



Maanalaisten toimintojen yleinen turvallisuusselvitys



MAANALAISTEN TOIMINTOJEN YLEINEN
TURVALLISUUSSELVITYS

© Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2006

Teksti: Eija Kivilaakso, Jukka Tarkkala, Seija Narvi, Matti Neuvonen (Ksv), Jannis Mikkola, Marja-Liisa Hynynen (Sito OY) ja Juha-Pekka Laaksonen (L2-Paloturvallisuus Oy)

Kuvat: Juha Halonen, Jannis Mikkola, Peik Salonen, Jukka Tarkkala, Jorma Viikman ja Päivi Vänskä

Kannen kuva: Peik Salonen

Graafinen suunnittelu ja taitto: Sari Yli-Tolppa

Julkaisusarjan graafinen suunnittelu: Timo Kaasinen

Pohjakartta julkaistu kaupungingeodeetin luvalla § 019/2006

© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 2006

Paino: Helsingin kaupungin hankintakeskus, digipaino

ISSN 1458-9664

1. Johdanto	5	9. MAANALAINEN LIIKENNE	30
2. TILOJEN KÄYTTÖ	6	9.1. MAANALAISEN AJONEUVOLIIKENTEEN SUUNNITTELUN OHJAUS	30
2.1. TOIMINTOJEN KEHITTYMINEN	6	9.2. LIIKENNETURVALLISUUS	30
2.2. TILOJEN KÄYTTÖTARKOITUKSET	7	9.3. LIIKENNEVÄYLIEN SUUNNITTELU	31
3. TILOJEN OMINAISPIIRTEET	8	9.4. AJOVÄYLÄN OPTINEN OHJAUS JA VALAISTUS	31
3.1. SAAVUTETTAVUUS JA LIITTYMINEN	8	9.5. AJOVÄYLÄN SUUNNITTELUPERUSTEET	31
3.2. YHTEYDET MAANPINTAAN	8	9.6. LIIKENTEEN OHJAUS	32
4. TILAT KOHTEINA JA KOKONAISUUKSINA	9	9.7. RAIDELIIKENTEEN TILAT	32
5. TURVALLISUUS	10	9.8. KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄT	35
5.1. TARKASTELUN PÄÄKOHDAT	10	9.9. MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU	35
5.2. RISKIEN HALLINTA	10	10. KUNNALLISTEKNIikka	36
5.3. ONNETTOMUUDET	11	10.1. KUNNALLISTEKNISET VERKOSTOT	36
5.4. ILKIVALTA	11	10.2. KUNNALLISTEKNIIKAN TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	37
5.5. POIKKEUSOLOT	12	10.3. KUNNALLISTEKNIIKAN TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA	37
5.6. KÄYTTÖTURVALLISUUS	12	11. YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	38
6. KALLIORAKENNUS- JA RAKENNUSTEKNIikka	13	11.1. LÄHTÖTIEDOT	38
6.1. TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TIEDOT	13	11.2. RAKENTAMISEN VAIKUTUKSET	38
6.2. TUTKIMUSTEN TARKOITUS ERI SUUNNITTELUVAIHEISSA	13	11.3. KÄYTÖN AIKAISET VAIKUTUKSET	39
6.3. TUTKIMUSTEN RIITTÄVYYS	14	11.4. YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA	39
6.4. LÄHTÖTIEDOT	14	12. IHMISTEN TURVALLISUUS	40
6.5. RAKENTAMINEN	15	12.1. SOSIAALISET VAIKUTUKSET	40
6.6. KÄYTÖN AIKA	18	12.2. TERVEYTEEN VAIKUTTAVAT ASIAT	42
6.7. MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU	18	12.3. TYÖSKENTELY MAANALAISSISSA TILOISSA	43
6.8. RAKENNUSTEKNIIKAN TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	18	12.4. MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT ASIAT	43
7. PALO- JA PELASTUSTURVALLISUUS	20	13. YHTEENVETO	44
7.1. PALO- JA PELASTUSTOIMINNAN TURVALLISUUDEN OHJEISTUS	20	14. KIRJALLISUUTTA	46
7.2. RISKIEN TODENNÄKÖISYYS	20	LIITE 1 TOIMINNAN RISKIT MAANALAISSISSA TILOISSA	50
7.3. RISKIEN HALLINTA	21	LIITE 2 SANASTO	55
7.4. TURVALLISUUS	23	LIITE 3 KYSELY MAANALAISTEN TILOJEN KOKEMISESTA	57
8. TALOTEKNIikka	27		
8.1. LÄHTÖTIEDOT	27		
8.2. RAKENTAMINEN	28		
8.3. KÄYTÖN AIKA	29		
8.4. TALOTEKNIikka MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA	29		

1. Johdanto

Turvallisuusselvitys liittyy Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston valmisteilla olevaan maanalaisten toimintojen osayleiskaavaan. Suunnitelma laaditaan koko kaupungin alueelle tärkeiden tulevaisuuden hankkeiden toteutuskelpoisuuden varmistamiseksi. Helsingin niemellä voidaan puhua jo kallion niukkuudesta joillakin alueilla. Tekninen kehitys ja hyvät kokemukset maanalaisista tiloista ovat johtaneet tilojen yleistymiseen. Tämä turvallisuusselvitys on kaavatyöhön liit-tyvä asiakirja.

Suomessa ei ole erityisesti maanalai-sille tiloille tarkoitettuja turvallisuuteen liittyviä suunnitteluohjeita ja – määräyksiä. Maanalaisen osayleiskaavan laatimisen yhteydessä tehdään erilaista selvitys- ja suunnittelutyötä. Tämän selvitystyön tavoitteena on ollut esittää niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat turvallisuuteen maan-alaisten tilojen yhteydessä. Tämä selvitys palvelee suunnittelijoita ja viranomaisia ynnä muita tahoja. Hyvä tiedon taso turvallisuusasioissa auttaa suunnittelua, rakentamista, ylläpitoa, käyttäjien viih-tyvyyttä sekä luo valmiuksia varautua poikkeustilanteisiin ja toimia tällaisissa tilanteissa.

