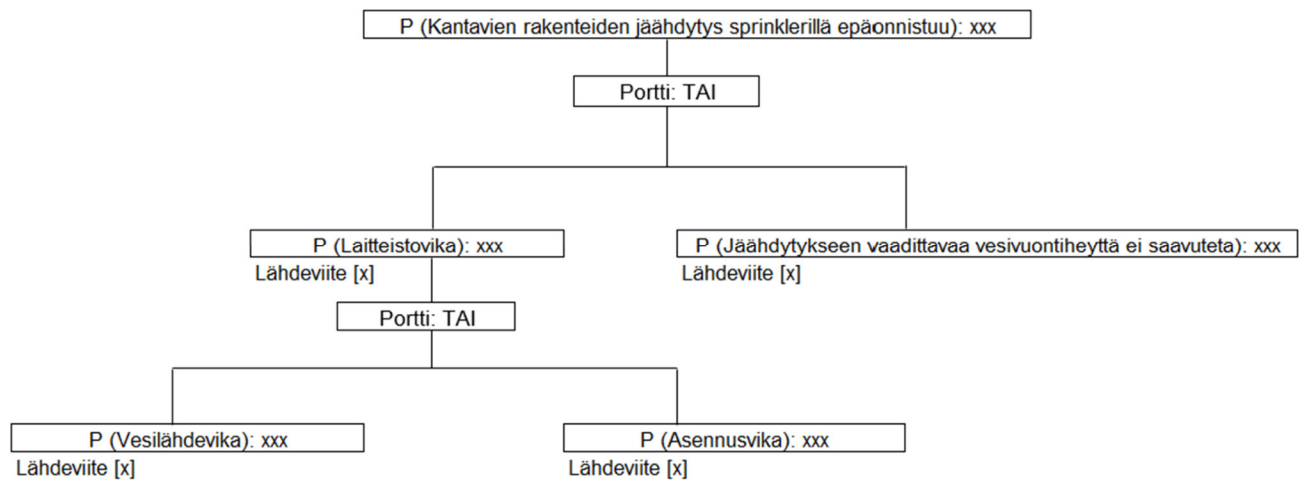
Vikapuu on graafinen malli tarkasteltavan laitteiston tai muun tarkasteltavan huipputapahtuman luotettavuuden määrittämiseksi. Vikapuutarkastelussa tutkittavaan huipputapahtumaan johtavat tapahtumat kuten komponenttien viat, inhimilliset virheet ja muut vaikuttavat seikat kytketään huipputapahtumaan syy-seuraussuhteiden kautta porttysymbolien välityksellä. Vikapuun portit ovat JA-portteja tai TAI-portteja siten, että JA-portit kuvaavat ehtoa, jossa seuraustapahtuma edellyttää molempien syytapahtumien toteutumista, ja TAI-portit kuvaavat ehtoa, jossa jommankumman syytapahtuman toteutuminen riittää seuraustapahtuman toteutumiseen. Vikapuutarkastelun laatimiseen tarvitaan sen laatijalta riittävän hyvää ymmärrystä tarkasteltavasta järjestelmästä ja vikaantumismekanismeista ja lähtökohtana ovat yleensä laitteiston järjestelmäkaaviot ja toimintakuvaukset. Laitteiston tai muun huipputapahtuman epäonnistumis- ja onnistumistodennäköisyydet lasketaan noudattaen vikapuumallin logiikkaa ja todennäköisyyslaskun sääntöjä. [38] [39]

Kuvassa 3 on esitetty yksi esimerkki palotilanteen tapahtumapuun rakenteesta kirjallisuuslähteestä [37] ja kuvassa 4 yksinkertaistettu kuvitteellinen esimerkki vikapuusta kantavien rakenteiden sprinklerilaitteistolla tapahtuvan jäähdytyksen epäonnistumistodennäköisyyden määrittämiseksi. Tässä yhteydessä korostetaan, että kuvat 3 ja 4 eivät kuvaa todellisen mitoitustilanteen tietoja, vaan ovat pelkästään esimerkkejä tapahtumapuun- ja vikapuutarkasteista ohjeen lukijalle. Kuvan 3 tapatumapuun esimerkissä tulee tapatumaketjujen tapahtumien ja haarojen lisäksi esittää kunkin haaran onnistumis- tai epäonnistumistodennäköisyys. Kuvan 3 tapahtumapuussa ei ole mukana sprinklerilaitteistoa.



Kuva 3. Esimerkki tapahtumapuun rakenteesta [37]

Kirjallisuuslähteessä [40] on esitetty useita eri sprinklerilaitteistojen kokoonpanoille soveltuvia vikapuutarkastelumalleja, joiden perusteella voidaan laskea tapahtumapuulaskennassa tarvittavat luotettavuusarvot sprinklerilaitteistolle. Sprinklerilaitteiston luotettavuuden arvioinnista kirjallisuuden perusteella on kerrottu lisää jäljempänä kohdassa ”Sprinklerilaitteiston luotettavuuden arviointi”.



Kuva 4. Esimerkki kuvitteellisesta yksinkertaisesta vikapuusta, jossa määritetään epäonnistumistodennäköisyys kantavien rakenteiden jäähdytykselle sprinklerillä

Pelastuslaitoksen sammutustoiminnan alkamisajankohdan arviointi

Kirjallisuuslähteessä [41] on tutkittu pelastuslaitoksen saatavuuden merkitystä rakennuksen paloriskitarkastelussa ja esitetty menetelmä, jonka mukaisesti pelastuslaitoksen toiminta voidaan ottaa huomioon kohteen paloteknisessä toiminnallisessa suunnittelussa. Lähteessä [41] on myös arvioitu, että pelastusyksikön ensimmäisen sammutusparin sammutusvesi riittää yleensä paloteholtaan 15 MW:n suuruisen palon sammuttamiseen. Tätä karkeaa arviota voidaan pitää suuntaa antavana palokunnan epäonnistumiselle.

Pelastuslaitoksen tehokkaan sammutustoiminnan alkamisaika (eli aika, joka pelastuslaitokselta vaaditaan, että se on sammutusvalmiudessa kohteessa), arvioidaan yleensä tilastotietoihin perustuen. Soveltuvia tilastotietoja esitetään VTT:n julkaisussa *Paloriskin arvioinnin tilastopohjaiset tiedot* [42] ja tilastojen viimeisimmät päivitettyt tiedot SPEK-julkaisuna *Paloriskin tilastopohjaisten tietojen päivitys* [43]. SPEK-julkaisussa esitetään tuoreimmat tilastotiedot pelastuslaitoksittain ensimmäisen yksikön toimintavalmiusajoista perustuen vuosina 2014-2020 toteutuneisiin ja tilastoituuihin toimintavalmiusaikoihin. Nämä tiedot on esitetty paitsi pelastuslaitoksittain myös riskialueittain jaoteltuna. Riskialuekohtaisia riskiluokkia on neljä, joista korkein riski on riskialueella I ja matalin riski on riskialueella IV. Luokitus mahdollistaa sen, että pelastuslaitoksen toiminnan alkamisajan arvioinnissa voidaan käyttää kohteen sijainnin mukaiselta riskialueelta tilastoituja tietoja, jolloin analyysi on tarkempi, kuin jos käytettäisiin pelastuslaitoskohtaisia keskimääräisiä tilastotietoja.

