

PALOTURVALLISUUS MAANALAISISSA TILOISSA

Esko Mikkola ja Tuomo Rinne
VTT
PL 1000, 02044 VTT

Tiivistelmä

Maanalaisten tilojen rakentaminen kasvaa tasaisesti ja näiden tilojen käyttötarkoitukset vaihtelevat varsin suuresti. Päivittäin tiloissa työskenteleviä on paljon ja niissä asioivia vielä moninkertainen määrä. Tällaisia tiloja ovat mm. liikuntatilat ja pysäköintitilat. Myös maanalaiset liikennejärjestelmät sisältävät runsaasti työpaikkoja ja päivittäiset käyttäjämäärät ovat niissä suuria. Paloriskeille altistuvia ovat siten vakituisesti tai tilapäisesti maanalaisissa tiloissa työskentelevät, näissä tiloissa asioivat sekä pelastushenkilöstö. Yhtenäisten käytäntöjen pohjaksi on laadittu maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnittelun ohje, jonka pääpaino on henkilöturvallisuudessa. Maanalaisista tiloista poistuminen tulipalotilanteessa vaatii erityistoimia usein pitkien poistumisreittien ja savun ylöspäin kulkeutumisen takia. Henkilöturvallisuusasiat liittyvät paljolti työturvallisuuteen, joten myös näitä näkökohtia paloturvallisuussuunnittelun kannalta käsitellään tässä ohjeessa. Henkilöturvallisuusnäkökulman lisäksi ohjeessa esitetään menettelytapoja ja vaatimustasoja myös omaisuuden turvan suhteen. Maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnitteluohjeen kohderyhmiä ovat ko. tilojen suunnittelijat, viranomaiset, rakentajat, tuotevalmistajat, vakuutusala, oppilaitokset sekä täydennyskouluttajat.

TAUSTAA

Suomessa on suurimmissa asutuskeskuksissa käytössä yhteensä useita kymmeniä maanalaisia tiloja, joissa on pysyviä työpaikkoja mm. laitosten ylläpidossa ja operatiivisessa toiminnassa. Päivittäin tiloissa työskentelee satoja ihmisiä ja tiloja käyttää eri toimintoihin samanaikaisesti tuhansia henkilöitä ja vuorokaudessa yhteensä vielä moninkertainen määrä.

Maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnittelun keskeisimpiä päämääriä on ennaltaehkäistä tulipaloja ja varmistaa, että kohteessa olevat henkilöt voivat tulipalon sattuessa siirtyä turvaan ennen kuin olosuhteet kohteessa muodostuvat henkilöturvallisuuden kannalta kohtalokkaiksi. Tästä seuraa yleensä vaatimuksia koskien esimerkiksi kulkureittien pituuksia, uloskäytävien lukumääriä, mittoja, sijoitusta ja rakenteita sekä turvavalaistusta ja ohjeiden antoa. Yksinkertaisimmillaan näitä vaatimuksia voidaan esittää taulukkoarvoina, mutta etenkin suurten kohteiden osalta tarvitaan analyttisiä menetelmiä. Niiden periaatteena on poistumiseen käytettävissä olevan ajan vertaaminen kohteen kustakin tilasta poistumiseen kuluvaan aikaan.

Suomessa ei ole aiemmin ollut yhtenäisiä paloturvallisuusohjeita kaikkia maanalaisia tiloja koskien. Rakennuksiin kuuluvat tilat ovat toki Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan E1 alaisia, mutta nämä ohjeet eivät anna erityisiä ohjeita maanalaisista tiloista toiminnallisen paloturvallisuustarkastelun pohjalta. Etenkin suurten, monimuotoisten tai muuten vaikeita poistumisteitä sisältävien tilojen osalta toiminnallinen paloturvallisuustarkastelu on välttämätöntä riittävän turvallisuus-