Katsauksessa on pyritty laaja-alaisuuteen. Työn sisältö jakaantuu kolmeen aihekokoi-naisuuteen

- kalliorakennus-, LVIS- ja liikennesuun-nittelu
- palo- ja pelastusturvallisuus
- henkilöturvallisuus ja terveys

Työn tilaajana on toiminut Helsingin kau-punkisuunnitteluviraston teknistaloudel-linen toimisto. Tilaajan edustajina työtä ovat ohjanneet :

Eija Kivilaakso	Ksv
Jukka Tarkkala	Ksv
Seija Narvi	Ksv
Matti Neuvonen	Ksv

Turvallisuusselvityksestä on vastannut Sito Oy. Suunnitteluryhmä on koostunut Sito Oy:stä, L2-Paloturvallisuus Oy:stä (palo- ja pelastusturvallisuus) ja Projectus Team Oy:stä (LVIS). Konsultin puolelta suunnittelusta ovat vastanneet:

Jannis Mikkola	Sito Oy
Marja-Liisa Hynynen	Sito Oy
Juha-Pekka Laaksonen	L2-Paloturval-lisuus Oy

2. TILOJEN KÄYTTÖ

2.1. TOIMINTOJEN KEHITTYMINEN

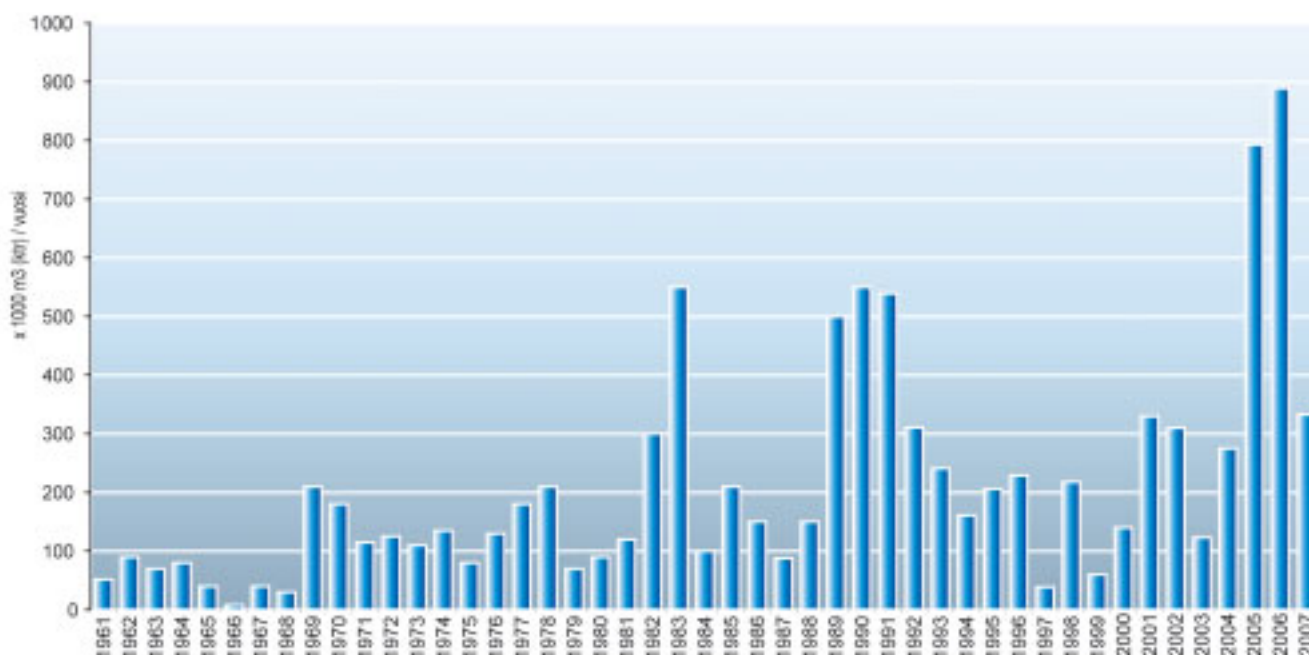
Maanalaisten tilojen rakentamisen historia on painottunut merkittävästi poikkeusoloihin varautumiseen. Ensimmäiset varsinaiset kalliorakennuskohteet olivat rautatietunneleita 1900-luvun alussa. Rautatietunneleiden lisäksi kalliotiloja rakennettiin lähinnä suojatiloiksi tai viemäreiksi. Varsinaisesti suojatilojen rakentaminen alkoi toisen maailmansodan aikana. Suomessa 1958 annetun väestönsuojelulain jälkeen kalliorakentaminen alkoi merkittävästi lisääntyä, kun oli tehtävä määräykset täyttäviä väestönsuojia.

1970-luvulla rakennettiin merkittävä määrä varmuusvarastoja kallioon, mm. öljysäiliöitä. 1980-luvulle tultaessa normaaliajan käytön rooli korostui ja tiloja suunniteltiin myös kulttuuri-, liikunta- ja monitoimitiloiksi jo aikaisemmin toteutettujen pysäköintilaitosten lisäksi. Kuitenkin lähes aina tilat rakennettiin myös väestönsuojiksi, lukuun ottamatta infran käyttöön suunniteltuja vesi-, viemäri- ja yhteiskäyttötunneleita. 1990-luvulta lähtien tiloja on rakennettu normaaliajan käytön ehdoilla,

eikä läheskään kaikkia tiloja enää suunnitella väestönsuojiksi.

Tulevaisuudessa maanalaisten tilojen käyttötarkoitukset edelleen monipuolistuvat. Kaupunkirakenteen tiivistyessä maan alle sijoitetaan mm. maanpäällisiä tiloja tukevia vapaa-ajan toimintoja. Uusista tiloista tulee yhä monikäyttöisempiä ja niitä voidaan käyttää eri vuorokauden tai vuodenaikaan hyvinkin erilaisiin tarkoituksiin. Maanalaiset tilat lisääntyvät myös ympäristöasioiden painottuessa. Etenkin liikenneväyliä tullaan sijoittamaan enenevässä määrin maan alle, jotta maanpäällinen ympäristö saadaan pysymään luonnontilaisena tai nykyinen kaupunkirakenne säilytettävä. Keskusta-alueella kaupunkirakennetta voidaan myös tiivistää siirtämällä liikennettä maan alle ja rakentamalla kerrosalaa väylän paikalle. Tulevaisuudessa huomioidaan myös kalliorunkoisten tilojen pitkä elinkaari niin, että tilat ovat mahdollisimman muuntojoustavia käyttötarkoitustarpeiden muuttuessa ajan saatossa.