Jos on tarvetta, voidaan tarkasteluun sisällyttää lisävarmuutta tai tehdä herkkyysanalyysi, jolla huomioidaan pelastuslaitoksen sammutustoiminnan aloitusajassa tapahtuvat mahdolliset muutokset mm. toimintavalmiusajan muutoksista aiheutuen. Tällaisia muutoksia voivat olla esimerkiksi pelastuslaitosrakennuksen sijainnin muuttuminen. Jos tutkittavan rakennuskohteen sijainti pysyy kuitenkin samana, oletettavasti myös sen sijainti paikallisen pelastuslaitoksen tietyllä riskialueella pysyy muuttumattomana. Tällöin muutokset pelastuslaitoksen sammutustoiminnan aloitusajassa eivät yleensä ole merkittäviä.

Pelastuslaitoksen sammutustoiminnan alkamisajan arvioimisessa tulee huomioida myös tarkasteltavan rakennuskohteen käyttö- ja aukioloajat, jolloin esimerkiksi rakennuksen kiinnioloaikana paloilmoittimella palon havaitsemisessa on erittäin suuri vaikutus myös sammutustoiminnan alkamisaikaan. Aiheesta voi lukea lisää esimerkiksi lähteestä [37].

Palon kehittymisnopeus

Palotapahtumien kehittymisen arviointi perustuu tilan käyttötarkoitukseen ja tilassa olevan palokuorman määrään, sijaintiin ja jakautumiseen tilassa sekä tilassa olevien palavien materiaalien palo-ominaisuuksiin. Tilassa todennäköisesti esiintyvien palotilanteiden palonkehittymisnopeuden arviointi on yksi tärkeimmistä riskianalyysiin vaikuttavista tiedoista, koska eri palavilla materiaaleilla on erilainen palon kehittymisnopeus.

Riskianalyysissä tutkittavan tilan todennäköisten mitoituspalojen palonkehittymisnopeus arvioidaan käyttämällä hitaiden, tavanomaisten, nopeiden ja erittäin nopeiden t²-palojen jakaumia. Näissä jakaumissa palotehon oletetaan kasvavan kaavan (2) mukaisesti:

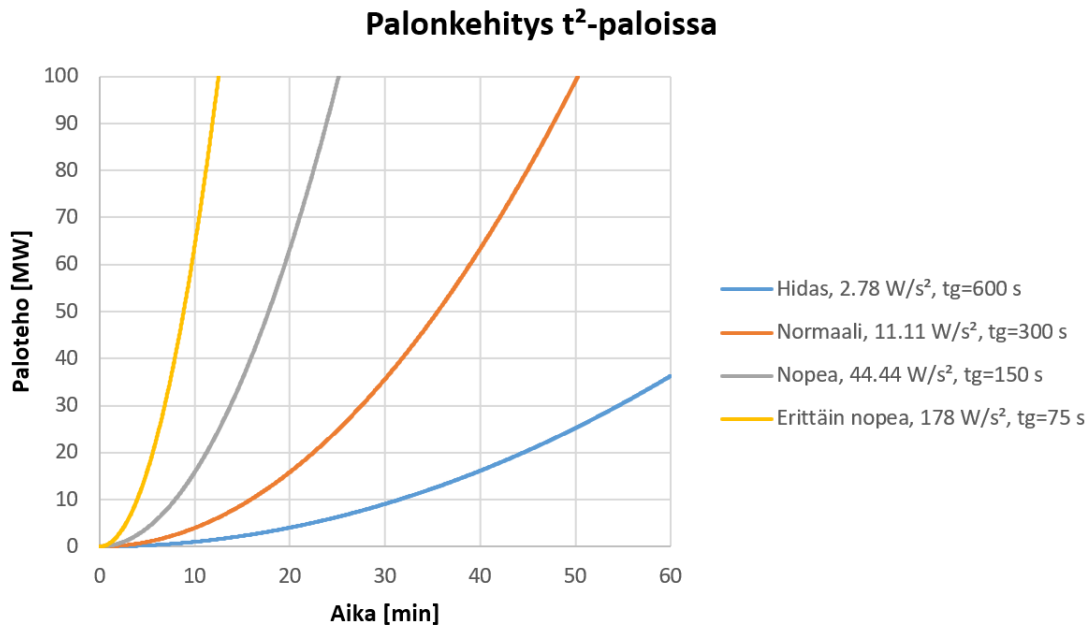
$$\dot{Q}(t) = 1000 \text{ kW} \times \left(\frac{t}{t_g}\right)^2 \quad (2)$$

missä $\dot{Q}(t)$ on paloteho ajanhetkellä t, ja t_g on palotehon kasvuaikavakio [33].

Kasvuajan t_g ja kasvukertoimen α välinen yhteys on esitetty kaavassa (3):

$$\alpha = \frac{1000 \text{ kW}}{t_g^2} \quad (3)$$

Eri kasvunopeuksilla kehittyvien palojen jaottelua neljään luokkaan on havainnollistettu kuvassa 5 lähteiden [44] ja [33] mukaisesti siten, että luokitusperusteena on kasvuaika 1000 kW palotehon saavuttamiseen ja kasvuaikavakioilla arvot 75 s, 150 s, 300 s ja 600 s. Klassisesti on käytetty myös palotehoa 1055 kW (1000 Btu/s).



Kuva 5. Palonkehitys aika-paloteho-kuvaaja eri nopeudella kehittyvissä t²-paloissa [44] [33]

Kunkin mitoituspalon jakauma voidaan määrittää kohdekohtaisesti perusteltuna asiantuntija-arviona. Kirjallisuuslähteessä [38] on esitetty joitain esimerkkejä tällaisista asiantuntija-arvioista eri käyttötarkoituksen mukaisille rakennuksille. Yksi esimerkki eri nopeuksilla kehittyvien palojen osuuksista liiketilan mitoituspaloissa on esitetty tämän luvun esimerkkitapauksen tapahtumapuissa, joissa 15 % paloista on hitaita, 40 % tavanomaisia, 40 % nopeita ja 5 % erittäin nopeasti kehittyviä paloja.