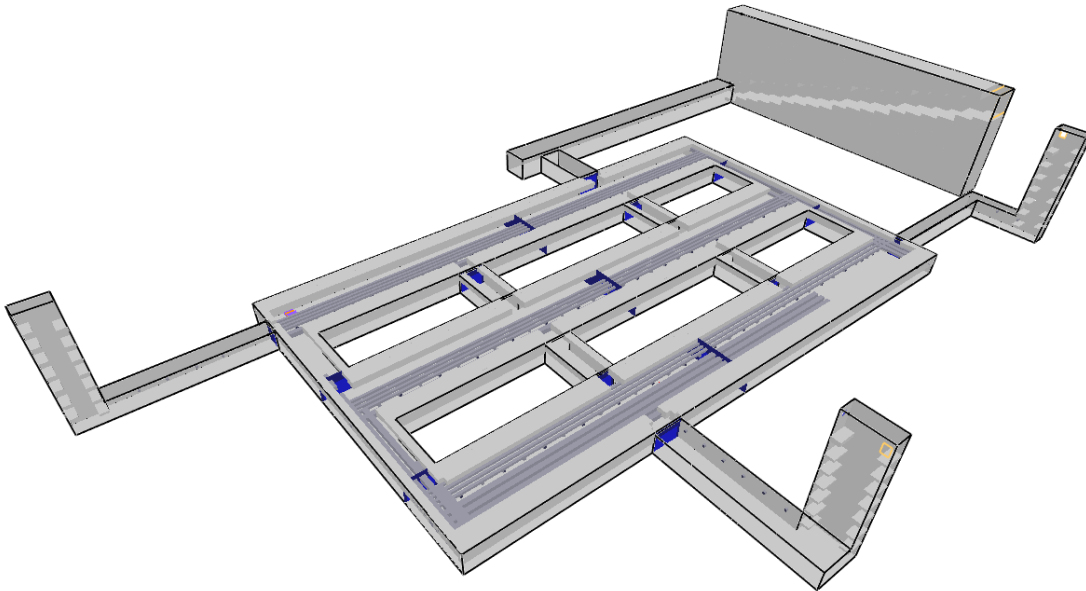
tason ylläpitämiseksi ja taloudellisten riskien hallitsemiseksi niin rakentamis- kuin käyttövaiheessa-kin.

Tässä yhteenvedossa esitetään VTT:llä vuosina 2004 – 2005 toteutetun projektin 'Henkilöturvallisuuden kehittäminen maanalaisissa tiloissa paloriskejä pienentämällä' tuloksia [1, 2] sekä näihin tuloksiin perustuvan RIL-2007 Maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnittelu - Perusteet ja soveltamisohjeet oppaan [3] sisältöä.