Helsingin kaupungin rakennuttamat kalliotilat 1961–2006. Hk/geo



2.2. TILOJEN KÄYTTÖTARKOITUKSET

Maanalaisten tilojen tyypillisiä käyttötarkoituksia ovat

- liikenne: ajoneuvo-, rautatie-, metro- ja jalankuluttunnelit
- pysäköinti: pysäköintihallit
- väestösuojat ja VSS- organisaation tilat (normaaliaikana usein muussa käytössä)
- kulttuuri- ja ravintolatilat
- urheilu ja vapaa-aika: uima-, urheilu- ja monitoimihallit, talviurheilutilat, kylpylät
- tutkimus-, teollisuus- ja tuotantotilat, kuljetustunnelit ja murskaamot
- arkistot ja varastot: arkistot, varmuus-, kappaletavara- ja elintarvikevarastot, ydinjätteen loppusijoitus, hiekkasiilot
- huolto- ja kuluttunnelit: kiinteistöjen huolto- ja kuluttunnelit, huoltotunnelit ja – pihat, yhdystunnelit, teknisen huollon yhteiskäyttötunnelit
- energiahuolto ja öljyvarastot: hiili- ja maakaasuvarastot, voimalaitokset, vesivoimalaitokset, lämpö- ja sähkökeskukset, kaukolämpötunnelit ja pumppaamot, lämpövarastot, kaukojäähdytyslaitokset ja sähköasemat
- vesihuolto: raakaveden kuljetus, raakavesisäiliöt, käyttöveden puhdistuslaitokset, puhdasvesilaitokset, puhdasvesisäiliöt, jakeluverkot
- jätevesihuolto: viemäritunnelit, jätevesipumppaamot, jäteveden puhdistamot, puhdistettujen jätevesien poistotunnelit
- jätehuolto: kiinteän jätteen käsittelylaitokset, jätteen sijoituspaikat
- muu tekninen huolto: laitetilat, kunnallistekniset huoltovarikot
- vesistötunnelit: ohitus- ja korvausvesitunnelit

Itäkeskuksen uimahalli ja väestönsuoja.
Peik Salonen



3. TILOJEN OMINAISPIIRTEET

Maanalaiselle tilalle ominaista on, että

- tila on rajattu ja luonteeltaan suljettu muuhun kaupunkirakenteeseen verrattuna
- tilan saavutettavuus on rajoitettu
- kulku- ja pelastusyhteyksien määrä on rajallinen
- orientoituminen tilassa ei voi tukeutua ulkotilojen näkymiin
- olosuhteiden säätely on vaikeampaa kuin maan päällä esim. ilmanvaihdon ja savunpoiston osalta
- tila rakentuu erikseen hallittavista osista silloinkin kun osat muodostavat visuaalisesti yhtenäisen kokonaisuuden

3.1. SAAVUTETTAVUUS JA LIITTYMINEN

Maanalaisilla tiloilla ja tunneleilla pyritään tehostamaan kaupunkialueella olemassa olevan kaupunkirakenteen toimintaa. Toiminnan tehostaminen lisää yleensä ajoneuvo- sekä jalankulkuliikennettä tilaan johtavien kulkuyhteyksien läheisyydessä. Sisäänmenoyhteyksien tulee olla helposti saavutettavissa ja tunnistettavissa. Jul-

kisten maanalaisten tilojen kulkuyhteydet ovat luonteeltaan avoimia julkisia tiloja, joten niiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon samat periaatteet kuin julkisten tilojen suunnittelussa yleensä.

Toiminnan turvallisuuden kannalta on oleellista selvittää uusien yhteyksien vaikutukset kaupungin muihin toimintoihin ja alueen käyttäjiin.

3.2. YHTEYDET MAANPINTAAN

Maanalaisen tilan saavutettavuuden ja käytön mahdollistavat maanpintayhteydet. Yhteysrakennusten ja -rakennelmien kautta hoidetaan tilan rakentaminen, liikenne, henkilöliikenneyhteydet, ilmanvaihto ja savunpoisto. Koska maanalaista tilaa ei voi hahmottaa ulkopuolelta, on sisäänkäyntien ja muiden maanpintayhteyksien löytäminen vaikeampaa kuin maanpäällisissä rakennuksissa. Kaikki maanpintaan johtavat yhteydet tulee merkitä ja niillä tulee olla osoite löydettävyyden takaamiseksi.

Sisäänkäynneissä on huomioitava käyttäjien erilaisuus ja tilojen saavutettavuus eri käyttäjäryhmille. Sisäänkäyntien

hissit, rampit tms. pääkulkuyhteydet on suunniteltava riittävän avariksi niin että ne soveltuvat myös liikuntarajoitteisten käyttöön. Tilan sisäänkäyntiyhteyksien toiminnan loogisuus, riittävä valaistus ja selkeät opasteet parantavat tilojen käytettävyyttä.

Maanpintaan johtavat yhteydet on suunniteltava niin, että ne ovat toimivia, turvallisia ja helposti ylläpidettäviä. Selkeä ja jouheva liittyminen kaupunkirakenteeseen ja selkeät yhteydet parantavat liittymien toimintaa. Julkisissa tiloissa tulee sisäänkäyntirakennusten olla julkisiksi tunnistettavia. Kulkuyhteydet muodostavat merkittävän osan maanalaisen tilan kaupunkikuvallista hahmoa ja julkisivuja. Sisäänkäynneillä tulee olla oma identiteetti, nimi sekä visuaalisesti tunnistettava ulkonäkö. Yhteydet joita ei haluta erityisesti julkistaa pyritään sijoittamaan huomaamattomasti olemassa oleviin rakenteisiin. Rakennetuilla keskusta-alueella pyritään kuulut sijoittamaan mieluummin olemassa oleviin rakennusmassoihin.