Sprinklerilaitteiston luotettavuuden arviointi

Palomitoitusohjeen lähtökohtana on pääsääntöisesti, että sprinklerilaitteisto, jota käytetään kantavien rakenteiden aktiiviseen palosuojaukseen, suunnitellaan sovellettavan eurooppalaisen EN-standardin mukaan. Perusteluna todetaan, että kantavien teräsrakenteiden passiivinen palosuojaus perustuu sovellettaviin EN-standardeihin ja niissä esitettyihin määritystapoihin, joita ovat Eurokoodi-standardin EN 1993-1-2 mukainen palosuojauksen laskennallinen määrittäminen tai palosuojauksen määrittäminen testaamalla EN 13381-standardisarjan mukaan. Kantavien teräsrakenteiden palosuojauksen määrittämiseen soveltuvia testausstandardeja ovat esimerkiksi EN 13381-4 [45] ja EN 13381-8 [46].

Palomitoitusohjeen lähtökohtana on pääsääntöisesti myös, että sprinklerilaitteisto, jonka vaikutus otetaan toiminnallisessa palomitoituksessa huomioon kantavan teräsrakenteen hitaampana lämpötilannousuna tai jäähtymisenä, suunnitellaan sovellettavan eurooppalaisen EN-standardin mukaan. Perusteluna todetaan, että toiminnallinen palomitoitus on yksi rakenteellisen teräskokoonpanon kantavuuden mitoitustapa Suomessa voimassa olevan Eurokoodi-mitoitusmenetelmän mukaisesti. [28]

Soveltuva standardi sprinklerilaitteiston suunnitteluun ja asennuksen sekä kunnossapitoon on *SFS-EN 12845 Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto* [29]. Palomitoitusohjeen laatimishetkellä kyseisen standardin voimassa oleva versio on SFS-EN 12845:2015+A1:2019 [29].

Standardin EN 12845 noudattamisen lisäksi sprinklerilaitteiston suunnittelussa voidaan noudattaa muitakin sprinklerisuunnittelustandardeja (ns. sprinklerisääntöjä) ja muita sovellettavia lisäsääntöjä (esimerkiksi tuotesertifikaatissa esitettyjä sprinklerilaitteiston suunnittelu-ehdoja) edellyttäen, että ne eivät ole ristiriidassa standardin EN 12845 kanssa eikä niiden mukaan suunniteltaessa sprinklerilaitteiston luotettavuutta ja toiminnallisuutta heikennetä. Standardin EN 12845 mukaan tehdyn suunnittelun lisänä käytettävän muun sprinklerisäännön soveltaminen tulee perustella. Perustelu esitetylle mitoitusehdolle on se, että eri sprinklerisäännöissä on eroja, joten vähimmäisvaatimustaso sprinklerilaitteistolle suositellaan asetettavaksi standardin EN 12845 mukaiseksi.

On kuitenkin huomioitava, että harkinnan mukaan joissakin tilanteissa ja toiminnallista palomitoitusta apuna käyttäen on mahdollista suunnitella sprinklerilaitteisto myös vastaavien muiden sprinklerilaitteiston suunnittelua koskevien ohjeiden (esim. NFPA) mukaan eikä ainoastaan vain standardin EN 12845 mukaisesti, vaikka standardin EN 12845 vaatimukset ei kaikilta osin täytyisikään. Tällaiset tilanteet edellyttävät palosuunnittelijalta PV tason pätevyyttä palosuunnittelussa.

Sprinklerilaitteiston toiminnan luotettavuus määritetään yleensä vikapuutarkastelulla. Karkeampi ja yksinkertaisempi tapa on käyttää sprinklerisammutuksen onnistumistodennäköisyytenä kirjallisuudesta saatuja todennäköisyyksiä.

Rakennusten automaattisten sprinklerilaitteistojen luotettavuutta on tutkittu esimerkiksi Tampereen yliopiston diplomityössä *Rakennusten automaattisten sprinklerilaitteistojen luotettavuus* [47] Pronto-järjestelmän (pelastustoimen resurssi- ja tietojärjestelmän) aineiston pohjalta. Diplomityössä tarkasteltiin vuosina 1996–2016 Suomessa tapahtuneiden sprinklerilaitteistolla yleissuojattujen rakennusten tulipaloja. Näiden tietojen pohjalta tutkimuksessa päädyttiin sprinklerin luotettavuusarvioon 98,1 %. Tutkimuksen tulos sprinklerin epäonnistumisen todennäköisyydelle oli näin ollen 1,9 %. Syitä sprinklerin toimimattomuudelle oli useita, joista joitakin on lueteltu alla:

- Teollisuusrakennuksissa laitteiston toimimattomuuden syitä olivat sprinkleriputkiston jäätyminen, laitteiston poissa päältä olo edellisen palotapahtuman vuoksi puuttuneen sprinklerisuuttimen jäljiltä, käynnissä olevat purkutyöt, sekä ohjauskaapelin katkeaminen ennen sprinklerin laukeamista.
- Ravintoloissa laitteiston toimimattomuuden syynä oli lian ja rasvan peitossa ollut sprinklerisuutin.
- Vanhainkodissa laitteiston toimimattomuuden syynä oli varavoiman puuttuminen ja sähkönsyötön katkeaminen palon kehittyessä sähköpääkeskuksessa.
- Pysäköintihallissa toimimattomuuden syynä oli suljettu märkäventtiili, joka johtui putkien kuivatuksesta jäätyneen vuoksi. [47]

Riskilukuun vaikuttavat tekijät

Riskianalyysin tapahtumapuiden lopputulosten perusteella määritetään palotapahtumaa vastaava tapahtumataajuus eli tieto, kuinka monen vuoden välein kyseinen palotapahtuma toteutuu niin, että pelastuslaitos ei saa paloa hallintaansa. Riskiluku on lukuarvo, joka saadaan jakamalla tarkasteltavan palo-osaston pinta-ala palotapahtumataajuudella. Mitä suurempi kohteen riskiluku on, sitä suurempi on sen riskitaso ja sitä pienempi on tarkasteltavan tilan tai rakennuksen turvallisuustaso.