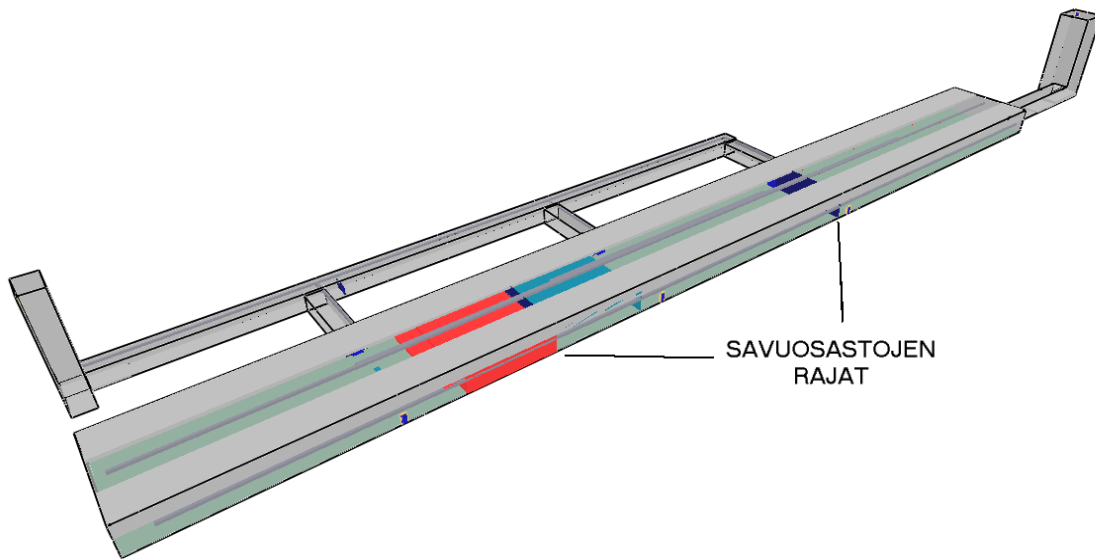
HENKILÖTURVALLISUUS

Esimerkkikohteet

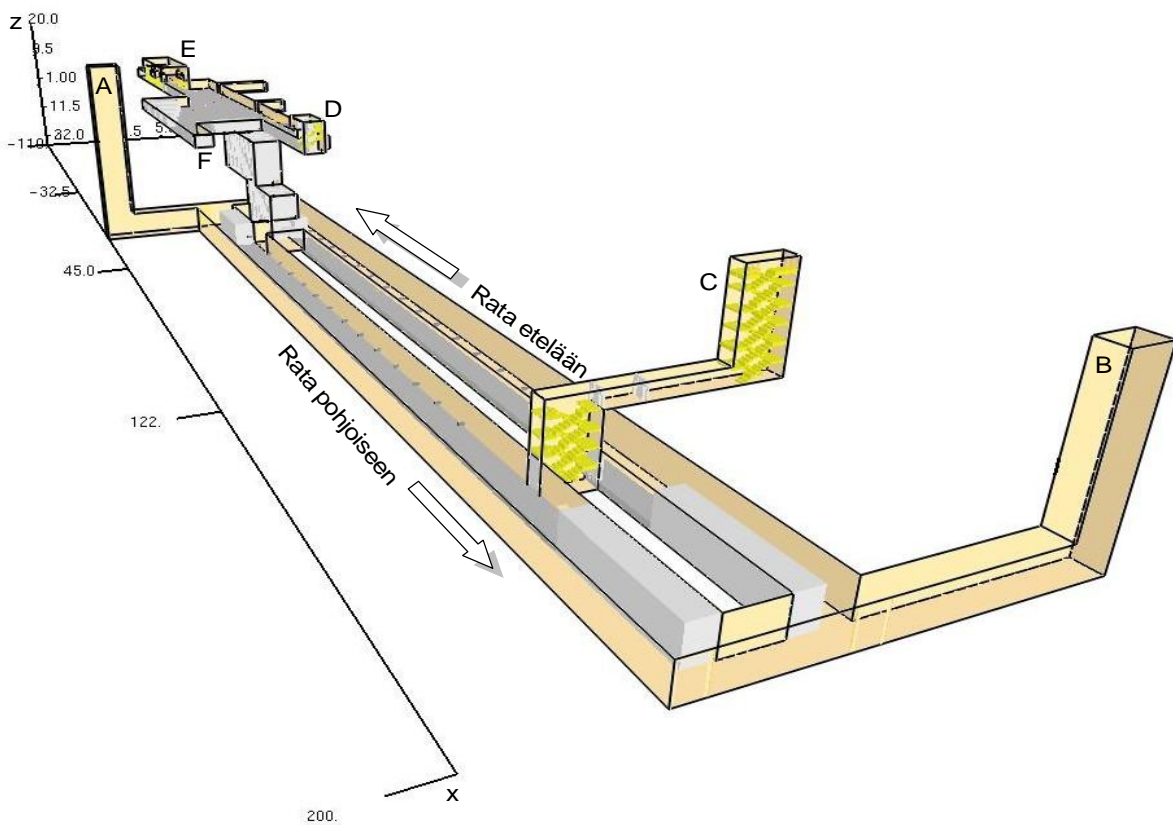
Hankkeen toteutuksessa lähdettiin konkreettiselta pohjalta valitsemalla tyypillisiä maanalaisia tiloja tutkimuksen kohteiksi. Esimerkkikohteet olivat pysäköintihallina käytetty väestösuoja, urheiluhallina käytetty väestösuoja, metroasema ja yhteiskäyttötunneli (kuvat 1 – 4).