Kuvat Itäkeskuksen ja Merihaan sisäänkäynnistä.
Päivi Vänskä



4. TILAT KOHTEINA JA KOKONAISUUKSINA

Maanalaiset tilat ovat pääsääntöisesti yksittäisiä, tiettyyn toimintaan rakennettuja tiloja. Vanhimmat tilat ovat pääasiassa suoja- ja varastotiloja tai muuta kaupunkirakennetta palvelevia rakennuksia ja rakennelmia.

Helsingin keskustan toimintojen tilatarpeen kasvaessa on esimerkiksi liikenteen toimintoja yhä enemmän siirretty maan alle. Keskusta-alueen uudet maanalaiset tilat lomittuvat entisten, kunnallisteknisten tilojen ja tunneleiden kanssa, muodostaen monimuotoisen kokonaisuuden.

Tulevaisuudessa maanalaisiin tiloihin voidaan mahdollisesti sijoittaa entistä enemmän julkisia tiloja, joissa ihmiset voivat vapaasti liikkua. Uudet tilat tulevat muodostamaan entistä laajempia kokonaisuuksia, jotka ovat riippumattomia maanpäällisistä tapahtumista, säästä ja liikenneuuhkista. Käyttäjämäärien kasvaessa myös kaupalliset palvelut voivat

hakeutua enenevässä määrin maanalaisiin tiloihin.

Kehityksen voi kiteyttää siten, että luolamaisista tiloista luodaan toimivia, siistejä ja avaria julkisia tiloja. Viihtyisyyttä on haettu tilasuunnittelun keinoin, mutta myös luonnosta mm. kasveilla, vesiaiheilla ja linnunlaululla. Valaistukseen, pintoihin ja visuaaliseen ilmeeseen on kiinnitetty entistä enemmän huomiota.

Toiminnan sujuvuutta lisäävät selkeät opasteet, jotka edesauttavat orientoitumista tilassa ja hahmottavat tilat ja toiminnat niissä loogiseksi kokonaisuudeksi. Käyttäjän on helposti tunnistettava sijaintinsa ja määränpäänsä kokeakseen esim. yhdystunneleita ja liikenneväyliä käyttäessään tilan tarpeelliseksi ja tarkoituksenmukaiseksi.

Tilojen toimivuuteen, kaupunkikuvalliseen ilmeeseen ja reittiopasteisiin on kiinnitettävä enemmän huomiota kuin maanpäällisten tilojen toimintoja suunniteltaessa, koska maanalaisissa tiloissa ei ole mahdollista havaita paikantamista helpottavia maamerkkejä. Helsingin kansainvälistymisen myötä on opastuksen ja visuaalisen ohjauksen oltava sellainen, että kulttuuripohjasta riippumatta on mahdollisimman vaivatonta tunnistaa reitti, paikka ja tilan käyttötarkoitus.

Maanalaisia tiloja yhdisteltäessä ja tilojen lomittuessa toisiinsa sekä yläpuoliseen kaupunkirakenteeseen, on rajapinnoista tullut huomaamattomia. Tiloja yhdistettäessä on tapauskohtaisesti mietittävä, kuinka turvallisuus taataan toimintojen muodostaessa suuremman kokonaisuuden. Palo-osastoinnin, savunpoiston, kulunvalvonnan ja huollon toimintavarmuus on suunniteltava tilakohtaisesti niin, että tilaosat ovat turvalliset riippumatta rinnakkaisten tilojen tapahtumista. Teknisten järjestelmien toiminta ja tilakokonaisuuksien käytettävyys varmistetaan. Poikkeustilanteissa osien muodostaman kokonaisuuden on toimittava siten, ettei osien toiminta vaarannu.

5. TURVALLISUUS

5.1. TARKASTELUN PÄÄKOHDAT

Turvallisuuden hallinta edellyttää niin tilan kuin toiminnankin hallintaa. Maanalaisissa tiloissa merkittävimmät turvallisuustekijät liittyvät rakentamiseen, ylläpitoon, rakenteisiin, talotekniikkaan ja ihmisten toimintaan. Seuraavassa luetellaan tärkeimmät turvallisuuteen vaikuttavat tekijät osa-alueittain. Täydellinen listaus turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä on esitetty liitteessä 1.

Kalliotekniikka

Riittämättömät lähtötiedot kallion pinnasta ja laadusta aiheuttavat kohtuutonta haittaa tai esteen hankkeen toteutukselle. Rakennusaikainen tärinä tai kallioilikkeet aiheuttavat haittaa olemassa oleville rakenteille sekä kalliolle. Kalliorakennus voi vaikuttaa pohjaveden korkeuteen alueella aiheuttaen haittaa rakennusten perustuksille sekä kasveille.

Rakenteet

Suunnittelun lähtötietona olevat mitoitus- ja kuormitustiedot voivat poiketa käytön-aikaisesta tilanteesta. Todellisen louhinnan toteutumasta pitää huomioida mitoituksen lähtötietona (louhintatoleranssit). Tarkemmittauksin hankitaan palkkien yms. jännevälien laskennan tarvitsemat oikeat tiedot. Rakennusosien siirrossa tarvittavat nosto- yms. haalaustilat puuttuvat, jolloin rakennusosia ei saada asennetuksi tilaan. Kalliosta tippuva vesi ja kosteus vaurioittavat rakennusmateriaaleja.

Palo- ja pelastusturvallisuus

Palo-osastoinnin puutteellisuus mahdollistaa tulipalon leviämisen. Tulipalossa kuumuus ja savu leviävät esim. kuilujen tai puutteellisten savusulkujen kautta. Poistumistiet ovat esim. rakennusvaiheessa riittämättömät.

Palon laajuuteen ja voimakkuuteen vaikuttaa aina palavan materiaalin laatu ja määrä. Maanalaisen suljetun tilan lämpötila nousee palopaikalla nopeasti, koska lämmön johtaminen ulkotilaan on

vaikeampaa. Palossa muodostuva lämmin savu nousee tunnelin yläosaan ja levittäytyy palon kuluessa jopa koko profiilialalle. Savun levitessä näkyvyys huononee normaalilla katselukorkeudella oleviin opasteisiin ja valaisimiin. Poistumisreittejä ei voida käyttää savunpoistoon. Savu hengitysilmassa aiheuttaa myrkytysoireita ja on terveysriski.