Kun tarkasteltavan kohteen ja vertailukohteen lähtötiedot ovat samat palon havaitsemisajan, alkusammutuksen onnistumistodennäköisyyden ja palojen kasvunopeuden jakauman osalta ja lisäksi vertailtavien kohteiden todennäköisyys sille, että pelastuslaitos ehtii palopaikalle ennen palon kasvamista yli 15 MW palotehoon, on sama, ovat ainoat merkitykselliset muuttujat riskiluvun määrittämisessä sprinklerisuojausten onnistumistodennäköisyys, tarkasteltavan palo-osaston koko ja syttymistäajuustiheyden laskennassa käytetyt Barrois'n kaavan parametrit [43]. Kun huomioidaan luvun 3.1.1 kaava, nämä korrelaatiot voidaan esittää kaavojen (4) ja (5) muodossa seuraavasti:

$$\frac{\text{Palo-osaston pinta-ala (K1)}}{\text{Sammutustoiminta epäonnistuu (K1)}} \leq \frac{\text{Palo-osaston pinta-ala (K2)}}{\text{Sammutustoiminta epäonnistuu (K2)}} \quad (4)$$

~

$$A(\text{Kohde 1})^2 * STT(\text{Kohde 1}) * P(\text{Sprk epäonnistuu}) \leq A(\text{Kohde 2})^2 * STT(\text{Kohde 2}) \quad (5)$$

missä	K 1	= kohde 1 eli tutkittava sprinklattu kohde
	K 2	= kohde 2 eli vertailukohde paloturvallisuusasetuksen mukaan mitoitettuna
	A (Kohde 1)	= tarkasteltavan palo-osaston pinta-ala (kohde 1)
	A (Kohde 2)	= vertailukohteen palo-osaston pinta-ala (kohde 2)
	STT	= syttymistäajuustiheys kirjallisuuslähteen [43] mukaan määritettynä (kohteelle 1 tai kohteelle 2)

Näiden kaavojen (4) ja (5) avulla voidaan erittäin karkealla tasolla alustavasti arvioida tutkittavan kohteen muodostamaa paloriskiä, kun tiedetään tarkasteltavan palo-osaston pinta-ala ja sprinklerin toiminnan luotettavuus. Tämä karkea analyysi ei kuitenkaan huomioi mm. hätäkeskukseen kytketyn paloilmioittimen vaikutusta, rakennuksen auki- ja kiinnioloaikojen vaikutusta palon havaitsemisajan pitenemiseen tai eroja pelastuslaitoksen toiminnan aloitusajassa vertailtavien kohteiden välillä. Palon havaitsemisen ajankohta voidaan huomioida esim. varmalla puolella olevana asiantuntija-arviona tapahtumapuutarkastelussa. Auki- ja kiinnioloajat voidaan huomioida puolestaan erillisillä tapahtumapuilla.

Esimerkkitapaus liiketilan riskianalysistä

Esimerkkinä tapahtumapuutarkasteluna toteutetusta riskianalysistä esitetään kuvitteellisen 8000 m² kokoisen liiketilan todennäköisten palotapahtumien tapahtumapuut. Liiketila on yhtä palo-osastoa. Liiketilan paloturvallisuutta on parannettu varustamalla se automaattisella sammutuslaitteistolla (luotettavuus 98 %), johon liittyvä paloilmoitinlaitteisto välittää automaattisesti hälytyksen pelastuslaitokselle. Pelastuslaitoksen tehokkaan sammutustoiminnan alkamisaikaa on arvioitu tilastoituihin toimintavalmiusaikoihin perustuen, ottaen huomioon myös kohteen todellinen etäisyys pelastuslaitoksesta ja ilmoitus- ja hälytysajat. Tässä kuvitteellisessa yksinkertaistetussa esimerkissä ei ole huomioitu liiketilan aukioloajasta johtuvia vaihteluita pelastuslaitoksen sammutustoiminnan alkamisaikaan. Uhkaava palo määritetään tapahtumapuiden haaroista, joiden mukaan pelastuslaitos ei saa paloa hallintaan.

Vertailukohteena on asetuksen taulukkomitoituksen mukaisesti toteutettu 8000 m² liiketila, joka on jaettu enintään 2400 m² kokosiin palo-osastoihin. Liiketilaa ei ole varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla eikä kohteessa siten vaadita myöskään hätäkeskukseen kytkettyä paloilmoitinta. Myös vertailutapaukselle määritetään tapahtumapuut ja riskiluku. Vertailun lähtökohdaksi otetaan määräysten mukainen kohteen suurin sprinklaamaton 2400 m² palo-osasto. Valitsemalla vertailukohde näin täytetään asetuksen yhdeltä palo-osastolta edellytetty turvallisuustaso. Oletuksena on, että palokunta saa rajattua palon vahingot yhteen palo-osastoon ja jatkuva sortuma on estetty. Mikäli sallitusta ratkaisusta otettaisiin vertailuun mukaan niin monta palo-osastoa kuin tarkasteltavan kohteen suuren palo-osaston pinta-alaan mahtuu eli tässä tapauksessa (kolme 2400 m² palo-osastoa ja yksi 800 m² palo-osasto, joiden yhteisala on 8000 m²), olisi vertailukriteeri huomattavasti löysemällä tasolla. Sen vuoksi yhtä suurta palo-osastoa ei tule verrata rakennukseen, joka koostuu monesta eri palo-osastosta vaan sallittuun suurimpaan palo-osastoon. Tässä ei siis tutkita koko rakennuksen sallittua turvallisuustasoa vaan palo-osastokohtaista turvallisuustasoa, mikä on kriteereistä kriittisin. Huomioitavaa on, että sprinklerisuojatut rakenteet sijaitsevat yleensä suurissa palo-osastoissa. Mikäli kohteessa on myös pienempiä palo-osastoja, joissa on sprinklerisuojatut rakenteita, täyttävät ne yleensä poikkeuksetta asetuksen vaatimustason, mikäli vaatimustaso täyttyy tarkasteltavan kohteen suurimmassa palo-osastossa. *Huomioitavaa on, että myös koko kohteen paloriski voidaan laskea summaamalla kaikkien palo-osastojen riskit yhteen. Rajoittavimmaksi muodostuu kuitenkin suurin sallittu palo-osasto riskejä arvioitaessa. Yhdelle palo-osastolle sallitut riskit voidaan laskea asetuksen taulukon 5 perusteella.*

Kuvissa 6 ja 7 esitettyjen esimerkkitapausten tapahtumapuista ja riskilukujen tuloksista nähdään, että automaattisella sammutusjärjestelmällä varustetun kohteen paloturvallisuustaso on huomattavasti paloturvallisuusasetuksen taulukkoarvojen mukaista sprinklaamatonta palo-osastoa parempi, vaikka liiketila muodostaa selvästi isomman palo-osastokoon. Tämä johtopäätös voidaan tehdä, koska tutkittavalle liiketilalle määritetty riskiluku on selvästi pienempi kuin vertailukohteella.