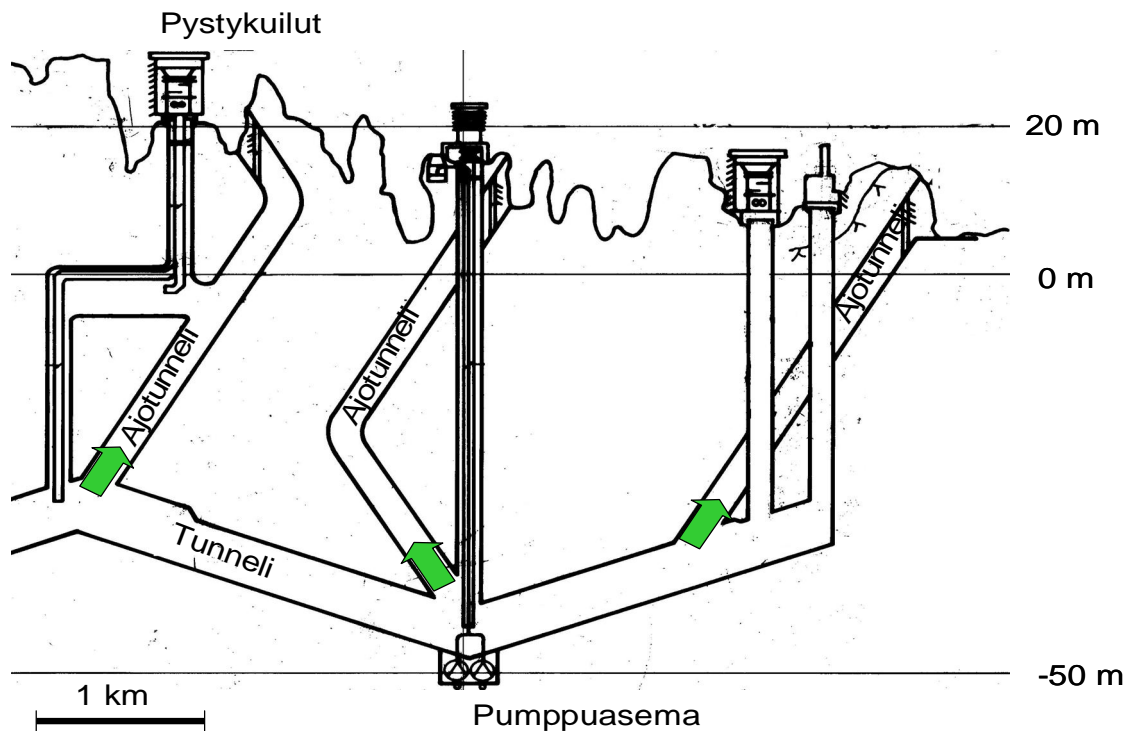
Kuva 1. Maanalaisen pysäköintitila.



Kuva 2 Yleiskuva maanalaisesta liikuntatilasta.



Kuva3 Metroaseman kaaviokuva.



Kuva4. Tarkastelun kohteena ollut osuus yhteiskäyttötunnelista.

Mitoituspalot ja savun leviäminen

Kotimainen tilastoaineisto poimittiin Sisäasiainministeriön ylläpitämästä onnettomuustietokanta Prontosta. Koska Prontossa ei ole erikseen eritelty maanalaisissa tiloissa syttyneitä tulipaloja, otettiin tarkasteluun mukaan sellaisissa rakennuksissa syttyneet palot, joissa tapahtuva toiminta vastaisi maanalaisissa tiloissa harjoitettavaa toimintaa mahdollisimman läheisesti. Näin saatiin yleiskuva syttymistodennäköisyyksistä ja mahdollisista seurauksista. Myös ulkomaisiin onnettomuuksiin tehtiin lyhyt katsaus pääosin Tukholman metron osalta.