Talotekniikka

Haittoja ovat maan päälle johtavien ilmanvaihtoyhteyksien altistuminen maan päällä tapahtuville onnettomuuksille, ilmanvaihdon riittämättömyys tai toimimattomuus ja sähkönsyötön katkeaminen tiloissa, joissa valaistus ei ole varavoimalla varmennettu.

Kunnallistekniikka

Mikäli uusien toimintojen liittämisen vaikutusta vanhoihin verkostoihin ei ole riittävästi tutkittu saattaa seurauksena olla esim. viemärin paineistava lisäkuormitus. Muita haittoja voivat olla putkirikosta aiheutuva tulva, kaukolämpöputkiston kuumaveden ja höyryn leviäminen tai mittavat kaapeli- ja eristepalot.

Ajoneuvoliikenne

Liikenneonnettomuuden voi aiheuttaa esim. ajoneuvosta tai kuljettajasta johtuvat törmäykset toisiin ajoneuvoihin tai rakenteisiin, ajoneuvon pysähtyminen, ajoväylän huono ajettavuus tai liian suuri ajonopeus.

Ympäristö

Riskejä ovat mm. riittämättömät lähtötiedot pohjavedestä, rakennusaikainen kalliorakenteita pitkin kulkeutuva tärinä, junan tai metron tärinävaikutukset sekä maanalaisen tilan poistoilmakanavien vaikutukset ilmanlaatuun kuilujen läheisyydessä

Ihmiset

Työmaan suunnittelemattomuus voi lisätä onnettomuusvaaraa. Ajoluiskat ja raken-

nelmat voivat muodostaa estevaikutusta toiminnalle. Tilan käyttäjäryhmät voivat eriytyä. Jäteilma, melu ja tärinä voivat aiheuttaa terveyshaittoja. Maanalaisessa tilassa ihmisen suuntavaisto heikkenee, jolloin yhteys maanpäälliseen kaupunkirakenteeseen katoaa.

5.2. RISKIEN HALLINTA

Maanalaisissa tiloissa häiriötilanteet ja onnettomuudet ovat periaatteessa samoja kuin vastaavissa toiminnoissa maan päälläkin, mutta niiden vaikutukset ovat erilaiset. Vaikka onnettomuus- ja rikostilastoissa ei Suomessa ole eritelty erikseen maanalaisten tilojen tapahtumia, tiedetään, että onnettomuudet maanalaisissa tiloissa ovat tilastoissa harvinaisia.

Todennäköisimpiin maanalaisten tilojen häiriötilanteisiin, kuten hissien tai liukuportaiden toimimattomuuteen tai sähkökatkoksiin on varauduttava riittävin varajärjestelmin. Julkisissa tiloissa on varauduttava evakuointiin esim. tulvan, kaasuvuodon ja pidempiaikaisen ilmanvaihto- tai sähkökatkoksen sattuessa. Kyseisten järjestelyjen tarvitsemat tilat on otettava huomioon turvallisuus- ja rakennussuunnitelmia tehtäessä.

Vaikka tilojen ylitäytymisen vaaraa ei suomalaisissa kohteissa ole havaittu, on siihen mm. väestösuojien suojautumistilanteen suunnittelussa varauduttu.

Maanalaisten tilojen suurimmat riskitekijät ovat tulipalo, vesivuoto johtotunneleissa ja niiden seurauksivaikutukset. Asia on käsitelty kohdassa 7 Palo ja pelastusturvallisuus.

Poikkeavien tilanteiden hallinta huomioidaan myös huollon ja vartioinnin suunnittelussa, jotta tilanteeseen kyetään reagoimaan riittävän nopeasti ja ehkäistään sekasorron ja paniikin syntyminen.

5.3. ONNETTOMUUDET

Maanalaisissa tiloissa tapahtuu kansainvälisestikin harvoin onnettomuuksia. Tapah-tuneiden onnettomuuksien kuvauksissa korostuu erityisesti alkutilanteen oikean ja nopean reagoinnin merkitys. Alkutilanteen puutteellisen pelastustoiminnan seurauksena pienestä tapahtumasta on usein kehkeytnyt suuri katastrofi.

Toiminta ensimmäisten 10-15 minuutin aikana vaikuttaa ratkaisevasti pelastautumisen ja vahingontorjunnan onnistumiseen. Alkuvaiheessa on usein toimittu puutteellisesti tai peräti väärin ja paikallaolijat eivät välttämättä suinkaan tiedä mihin ryhtyä. (ITA, 2004)

Suomessa ei tähän mennessä ole tapahtunut suuria ihmishenkiä vaatineita onnettomuuksia tai tulipaloja maanalaisissa tiloissa. Yhdessä tapahtuneessa tunnelitulipalossa osoitteettomuus ja orientoitumisen vaikeus hankaloitti hälytystehtävien hoitoa.

Suurimmat tunnelipalot ovat saaneet alkunsa ajoneuvon vioittumisesta tai lastin itsesytyttämisestä. Liikenneonnettomuudet, kuten törmäykset toiseen ajoneuvoon tai rakenteisiin ovat harvinaisia, mutta seuraamuksiltaan usein erittäin vakavia. Vähäinenkin onnettomuus johtaa usein liikenteen hidastumiseen, ruuhkaantumiseen ja ketjukulareihin. Tästä syystä tunneleiden käyttäjille tulee opettaa oikean käyttäytymisen merkitys (EU direktiivi 2002/0309).

Vapaaehtoisia ajoneuvoliikennetunneleiden turvallisuusarviointeja on tehnyt mm. EuroTest (15 autojärjestön tutkimusorganisaatio). Eurotestin turvallisuuskartoituksessa on kiinnitetty huomiota ajoneuvoliikennetunneleiden tunnelijärjestelmään yleensä, valaistusolosuhteisiin, opastuksen ja tiedotuksen sujuvuuteen, palotorjuntaan sekä savunpoiston toimivuuteen.