2400 m ² palo-osasto, ei sprinklausta			Liiketila	Alkusammutus epäonnistuu [kerran X vuodessa]	Palokunta epäonnistuu palon saamisessa hallintaan [kerran X vuodessa]
Pinta-ala [m ²]	Palo-osaston syttymistäajustiheys [1/m ² a]		Vakiintunut syttymä [kerran X vuodessa]		
					KYLLÄ 15 MW:n palotehon saavuttamiseen 0.001 740056 39 min aikaa P(palokunta epäonnistuu)=0.001
Hidas palo				KYLLÄ 0.58	
Kasvukerroin	2,78	W/s2		740	
Palo-osasto	2400	m2		P(alkusammutus epäonnistuu)=0.58	P(palokunta onnistuu)=0.999
Palojen osuus	15 %		KYLLÄ		741
	360	0.000006471498	429		0.999
	= 1 / (pinta-ala x syttymistäajustiheys)			P(alkusammutus onnistuu)=0.42	
				1022	
				0.42	
				Ei	
2400 m ² palo-osasto, ei sprinklausta			Liiketila	Alkusammutus epäonnistuu [kerran X vuodessa]	Palokunta epäonnistuu palon saamisessa hallintaan [kerran X vuodessa]
Pinta-ala [m ²]	Palo-osaston syttymistäajustiheys [1/m ² a]		Vakiintunut syttymä [kerran X vuodessa]		
					KYLLÄ 15 MW:n palotehon saavuttamiseen 0.036 7709 19 min aikaa P(palokunta epäonnistuu)=0.036
Tavanomainen palo				KYLLÄ 0.58	
Kasvukerroin	11,11	W/s2		278	
Palo-osasto	2400	m2		P(alkusammutus epäonnistuu)=0.58	P(palokunta onnistuu)=0.964
Palojen osuus	40 %		KYLLÄ		288
	960	0.000006471498	161		0.964
	= 1 / (pinta-ala x syttymistäajustiheys)			P(alkusammutus onnistuu)=0.42	
				383	
				0.42	
				Ei	
2400 m ² palo-osasto, ei sprinklausta			Liiketila	Alkusammutus epäonnistuu [kerran X vuodessa]	Palokunta epäonnistuu palon saamisessa hallintaan [kerran X vuodessa]
Pinta-ala [m ²]	Palo-osaston syttymistäajustiheys [1/m ² a]		Vakiintunut syttymä [kerran X vuodessa]		
					KYLLÄ 15 MW:n palotehon saavuttamiseen 0.655 424 9,7 min aikaa P(palokunta epäonnistuu)=0.655
Nopea palo				KYLLÄ 0.58	
Kasvukerroin	44,44	W/s2		278	
Palo-osasto	2400	m2		P(alkusammutus epäonnistuu)=0.58	P(palokunta onnistuu)=0.345
Palojen osuus	40 %		KYLLÄ		804
	960	0.000006471498	161		0.345
	= 1 / (pinta-ala x syttymistäajustiheys)			P(alkusammutus onnistuu)=0.42	
				383	
				0.42	
				Ei	
2400 m ² palo-osasto, ei sprinklausta			Liiketila	Alkusammutus epäonnistuu [kerran X vuodessa]	Palokunta epäonnistuu palon saamisessa hallintaan [kerran X vuodessa]
Pinta-ala [m ²]	Palo-osaston syttymistäajustiheys [1/m ² a]		Vakiintunut syttymä [kerran X vuodessa]		
					KYLLÄ 15 MW:n palotehon saavuttamiseen 0.999 2222 4,8 min aikaa P(palokunta epäonnistuu)=0.999
Erittäin nopea palo				KYLLÄ 0.58	
Kasvukerroin	178	W/s2		2220	
Palo-osasto	2400	m2		P(alkusammutus epäonnistuu)=0.58	P(palokunta onnistuu)=0.001
Palojen osuus	5 %		KYLLÄ		2220168
	120	0.000006471498	1288		0.001
	= 1 / (pinta-ala x syttymistäajustiheys)			P(alkusammutus onnistuu)=0.42	
				3066	
				0.42	
				Ei	
Alkusammutus epäonnistuu kerran					111 vuodessa
Palokunta ei saa paloa hallintaan kerran					340 vuodessa
Palo-osaston riskiluku				7.06	

Kuva 7. Taulukkomitoituksen mukaisen vertailukohteen tapahtumapuut ja riskiluku

4.4.2 Muut soveltamisohjeet

Luvussa arvioidaan, voidaanko automaattisen sammutuslaitteiston luotettavuustarkastelu joissain tilanteissa ja joidenkin ehtojen täytyessä jättää tekemättä, kun tarkastellaan kantavia teräsrakenteita ja rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

[Luvussa 4.4.1](#) on todettu perustellusti, että mitä suurempi on tarkasteltava palo-osastokoko, sitä suurempi on palo-osaston alueella tapahtuvan kantavien rakenteiden sortumisesta aiheutuva riski, kun automaattista sammutuslaitteistoa käytetään kantavien teräsrakenteiden palosuojaukseen tai osana kantavien teräsrakenteiden toiminnallista palomitoitusta. Tästä seuraa, että kokemukseräisesti voidaan esittää seuraava riittävän varmallalla puolella oleva asiantuntija-arvio (korostettu sinisellä tekstillä):

Tavanomaisissa 1-kerroksisissa P2 ja P3- luokan rakennuskohteissa enintään 2400 m² kokoisilla palo-osastoilla luotettavuustarkastelua ei välttämättä aina vaadita, kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla ja palo-osaston kantavat teräsrakenteet palosuojataan kyseisellä laitteistolla. Riskitarkastelua ei myöskään ole välttämätöntä tehdä, mikäli vastaavan kohteen palo-osaston kantavien sprinklerisuojuuttujen teräsrakenteiden palomitoitus on tehty toiminnallisella palomitoituksella. Näin sen vuoksi, että mikäli syttymistaajuus ei ole poikkeuksellisen suuri tai palokuorma paljon normaalia palovaarallisempaa, saataisiin 2400 m² palo-osastoja keskenään vertaamalla parempi tulos aina tilanteessa, jossa palo-osasto on sprinklerisuojuuttu. Käytännön kokemuksena voidaan myös mainita, että hyvin usein edellä kuvatun kaltainen riskianalyysi antaa hyväksyttäviä tuloksia palo-osastoille, joiden pinta-ala on alle 5000 m² ja jopa 10000 m². Riskianalyysi voidaan saada perustasolla läpi hyväksyttävien tuloksin vielä jopa 20000 m² kohteessa. Todettakoon kuitenkin, että mitä suuremmaksi palo-osastokoko kasvaa suunnittelun kohteena olevassa rakennuksessa, sitä tarkemman riskianalyysin ja sprinklerin luotettavuuslaskelman kohde vaatii tehtäväksi tapauksessa, jossa rakenteita suojataan sprinklauksella.