Esimerkkikohteissa selvitettiin palokuorman määrä, laatu ja sijainti syttymisen ja palonleviämisen kannalta. Näiden avulla ja muuhun taustatietoon perustuen arvioitiin todennäköiset palotapahtumat kyseisissä kohteissa. Oletettuun palonkehitykseen perustuen palon leviämistä ja savun kulkeutumista simuloitiin virtauslaskennan avulla. Simuloinneille tehtiin herkkyysanalyyssejä, joilla selvitettiin kuinka lähtöarvojen muutokset vaikuttavat lopputuloksiin. Simuloinnissa varioitiin erityisesti savun leviämiseen ja savukerroksen korkeuteen vaikuttavia tekijöitä mukaan lukien savunpoiston ja sammutuksen järjestelyt.

Poistumisturvallisuus

Poistumisturvallisuuteen liittyen koottiin taustatietoa poistumiseen liittyvistä tekijöistä, poistumisen mitoittamisen periaatteista, ihmisten toiminnasta poistumistilanteessa, maanalaisten tilojen erityispiirteistä poistumisen suhteen sekä poistumislaskennan malleista.

Valittujen kohteiden poistumislaskennat tehtiin varioiden oletettuja palotilanteita ja henkilömääriä käytännössä esiin tulevissa rajoissa. Laskettuja tuloksia verrattiin palosimuloinneista saatuihin käytettävissä oleviin poistumisaikoihin ja näin voitiin päätellä mahdollisia kriittisiä tekijöitä ja olosuhteita.

Maanalaisiin tiloihin liittyy joitakin erityispiirteitä, jotka saattavat vaikuttaa ihmisten käyttäytymiseen. Tällaisia ovat mm. vaikeudet hahmottaa maanalainen tila ja tilan eri osien keskinäisiä yhteyksiä, mikä voi vaikeuttaa lyhimmän turvaan johtavan kulkureitin löytämistä. Savukaasujen nouseminen ylöspäin porrashuoneisiin voi myös vaikeuttaa poistumista, ellei porrashuoneiden suunnittelussa asiaan ole kiinnitetty riittävästi huomiota.

PALOTURVALLISUUDEN PARANTAMISEN KEINOJA

Ennaltaehkäisyn keinoja

Maanalaisten tilojen rakenteissa, laitteissa ja asennuksissa tulee käyttää materiaaleja ja tuotteita, jotka ovat joko palamattomia tai eivät ole helposti syttyviä. Palavia materiaaleja ja tuotteita käytettäessä tulee varmistua siitä, että ne tuottavat mahdollisimman vähän lämpöä ja savua sekä myrkyllisiä kaasuja ja että ne suojataan asianmukaisesti. Kaikenlaisen (myös tilapäisen) sytymiskelpoisen palokuorman rajoittamiseen tulee kiinnittää huomiota, ja tilojen käytön kannalta välttämättömän herkästi syttyvää tai merkityksellistä palokuormaa sisältävän materiaalin suojaaminen on suunniteltava siten, että se ei lisää palon syttymisen riskiä.

Palokuorman määrää tulee rajoittaa ja huolehtia palavien materiaalien, tuotteiden, laitteiden jne. sijoittamisesta tai suojaamisesta siten, että ne eivät edistä palon leviämistä. Tähän kuuluu myös mm. läpivientien osastoivuuden toimivuus, mahdollisten ontelotilojen varmistaminen niin, ettei palon leviäminen ole mahdollista niiden kautta, ja yleinen siisteys tiloissa (ei tilapäisiä varastoja, jotka voivat sisältää palokuormaa). Oletettujen palotilanteiden analyysien pohjalta tulee rakenteita (betoni, kivipinnat) suojata lohkeilulta pelastustoimintojen varmistamiseksi ja muiden vahinkojen pienentämiseksi.

Palon ilmaisen, sammutusmenetelmien käytön ja savunpoiston suunnitteluarvojen soveltuvuuteen maanalaisissa tiloissa tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tällöin tulee ottaa huomioon mm. ilmavirtausten voimakkuudet ja suunnat, vallitsevat paine-erot, käytävien ja poistokanavien pituudet sekä vallitsevat olosuhteet esim. lämpötilan ja kosteuden suhteen.