Palokuorman lisääntyminen, rakenteelliset muutokset tilassa tai sen läheisyydessä voivat aiheuttaa yllättäviä muutoksia rakenteiden kuormituksessa.

Kuormituksen merkittävät muutokset voivat johtaa tunnelirakenteiden sortumisiin (esim. Moskovan metron kattorakenteiden sortuma muutostöiden yhteydessä).

Metrotunneleissa ja maanalaisilla metroasemilla on tapahtunut mm. seuraavia onnettomuuksia: Junan törmääminen toiseen junaan tai seinään ja siitä seurannut tulipalo (Saksa, Venäjä, Kanada, Ranska, USA, Englanti), tunnelirakenteiden pettäminen (Moskova), myrkyllisen kaasun levittäminen tai pommi-isku (Lontoo, Moskova), tunneliaseman ylitäytyminen ja ihmisten tallautuminen.

5.4. ILKIVALTA

Ilkivallanteot ovat eräs tilastoidun rikollisuuden suurimmista yksittäisistä ryhmistä ja ne ovat lukumääräisesti noin 8 % kaikista rikoslain mukaisista rikoksista. Ilkivallanteojen jäljet on hyvin helppo huomata katukuvassa: graffiteja, rikkiinäisiä puhelinkioskeja tai väännettyjä liikennemerkkejä. Muita tavallisia ilkivallan

kohteita ovat puistoalueiden istutukset, työmaakopit ja rakennusten ikkunat. Ilkivalta erottuu muusta rikollisuudesta siinä, että se ei tuo tekijälleen minkäänlaista taloudellista hyötyä.

Myös sabotaasit voidaan laskea kuu-luvaksi ilkivallan piiriin. Yleensä ne ovat paremmin suunniteltuja kuin tavallinen ilkivallanteko, joka tehdään usein hetken päähänpistosta. Sabotaasin seuraukset ovat tavallisesti paljon vakavammat ja teolle saatetaan löytää myös motiivi (Mikael Enkberg, 2002). Sabotaaseja voivat maanalaisissa tiloissa olla mm. haitallisten aineiden levittäminen ilmanvaihtojärjestelmään sekä pommiattentaatti.

Poliisin tietojärjestelmässä ilkivalta tilastoidaan yhdessä häiriökäyttäytymisen kanssa. Vuodesta 1998 vuoteen 2003 häiriökäyttäytyminen ja ilkivalta ovat lisääntyneet valtakunnallisesti 10 %.

Ilkivalta on yleisintä julkisilla alueilla. Maanalaisissa tiloissa ilkivalta kohdistuu etenkin julkisen liikenteen tiloihin.

Graffiti maanalaisen tilan kuilurakennuksessa.
Jukka Tarkkala



Ilkivallan esiintymiseen voidaan vaikuttaa merkittävästi suunnittelulla. Tanskalaisien kokemusten mukaan alle 5 % rakennuskustannusten lisäämisellä on saatu ilkivaltaa ja muita rikoksia vähennettyä jopa 40 %. Lisäksi jatkuvien korjauskulujen osuus vähentyy näillä toimilla useita prosentteja, joten rakennusvaiheessa tehdyt panostukset tulevat moninkertaisena takaisin käytönaikana. (Tampereen turvallisuusohjelma). Alueen arkkitehtuuri ja erilaiset ratkaisut luovat pohjan asukkaiden suhteille ja toiminnalle, joka osaltaan ehkäisee rikoksia.

Ilkivallantekojen määrään voi merkittävimmin vaikuttaa näkyvyydellä, valaistuksella, valvonnalla sekä korjaamalla välittömästi ilkivallan seuraukset mm. graffitit. Tästä hyvänä esimerkkinä on Helsingin kaupungin Stop Töhrille – kampanja. Kampanja aloitettiin vuonna 1998 ja sen seurauksena töhrimisiä on enää 23 % lähtötilanteesta (2004-tilanne).

5.5. POIKKEUSOLOT

Poikkeusolot on määritelty valmiuslaisissa/1991. Poikkeusolot käsittävät seuraavat tilanteet

- Suomeen kohdistuva aseellinen hyökkäys ja sota sekä sodan jälkitila
- Suomen alueellisen koskemattomuuden vakava loukkaus ja maahan kohdistuva sodanuhka
- vieraiden valtioiden välinen sota tai sodanuhka ja sellainen sodanuhkaa merkitsevä vakava kansainvälinen jännitystilä, joka edellyttää välttämättömiä toimenpiteitä Suomen puolustusvalmiuden kohottamiseksi, sekä muu vaikutuksiltaan näihin verrattava Suomen ulkopuolella sattunut erityinen tapahtuma, jos siitä voi aiheutua vakava vaara kansallisen olemassaolon ja hyvinvoinnin perusteille
- välttämättömien polttoaineiden ja muun energian sekä raaka-aineiden ja muiden tavaroiden tuonnin vaikeutumisesta tai estymisestä taikka muusta vaikutuksiltaan näihin verrattavasta kansainvälisen vaihdannan äkillisestä häiriintymisestä aiheutuva vakava uhka väestön toimeentulolle tai maan talouselämän perusteille; sekä
- suuronnettomuus, edellyttäen, että tilanteen hallitseminen ei ole mahdollista viranomaisten säännönmukaisin toimivaltuuksin.

Poikkeusoloja varten on Suomessa vuodesta 1958 lähtien velvoitettu kiinteistöjä rakentamaan väestönsuojia. Väestönsuojat tulee mitoittaa siten, että sinne voidaan sijoittaa kiinteistön asukkaat tai käyttäjät. Pelastustoimiasetuksen mukaan väestönsuojan tulee antaa suojaa ionisoivalta säteilyltä, myrkyllisiltä aineilta, rakennussortumilta sekä asevaikutuksilta. Väestönsuojat on sijoitettu pääsääntöisesti talosuojina teräsbetonisiin kellaritiloihin, tai yhteissuojina kalliotiloihin. Suurin osa väestönsuojista on toteutettu talosuojina.