4.5 Kantavan rakenteen palotilanteen tarkastelut standardin EN 1993-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaan

Vaihtoehtoiset mitoitusmenettelyt kantavan teräsrakenteen mekaanisten rasiusten tarkasteluille ovat:

1. Automaattisella sammutuslaitteistolla varustetun rakennuksen paloturvallisuussuunnittelussa käytetään oletettuun palonkehitykseen perustuvaa toiminnallista palomitoitusta paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § mukaan kantavan teräsrakenteen lämpötilankehityksen määrittämiseksi. Saadut tulokset ovat lähtötietoja standardien EN 1991-1-2 ja EN 1993-1-2 sekä niiden kansallisten liitteiden mukaiselle rakenteen mekaanisen toiminnan laskennalle huomioiden [luvussa 4.2](#) esitetyt mitoituseriaatteet.

2. Lämpötilankehitys määritetään markkinoilla olevaan vapaaehtoiseen tuotesertifikaattiin perustuen.

Mitoitusvaihtoehto 1

Mitoitusperiaatteet ovat seuraavat:

- Rakennesuunnittelija saa rakennetarkasteluiden lähtötiedoksi paloturvallisuussuunnittelijan määrittämät kantavien teräsrakenteiden lämpötilat, jotka aiheutuvat paloaltistuksesta mitoituspaloille.
- Rakennesuunnittelija tekee palotilanteen mekaanisten kuormien murtorajatilatarkastelut noudattaen standardien EN 1991-1-2 ja EN 1993-1-2 ja näiden kansallisten liitteiden laskentamenetelmiä ja ympäristöministeriön laatimia täydentäviä ohjeita. Mitoitusperiaatteet on esitetty [luvussa 4.4](#). Suunnittelija valitsee yhteistyössä paloturvallisuussuunnittelijan kanssa sovellettavan menetelmän, joka voi olla rakennusosakohtainen tarkastelu, rakenteen osien tarkastelu tai kokonaistarkastelu.
- Rakennesuunnittelijalla tulee olla suunnittelutehtävän vaativuuteen nähden riittävä pätevyys [luvun 4.1](#) mukaisesti.

Mitoitusvaihtoehto 2

Mitoitusperiaatteet ovat seuraavat:

- Rakennesuunnittelija saa rakennetarkasteluiden lähtötiedoksi tuotesertifikaatin, joka koskee vesisprinklerijärjestelmällä palosuojattuja kantavia teräsrakenteita. Kantavien teräsrakenteiden suunnittelu ja valmistus sekä palosuojauksena toimivan automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelu ja asennus tehdään noudattaen tuotesertifikaatissa esitettyjä mitoitusehtoja teräsrakenteille ja sprinklerille sekä mahdollisia muita rajoituksia.
- Tuotesertifikaatin soveltaminen johtaa yleensä siihen, että kantavien teräsrakenteiden palotilanteen tarkastelut eivät tule mitoittavaksi, vaan rakenteet mitoitetaan Eurokoodin normaalilämpötilatarkastelujen mukaan.

Rakennesuunnittelija tekee myös palotilanteen mekaanisten kuormien murtorajatilatarkastelut noudattaen standardien EN 1991-1-2 ja EN 1993-1-2 ja näiden kansallisten liitteiden laskentamenetelmiä ja ympäristöministeriön laatimia täydentäviä ohjeita. Mitoitusperiaatteet on esitetty [luvussa 4.4](#). Suunnittelija valitsee yhteistyössä paloturvallisuussuunnittelijan kanssa sovellettavan menetelmän, joka voi olla rakennusosakohtainen tarkastelu, rakenteen osien tarkastelu tai kokonaistarkastelu.

- Rakennesuunnittelijalla tulee olla suunnittelutehtävän vaativuuteen nähden riittävä pätevyys [luvun 4.1](#) mukaisesti.

4.6 Automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelu ja toteutus

Luvussa esitetään automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelua koskevat vaatimukset vaihtoehtoisille kantavan teräsrakenteen palomitoitusmenettelyille, kun rakennus varustetaan tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla ja automaattinen sammutuslaitteisto huomioidaan kantavan teräsrakenteen palomitoituksessa. Luvussa esitetään myös automaattisen sammutuslaitteiston toteutusta koskevat vaatimukset.

Vaihtoehtoiset mitoitukset ovat:

1. Oletettuun palonkehitykseen perustuva toiminnallinen palomitoitus paloturvallisuusasetuksen pykälän 13 § mukaan.
2. Lämpötilankehitys määritetään markkinoilla olevaan vapaaehtoiseen tuotesertifikaattiin perustuen.

Mitoitusvaihtoehto 1

Suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat seikat:

- Sprinklerisuunnittelijan on selvitettävä vastuulliselta paloturvallisuussuunnittelijalta riskianalyysin ja/tai palosimulointien vaatimat tiedot ja kuvaus, miten toiminnallinen palomitoitus ja sprinklerisuunnittelu yhteensovitetaan ja synkronoidaan. Sprinklerisuunnittelun tulee vastata tehtyjä toiminnallisia tarkasteluita. Laskennallisissa tarkasteluissa käytettyjen sprinklerilaitteiston lähtötietojen lista on esitetty [luvussa 4.3](#).
- Lähtökohtana [luvun 4.4.1](#) mukaisesti standardin EN 12845 [29] mukainen mitoitus. Standardin EN 12845 noudattamisen lisäksi sprinklerilaitteiston suunnittelussa voidaan noudattaa muitakin sprinklerisuunnittelustandardeja (ns. sprinklerisääntöjä) ja muita sovellettavia lisäsääntöjä (esimerkiksi tuotesertifikaatissa esitettyjä sprinklerilaitteiston suunnittelu-ehdotuksia) edellyttäen, että ne eivät ole ristiriidassa standardin EN 12845 kanssa eikä niiden mukaan suunniteltaessa sprinklerilaitteiston luotettavuutta ja toiminnallisuutta heikennetä. Standardin EN 12845 mukaan tehdyn suunnittelun lisänä käytettävän muun sprinklerisäännön soveltaminen tulee perustella.
- Mahdolliset poikkeamat sovellettavasta sprinkleristandardista tulee kirjata suunnitteluperusteisiin ja hyväksyttävä viranomaisella.
- Erityisesti huolehditaan, että painehäviölaskelmat kattavat koko putkiston ja putkistoille on määritetty riittävän kestävä kannakointi, jotta putkisto pysyy paikallaan alkupalon aikana.
- Sprinklerisuunnittelija hyväksyttävä sprinklerisuunnitteluperusteet rakennusvalvontaviranomaisella ja pelastusviranomaisella.
- Sprinklerisuunnittelija huolehtii, että sprinklerisuunnitelmat ja sprinklerilaitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeisiin ja ne

huomioidaan myös kohteen pelastussuunnitelmassa. Sprinklerisuunnittelija perehdyttää rakennuksen omistajan ja/tai käyttäjän sekä kiinteistöhuollon edustajan käyttö- ja huolto-ohjeisiin.