Portaiden ja tasojen tulisi vastata normaalisti käytössä olevia rakenteita. Ovien tulee olla erityisen selvästi merkittyjä. Ovien tulee avautua pääsääntöisesti kulkusuuntaan ja niiden avaamiseen tarvittavan voiman tulee olla suhteutettu poistuvien henkilöiden ominaisuuksiin. Uloskäytävistä ulos johtavien ovien tulee olla sijoitettu siten, että niiden luokse ei synny ruuhkaa poistumistilanteessa.

Kaikkien uloskäytäviin johtavien kulkureittien tulisi olla hyvin valaistuja sekä varustettu selkeillä opasteilla ja suuntanuolilla, jotka on sijoitettu myös lattiaan tai muuten niin alas, että mah-

dollinen ylempänä oleva savukerros ei estä niiden näkymistä (alle 1,5 metrin korkeudelle lattiatasosta).

Palotilanteen hallinta

Henkilökunnan koulutuksessa tulee kiinnittää huomiota mm. seuraaviin asioihin: kohteen uhkakuvien tiedostaminen, yleisen siisteyden ja järjestyksen ylläpito, palotilanteen tehtävät ja työnjako, kohteessa työskentelevien ja vieraillevien henkilöiden toiminnan seuranta sekä tarvittaessa järjestyksen ylläpito poistumistilanteessa. Henkilökunnan toimintavalmiutta tulee ylläpitää säännöllisin harjoituksin. Palotilanteiden varalta henkilökuntaa tulee ohjeistaa myös siitä, miten ihmiset suhtautuvat (mahdollinen paniikki, miten saada tilanne hallintaan) ja kuinka yleisesti ihmiset pyrkivät poistumaan siihen suuntaan, mistä ovat tulleet. Lisäksi on mietittävä, miten henkilöstön vaihtuvuus otetaan huomioon.

Savunpoiston mitoituksen tulee perustua tapauskohtaiseen tarkasteluun. Aina tarkastelun ei tarvitse olla virtaussimulointi, mutta usein virtaussimulointi voi olla tarpeen savunpoiston todellisen suorituskyvyn arvioimiseksi. Maanalaisissa tiloissa tulee kiinnittää erityistä huomiota korvausilman saantiin.

Poistumisreittien suojaukseen käytettävä paineistus pitää mitoittaa tapauskohtaisen simuloinnin tai maanalaisiin tiloihin soveltuvan ohjeen avulla. Yleisen, maanpäällisten kerrostalojen rappukäytävien suojaukseen tarkoitettun ohjeen soveltuvuus maanalaisiin tiloihin on kyseenalainen.

Pelastustehtävissä tulee ottaa huomioon paikallisetkin palopesäkkeet, jotka voivat aiheuttaa esim. betonin ja kalliopinnan lohkeilua. Myös näkyvyys saattaa olla käytännössä olematon, joten sen seuraukset tulee suunnitella kohdekohtaisesti. Jo 40 metriä ylittävät savusukellusetyköt ovat erittäin vaativia.

RIL 233-2007 OPPAAN SISÄLLÖSTÄ

Tavoitteet

Tavoitteeksi asetettiin ohjeen laatiminen yhteistyössä viranomaistahojen kanssa maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnittelusta näkökulmana työturvallisuus, tilapäisesti asioivien henkilöturvallisuus sekä omaisuudensuoja. Tähtäimessä oli paloturvallisuuden parantaminen ennaltaehkäisykeinoin vähentämällä maanalaisissa tiloissa työskenteleville ja pelastustoimintaan osallistuville sekä tilapäisesti asioiville aiheutuvia tulipaloriskejä sekä omaisuus- ja ympäristöriskien rajoittaminen. Toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua käytettäessä pystytään optimoimaan yhdessä käyttöön liittyvien toiminnallisten vaatimusten ja kustannustehokkaan rakentamisen kanssa paloturvallisuutta parantavia ratkaisuja.

Sisältö

RIL-2007 oppaan 'Maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnittelu – Perusteet ja soveltamisohjeet' [3] sisällöksi muodostui seuraava (pääotsikoiden tasolla):

A YLEISET PERUSTEET

- A.1 Määrittelyt ja soveltamiseen liittyvät vaatimukset
- A.2 Paloturvallisuussuunnittelun perusteet
- A.3 Työturvallisuusvelvoitteet
- A.4 Dokumentointi
- A.5 Suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset

B MAANALAISTEN TILOJEN PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELU

- B.1 Paloturvallisuussuunnittelun kohteet ja vaiheet
- B.2 E1:n osajakoa noudattava suunnittelu
 - B.2.1 Yleistä
 - B.2.2 Palokuorma
 - B.2.3 Paloluokka
 - B.2.4 Syttymisen estäminen
 - B.2.5 Palon rajoittaminen
 - B.2.6 Rakenteiden kantavuuden säilyttäminen
 - B.2.7 Palon leviämisen rajoittaminen
 - B.2.8 Palon kehittymisen rajoittaminen
 - B.2.9 Poistuminen palon sattuessa
 - B.2.10 Sammutus- ja pelastustehtävien järjestely
- B.3 Kokonaisriskiin perustuva suunnittelu
 - B.3.1 Kohteen elinkaaren aikaista käyttöä koskevat oletukset
 - B.3.2 Kohteen rakenteiden, laitteiden ja järjestelmien kuvaus ja niiden luotettavuus
 - B.3.3 Pelastusta ja sammutusta koskevat oletukset ja niiden luotettavuus
 - B.3.4 Käytön aikana edellytettävät huolto- ja kunnossapitotoimet
 - B.3.5 Perustelut valituille palotilanteille
 - B.3.6 Käytettyjen menetelmien kuvaus
 - B.3.7 Paloturvallisuusarvioinnin tulokset
 - B.3.8 Hyväksymiskriteerit
 - B.3.9 Suunnitteluratkaisun yhteenveto sisältäen edellytykset ja rajaukset

C TAUSTATIETOA JA ESIMERKKI

- C.1 Yleistä palosimuloinneista
- C.2 Yleistä poistumisaikalaskelmista
- C.3 Esimerkki: Pysäköintihalli (väestönsuoja)

Yhteenveto

Maanalaisiin tiloihin liittyy erityispiirteitä, jotka saattavat vaikuttaa ihmisten käyttäytymiseen. Tällaisia ovat mm. vaikeudet hahmottaa maanalainen tila ja tilan eri osien keskinäisiä yhteyksiä, mikä voi vaikeuttaa lyhimmän turvaan johtavan kulkureitin löytämistä. Savukaasujen nouseminen ylöspäin porrashuoneisiin voi myös vaikeuttaa poistumista, ellei porrashuoneiden suunnittelussa asiaan ole kiinnitetty riittävästi huomiota.

Maanalaisten tilojen paloturvallisuus perustuu ennen kaikkea ennaltaehkäisykeinoihin. Tilojen rakenteissa, laitteissa ja asennuksissa tulee käyttää materiaaleja ja tuotteita, jotka ovat joko palamattomia tai eivät ole helposti syttyviä. Palavia materiaaleja ja tuotteita käytettäessä tulee varmistua siitä, että ne tuottavat mahdollisimman vähän lämpöä ja savua sekä myrkyllisiä kaasuja ja että ne suojataan asianmukaisesti. Palokuorman määrää tulee rajoittaa ja palavien materiaalien, tuotteiden, laitteiden jne. sijoittamisesta tai suojaamisesta tulee huolehtia siten, että ne eivät edistä palon leviämistä. Kaikkien uloskäytäviin johtavien kulkureittien tulee olla hyvin valaistuja.