- Laitteiston toteutus tehdään voimassa olevan lainsäädännön vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti (esitetty [luvussa 3.1](#)). Sammutuslaitteistojen asennus- ja huoltotöitä saavat tehdä vain vaatimukset täyttävät asennusliikkeet, jotka on listattu Tukesin ylläpitämässä toiminnanharjoittajarekisterissä. Asennusten vastuuhenkilön vaatimukset määräytyvät voimassa olevan lainsäädännön vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti. Asennusliike tekee sprinklerilaitteiston vesilähteen mittauksen ja laatii tekemästään työstä asennustodistuksen ennen käyttöönottotarkastusta. Tukesin hyväksymä tarkastuslaitos suorittaa laitteiston käyttöönottotarkastuksen.

Mitoitusvaihtoehto 2

Suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat seikat:

- Sprinklerisuunnittelija selvittää tuotesertifikaatin vaatimat tiedot sprinklerijärjestelmän suunnittelulle. Sprinklerisuunnittelun tulee täyttää kaikki tuotesertifikaatin ehdot sprinklerisuunnittelulle.
- Palomitoitusohjeessa lähtökohtana on [luvun 4.4.1](#) mukaisesti standardin EN 12845 [29] mukainen mitoitus. Standardin EN 12845 noudattamisen lisäksi sprinklerilaitteiston suunnittelussa voidaan noudattaa muitakin sprinklerisuunnittelustandardeja (ns. sprinklerisääntöjä) ja muita sovellettavia lisäsääntöjä (esimerkiksi tuotesertifikaatissa esitettyjä sprinklerilaitteiston suunnittelu-ehdotuksia) edellyttäen, että ne eivät ole ristiriidassa standardin EN 12845 kanssa eikä niiden mukaan suunniteltaessa sprinklerilaitteiston luotettavuutta ja toiminnallisuutta heikennetä. Standardin EN 12845 mukaan tehdyn suunnittelun lisänä käytettävän muun sprinklerisäännön soveltaminen tulee perustella.
- Mahdolliset poikkeamat sovellettavasta sprinkleristandardista tulee kirjata suunnitteluperusteisiin ja hyväksyttää viranomaisella.
- Erityisesti huolehditaan, että painehäviölaskelmat kattavat koko putkiston ja putkistoille on määritetty riittävän kestävätkä kannakoinnit, jotta putkisto pysyy paikallaan alkupalon aikana.
- Laitteiston suunnittelu ja toteutus tehdään tuotesertifikaatin vaatimusten mukaisesti. Sprinklerisuunnittelija hyväksyttää sprinklerisuunnitteluperusteet rakennusvalvontaviranomaisella ja pelastusviranomaisella.
- Sprinklerisuunnittelija huolehtii, että sprinklerisuunnitelmat ja sprinklerilaitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeisiin ja ne huomioidaan myös kohteen pelastussuunnitelmassa. Sprinklerisuunnittelija perehdyttää rakennuksen omistajan ja/tai käyttäjän sekä kiinteistöhuollon edustajan käyttö- ja huolto-ohjeisiin.
- Suunnittelija-, asennus- ja tarkastajapätevydet tuotesertifikaatin vaatimusten mukaisesti.

4.7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä raportissa käydään läpi kattavasti perusteita kantavien rakenteiden sprinklerisuojukselle ja perehdytään sekä sertifiikaatin että toiminnallisen palomitoituksen käyttämiseen rakenteiden sprinklerisuojuksessa. Raportissa annetaan perusteellisia ohjeita srpinklerisuojuksen soveltamiseen sekä sertifiikaattia, että toiminnallista palomitoitusta koskien. On kuitenkin tiedostettava, että toiminnallinen mitoitus voidaan toteuttaa myös hieman eri tavalla kuin mitä tässä ohjeessa on esitetty. Toiminnallisessa palomitoituksessa voidaan käyttää mm. eri tavalla valikoituja mitoituspaloja, yksinkertaisempia tai kattavampia laskelmia kuin mitä tässä on esitetty jne. Toiminnallisen palomitoituksen suorittamismahdollisuudet ja tavat ovat monipuoliset, koska toiminnallinen palomitoitus määräytyy tehtäväksi kohdekohtaisesti ja laskelmiin voidaan lähtökohtaisesti sisällyttää myös varmuutta enemmän kuin olisi välttämättä tarpeen.

Rakenteiden sprinklerisuojausta suositellaan sovellettavan valikoidusti vain 1 kerroksisiin hallimaisiin rakennuksiin ja joissain tapauksissa myös mahdollisesti osittain 2- kerroksisiin rakennuksiin. Kaksikerroksisissa suojattavissa rakennuksissa, joihin ohjetta voidaan soveltaa, on yleensä keskiosissa hallimainen iso avoin tila ja vain sivuosilla tiloja toisessa kerroksessa. Pääsääntöisesti silloinkin tätä ohjetta sovelletaan vain yksikerroksiselle alueelle. Teräsrakenteiden sprinklerisuojausta ei tule toteuttaa rakennuksiin, joissa on useampia kerroksia. Kerroslukusuositus pätee sekä sovellettaessa sertifiikaattia, että tehtäessä toiminnallista palomitoitusta.

Kantavia rakenteita ei tule palosuoja- monikerroksisissa rakennuksissa, koska monikerroksisissa rakennuksissa palon paikka ja vaikutukset ovat yleensä hankalammin pelastajien hahmotettavissa. Avoimissa yksikerroksisissa hallimaisissa rakennuksissa palo on yleensä helppo paikantaa kauempaakin ja palon vaikutusten arviointi luotettavampaa. Näin ollen monikerroksisten kohteiden rakenteiden kantavuus tulisi suunnitella aina asetuksen taulukkomitoituksen R-luokkien vaatimukset täyttäväksi ilman aktiivista palosuojausta.

Käytettäessä VTT:n myöntämiä sertifiikaatteja teräsrakenteiden suojuukseen sprinklerijärjestelmällä, tulee ottaa huomioon, että myös sertifiikaatin käyttö edellyttää toiminnallista palomitoitusta. Sertifiikaatti ei riitä yksinään osoittamaan esimerkiksi sprinklerijärjestelmää riittävän luotettavaksi kohteen kantavien rakenteiden palosuojaukseen. Riskianalyysillä voidaan selvittää, onko aktiiviseen palosuojaukseen käytettävä laitteisto riittävän luotettava suojaamaan rakenteet tarkasteltavassa kohteessa. Huomioitavaa on, että pelkkä laitteiston luotettavuuslaskelma ei riitä, vaan sen lisäksi on tehtävä aina kohdekohtainen paloriskianalyysi ja varmistettava sen avulla, että paloturvallisuusasetuksen turvallisuustaso täyttyy.

Tässä ohjeessa on myös esitetty, miten voidaan suorittaa hyvin yksinkertainen riskianalyysi, jossa otetaan huomioon sammutusjärjestelmän luotettavuus ja varmistetaan sen avulla asetuksen vaatimusten täyttyminen. On huomioitava, että tässä esitetty tapa on vain yksi tapa ja riskianalyysiä hyödyntäen on monia muitakin mahdollisuuksia osoittaa valittu automaattinen sammutusjärjestelmä riittävän luotettavaksi kohteen kantavien rakenteiden palosuojaukseen. Riskianalyysiä tarvitaan erityisesti sertifiikaattia käytettäessä, mutta myös toiminnallista palomitoitusta tehtäessä.

Tämä projekti on jo saanut käynnistymään hankkeita, joissa tullaan laatimaan alalle yksinkertaisempia helposti suunnittelukäyttöön sovellettavia ohjeita koskien mm. sertifiikaatin käyttöä.

5 LÄHDELUETTELO

- [1] 477/2014 Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista.
- [2] 848/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Suomen Säädöskokoelma, 2017. 23 s.
- [3] 927/2020 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annettuan ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta. Suomen Säädöskokoelma, 2020. 10 s.
- [4] SFS-EN 1090-1+A1:2012 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. 83 s .
- [5] 132/1999 Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL).
- [6] 751/2023 Rakentamislaki.
- [7] 752/2023 Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta .
- [8] SFS-EN 1993-1-2 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteen palomitoitus.
- [9] SFS-EN 1990 Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet.
- [10] SFS-EN 1991-1-2 Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat. Osa 1-2: Yleiset kuormat. Palolle altistettujen rakenteiden rasitukset.
- [11] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakenteiden lujuus ja vakaus, Teräsrakenteet. Ympäristöministeriö, 2019 (ohjeet).
- [12] Perustelumuoisto ympäristöministeriön asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Ympäristöministeriö. 28.11.2017. 50 s.
- [13] 3/2016 Ympäristöministeriön asetus rakenteiden suunnitteluperusteita koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1990.
- [14] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakenteiden lujuus ja vakaus, Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet. Ympäristöministeriö. 2016 (ohjeet).
- [15] 5/2016 Ympäristöministeriön asetus palolle altistettujen rakenteiden rasituksia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-2.
- [16] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakenteiden lujuus ja vakaus, Rakenteiden kuormat. Ympäristöministeriö, 2019 (ohjeet).

- [17] Rakenteiden lujuus ja vakaus, Teräsrakenteet, Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. 2019. 95 s.
- [18] 10/2007 Laki pelastustoimen laitteista.
- [19] 744/2000 N:o SM-1999-967/Tu-33, Sarja A:65 Sisäministeriön asetus automaattisista sammuuslaitteistoista.
- [20] 191/2024 Paloturvallisuuslaitelaki.
- [21] 379/2011 Pelastuslaki.
- [22] 407/2011 Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta.
- [23] EU n:o (305/2011) Rakennustuoteasetus.
- [24] EU n:o (2024/3110) Rakennustuoteasetus..
- [25] 954/2012 Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä.
- [26] 555/2013 Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä.
- [27] Suomalainen tulkinta rakenteellisten teräs ja alumiinikokoonpanojen harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1090-1+A1:2012 soveltamisalasta. rev 12.4.2021, K135.
- [28] Menettelytapaohje käytettäessä maahantuotuja CE-merkittyjä kantavia rakennustuotteita Suomen rakennusprojekteissa. SKOL ry. Päiväämätön.
- [29] SFS-EN 12845:2015+A1:2019 Kiinteät palosammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto. 2019.
- [30] 214/2015 Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä.
- [31] YM1/601/2015 Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista.
- [32] YN2/601/2015 Ympäristöministeriön ohje rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta.
- [33] Hietaniemi, J. Palon voimakkuuden kuvaaminen toiminnallisessa paloteknisessä suunnittelussa. JH Working Papers 1. 2007.
- [34] U. Wickström, D. Duthinh ja K. McGrattan, ”Adiabatic Surface Temperature for Calculating Heat Transfer to Fire Exposed Structures,” International Interflam Conference, 11th Proceedings, Lontoo, Englanti, Syyskuu 3-5 2007.

- [35] INSTA, ”INSTA TS 950 Fire Safety Engineering – Comparative method to verify fire safety design in buildings,” Inter Nordic Standardization Cooperation, 2014.
- [36] INSTA 951 Fire Safety Engineering - Guide for probabilistic analysis for verifying fire safety design in buildings. Inter Nordic Standardization Cooperation. 2019.
- [37] Hietaniemi, J., et al. Yksikerroksisen teollisuushallin rakenteiden palonkestävyyden vaikutus paloturvallisuuteen. Riskianalyysi ajasta riippuvaa tapahtumapuumallia käyttäen. VTT Tiedotteita 2123. 2002. 149 s.
- [38] RIL 221-2003 Paloturvallisuussuunnittelu. Oletettuun palonkehitykseen perustuva suunnittelu ja ratkaisuesimerkit. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2003. 138 s.
- [39] Riskianalyysi-kurssi (MS-E2117). Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu. Matematiikan ja systeemianalyysin laitos..
- [40] Hassinen, J-P. 2000. Sprinklerilaitteiston luotettavuusanalyysi - Luotettavuusmallin laatiminen. Teknillinen korkeakoulu.
- [41] Tillander, K. & Keski-Rahkonen, O. 2000. Palokunnan saatavuuden merkitys paloriskitarkastelussa. Espoo, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita 2013.
- [42] Tillander, K., Oksanen, T. & Kokki, E. 2009. Paloriskin arvioinnin tilastopohjaiset tiedot. Espoo, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita 2479.
- [43] Rantamäki, T. 2022. Paloriskin tilastopohjaisten tietojen päivitys. Raportti 28. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK.
- [44] INSTA 950 Fire Safety Engineering - Comparative method to verify fire safety design in buildings. Inter Nordic Standardization Cooperation. 2014.
- [45] SFS-EN 13381-4:2013 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members. Part 4: Applied passive protection to steel members.
- [46] SFS-EN 13381-8:2013 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members. Part 8: Applied reactive protection to steel members.
- [47] Nieminen, M. 2018. Rakennusten automaattisten sprinklerilaitteistojen luotettavuus. Diplomityö. Tampereen yliopisto.

[48]

M. Salminen, M. Malaska, T. Jokinen ja R. Ranua, "Framework to Incorporate Sprinkler System in Structural Fire Engineering," *Fire Technology*, osa/vuosik. 60, pp. 2897-2921, 2024.