Palotilanteiden hallinnassa korostuu henkilökunnan osuus. Henkilökunnan koulutuksessa tulee kiinnittää huomiota mm. seuraaviin asioihin: kohteen uhkakuvien tiedostaminen, yleisen siisteyden ja järjestyksen ylläpito, palotilanteen tehtävät ja työnjako, kohteessa työskentelevien ja vierailevien henkilöiden toiminnan seuranta sekä tarvittaessa järjestyksen ylläpito poistumistilanteessa. Henkilökunnan toimintavalmiutta tulee ylläpitää säännöllisin harjoituksin. Palotilanteiden varalta henkilökuntaa tulee ohjeistaa myös siitä, miten ihmiset suhtautuvat (mahdollinen paniikki, miten saada tilanne hallintaan) ja kuinka yleisesti ihmiset pyrkivät poistumaan siihen suuntaan, mistä ovat tulleet. Lisäksi on mietittävä, miten henkilöstön vaihtuvuus otetaan huomioon.

Laaditun oppaan sisällön pääpaino on henkilöturvallisuuden suunnittelussa, jonka osana on työturvallisuus. Myös keskeiset asiat omaisuuden turvan suhteen kuuluvat sisältöön. Ohjeen osassa A on esitetty yleiset paloturvallisuusvaatimukset sekä paloturvallisuussuunnittelun perusteet. Osa B sisältää maanalaisia tiloja koskevan suunnittelun ohjeistuksen sisältäen vaatimustasoja sekä menettelytapoja. Osassa C on annettu paloturvallisuusanalyysiin liittyvää taustatietoa sekä esimerkki maanalaisen kohteen analysoinnista.

Ohje on työkalu suunnittelijoille, se yhdenmukaistaa ja helpottaa viranomaisten päätöksentekoa ja se soveltuu myös sellaiseen maanalaiseen rakentamiseen, jolta ei vaadita rakennuslupaa. Kohderyhmiä ovat maanalaisten tilojen suunnittelijat, viranomaiset, rakentajat, tuotevalmistajat, vakuutusala, oppilaitokset sekä täydennyskouluttajat

KIITOKSET

Kiitämme kaikkia kohde- ja taustatietojen antajia sekä erityisesti rahoittajia ja taustahankkeen ja oppaan kirjoittamisen johtoryhmiin kuuluneita henkilöitä:

- Fläkt Woods Oy: *Jouni Tuomi*
- Helsingin pelastuslaitos: *Marko Järvinen*
- Helsingin rakennusvalvonta: *Kirsi Rontu*
- Insinööritoimisto Markku Kauriala: *Markku Kauriala*
- Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys MTR ry: *Jouko Ritola, Jukka Pukkila*
- Pääesikunta: *Hannu Kuhanen, Juhani Juutilainen*
- RIL: *Pentti Hautala*
- Saanio & Riekkola Oy: *Antti Öhberg, Reijo Riekkola*
- Sisäasiainministeriö: *Pekka Rajajärvi*

- Sosiaali- ja terveysministeriö: *Erkki Reinikka*
- Työsuojelurahasto: *Riitta-Liisa Lappeteläinen*
- Uudenmaan työsuojelupiiri: *Markku Marjamäki, Timo Pinomäki, Jukka Hietavirta*
- Ympäristöministeriö: *Pirjo Kurki, Teppo Lehtinen, Jorma Jantunen.*

Lisäksi haluamme kiittää RIL:in paloteknistä toimikuntaa sekä seuraavia VTT:n tutkijoita: Simo Hostikka, Henry Weckman, Kati Tillander ja Simo Sauni.

LÄHDELUETTELO

1. Hostikka, S., Mikkola, E., Rinne, T., Tillander, K. & Weckman, H. Henkilöturvallisuuden kehittäminen maanalaisissa tiloissa paloriskejä pienentämällä. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 2005. 143 s. + liitt. 9 s. (VTT Tiedotteita 2318.) ISBN 951-38-6755-2.
2. Weckman, H. Henkilöturvallisuuden kehittäminen maanalaisissa tiloissa paloriskejä pienentämällä. Tehtävä B: Poistumisturvallisuus. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 2005. 93 s. + liitt. 13 s. (VTT Tiedotteita 2319.) ISBN 951-38-6757-9.
3. RIL. 2003. Maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnittelu – Perusteet ja soveltamisohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 111 s. (RIL 233-2007) ISBN 978-951-758-471-5.