Etenkin Helsingin kaupungin alueella on toteutettu väestönsuojia laajempina kokonaisuuksina kallion sisään. Helsingissä on yhteensä 49 kallioväestönsuojaa joissa on yhteensä 182 000 suojapaikkaa. Väestönsuojilla on myös normaaliajajan käyttö, joka varmistaa niiden ylläpidon. Lisäksi normaaliajajan käyttötarkoitus mahdollistaa suojien järkevän rahoittamisen.

Viime aikoina maanalaisten tilojen rakentaminen muiksi kuin suojatiloiksi on merkittävästi lisääntynyt. Ne tarjoavat kuitenkin kohtuullisen suojan poikkeusoloissa.

Maanalaiset tilat antavat hyvän suojan myös valmiuslaisissa määrittelemättömiin poikkeustilanteisiin, joita ovat mm. poikkeukselliset luonnonolot (pitkäaikainen helle, myrsky yms.). Poikkeustilanteiden varalta on omat menettelytavat palo-, pelastus- ja turvallisuus asioissa.

5.6. KÄYTTÖTURVALLISUUS

Julkisten tilojen käytön periaatteisiin kuuluu, että kaikkien kansalaisten tulee halutessaan voida käyttää tiloja. Julkiset tilat suunnitellaan pääsääntöisesti esteettömiksi, niin että tilat palvelevat myös liikuntarajoitteisia, lapsia ja vanhuksia.

Maanalaisten tilojen esteettömyyden ongelmia ovat mm. suuret tasoerot ja siirtolaitteiden toimimattomuus.

Käyttövaiheessa toiminnan turvallisuudesta huolehtii käyttö-, huolto- ja kunnossapitohenkilökunta yhdessä vartioiden kanssa. Tilojen siisteys ja nopea reagointi ilkivallan jälkeksi antaa kuvan että toiminta tilassa on hallinnassa.

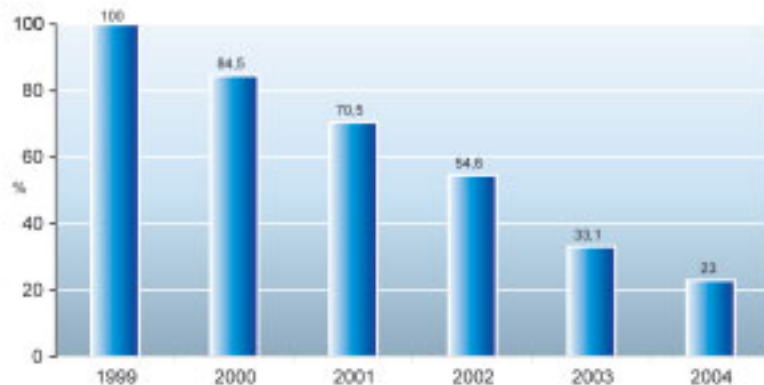
Toiminta ja olosuhteet eivät välttämättä ole sellaisia kuin suunnitteluvaiheessa on oletettu. Tarvittaessa tehdään muutoksia toiminnan parantamiseksi. Muutossuunnittelun ja rakentamisen koordinoinnin on oltava yhden tahon vastuulla, jotta voidaan varmistua kokonaisuuden toimivuudesta vielä muutosten jälkeen.

Tilan käyttöä ja toivottua toimintaa voidaan tukea rakenteellisin keinoin. Rakenteellisia keinoja ovat esim. liikenneväylien ylinopeuksia ehkäisevä ajettavuuden säätely, murto-suojaukset ja kulunvalvonta ja lukitukset.

Toimintaa voidaan säädellä myös valvonnalla. Turvallisuuden tunne liittyy usein näkyvään valvontaan. Poliisi, vartija, kulunvalvonta ja valvontakamera ovat turvallisuutta lisääviä tekijöitä, joita täydentää sosiaalinen kontrolli. Virallisenoloinen valvonta saattaa kuitenkin heikentää tilan avoimuutta ja miellyttävyyttä toimintaympäristönä. (Hille Koskela toim., 2004)

Suurkaupungissa sosiaalinen kontrolli ei rakennu kuten pienessä yhteisössä, jonka jäsenet tuntevat toisensa. Kanssakulkijoiden ja heidän toimintatapojensa tunteminen vahvistaa yhteisön kontrolloivaa käytöstä, yhteisöllisyyttä. Kun toiminnot sujuvat ennakkoidusti ja hallitusti, eivät tuntemattomat kanssakulkijat pidä toisiaan uhkaavina ja yhteisöllisyyden tunne vahvistuu. Yhteisöllisyyteen kuuluu myös tilojen ja toimintojen arvostaminen, sekä halu vaikuttaa häiriötekijöiden poistoon.

Töhrinnän määrä Helsingissä. HKR-Tekniikka



6. KALLIORAKENNUS- JA RAKENNUSTEKNIikka

6.1. TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TIEDOT

Kalliorakentamisen kaavoitusvaihe eroaa huomattavasti maanpäällisestä kaavoituksesta. Teknisten lähtökohtien tarkempi selvittely on erittäin oleellista tilan sijainnin määrittelyn onnistumiseksi. Kaikki tilatarpeet ja tarvittavat yhteydet maanpintaan tulisi olla selvillä jo kaavoitusvaiheessa, koska kallioresurssit ja maanpäällinen rakentaminen antavat erittäin tiukat reunaehdot kalliotilan suunnitteluun. Maanalaisten kohteiden kaavoituksessa onkin oleellisinta, että kalliosta on riittävän tarkat lähtötiedot, jotta kaavoitettu ratkaisu on todellisuudessa toteuttamiskelpoinen. Lähtötiedot voidaan jakaa kallioteknisestä näkökulmasta kolmeen luokkaan: tiedot kallioperästä, olemassa olevista kalliotiloista ja tilojen vaatimista suojavyöhykkeistä. Suojavyöhykkeet määräytyvät kahdesta ensinmainitusta lähtötiedosta ja tilojen käyttötarkoituksesta.

6.2. TUTKIMUSTEN TARKOITUS ERI SUUNNITTELUVAIHEISSA

Hanke- ja esisuunnitteluvaiheissa kalliorakennuskohteen tutkimuksilla haetaan tietoa maakerrosten paksuuksista, kalliopinnan sijainnista, kivilajeista, kalliolaadusta, pohjavesiolosuhteista ja rakennetusta ympäristöstä. Tulosten perusteella arvioidaan kallioperän rakennettavuus ja jatkotutkimustarve.

Luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheissa täydennetään hanke- ja esisuunnitteluvaiheen tietoja mitoituslaskentojen vaatimusten mukaisiksi. Tarkennettavia tekijöitä ovat alueen heikkousvyöhykkeet, rakosuunnat ja niiden mekaaniset ominaisuudet, ehjän kiven mekaaniset ominaisuudet, jännitystila, vedenjohtavuus sekä ympäristön rakenteet ja laitteet. Tuloksia käytetään kalliolaadun, tilakoon ja -muodon, lujitus- ja tiivistystarpeen määrittelyyn.

Kaavoituksessa kalliotilojen suunnittelu

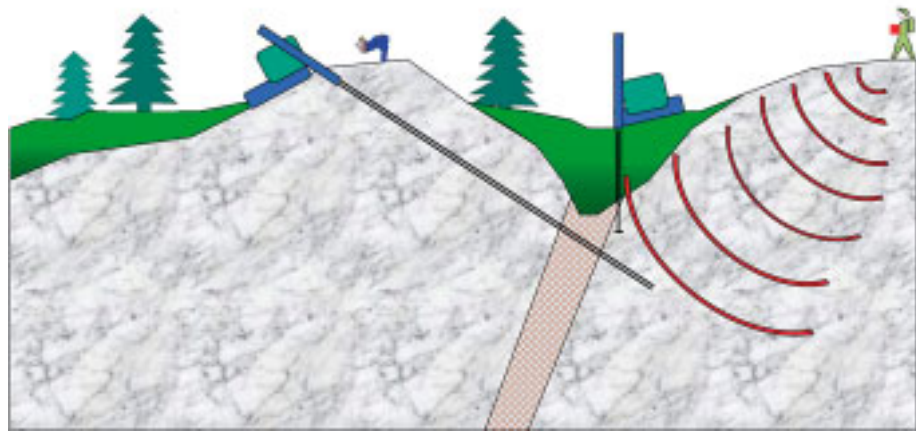
Suunnitteluvaiheet.

SUUNNITTELUVAIHE JA SITÄ VASTAAVA TUTKIMUSVAIHE	KALLIOTEKNISEN SUUNNITTELUN TAVOITE	KALLIOTUTKIMUSTEN VAIHE
Hankesuunnittelu Hanketutkimus	<ul style="list-style-type: none"> - alueen hankintasuositus - vaihtoehtoiset sijoitusratkaisut - kalliorakennusvaihtoehdot - toteutusvarmuus 	Vaihtoehtoisten rakennusalueiden pääpiirteinen maa- ja kallioperän selvitys alueiden keskinäistä vertailua varten <ul style="list-style-type: none"> - maastokartat - maastokäynti - tarvittaessa kallioperätutkimuksia
Luonnossuunnittelu Yleispiirteinen tutkimus	<ul style="list-style-type: none"> - toteuttamiskelpoisimman kalliorakennusvaihtoehdon valinta - rakennuskohteen lopullinen sijoitus - reunaehdot kaavoitusta varten - yhteyksien sijoittaminen maan pinnalle 	Rakennuspaikan kallioperän rakennettavuuden selvitys <ul style="list-style-type: none"> - vanhat pohjatutkimustiedot - alueen geologinen kartoitus - geofysikaaliset tutkimukset - porakonekairaus
Rakennussuunnittelu Yksityiskohtainen tutkimus	<ul style="list-style-type: none"> - kalliorakenteiden mitoituslaskelmat - rakenne- ja louhintapiirustukset - työselytykset 	Alueen kallioperästä muodostetaan 3-ulotteinen kuvaus, jota käytetään tilojen lopullisen muodon ja lujituksen suunnitteluun <ul style="list-style-type: none"> - raskaat maastotutkimukset (kallionäyte-kairaukset, jännitystilamittaukset ym.)
Rakennusaikainen suunnittelu Tarkkailututkimukset	<ul style="list-style-type: none"> - tarkkailumittaussuunnitelma - lujitussuunnitelmien tarkistus 	Varmistetaan ennustettu kallionlaatu ja seurataan kallion liikkeitä

tehdään hanke- tai luonnossuunnittelutasolle.

Kalliorakennuskohteen kalliotekniset lähtötiedot hankitaan pääasiassa kallio-perätutkimuksilla, joihin kuuluu myös olemassa olevan lähtötiedon hankinta. Tärkeimmät suoritusmenetelmät ovat:

1. lähtötietojen hankinta (olemassa olevat tutkimukset ja kartta-aineisto)
2. geologinen kartoitus
3. maatumkamittaus, seisminen refraktioluotaus
4. porakonekairaus
5. kallionäytekairaus
6. jännitystilamittaus



Kallioperätutkimukset. Jannis Mikkola

6.3. TUTKIMUSTEN RIITTÄVYYS

Koska kallio-perä on luonnon muovaama epähomogeeninen materiaali, on sen ominaisuuksia aina selvitettävä tutkimuksin. Yleensä tutkimuksia tehdään kalliorakennuskohteissa liian vähän ja merkittäviä yllätyksiä pääsee näin syntymään. Nykyisin kalliotutkimusten määrä on kuitenkin kasvussa. Amerikkalaisen selvityksen (Subcommittee on Geotechnical Site Investigations 1984) mukaan hankkeen kustannuksista noin 3 % pitäisi käyttää rakennusalueen tutkimuksiin. Viimeaikana toteutuneiden kohteiden tutkimusmääriä on koottu yhteen viitteessä Pohjanperä, 2004.

Ympäristövaikutusten selvittäminen ja tutkimusten tekeminen riittävän aikaisessa suunnitteluvaiheessa on tärkeää.

6.4. LÄHTÖTIEDOT

Kalliopinnan sijainti

Kalliopinnan sijainti on kalliotilojen suunnittelun oleellinen lähtötieto joka usein määrää koko kalliorakennuksen sijainnin. Kalliopinnan sijaintia voidaan selvittää olemassa olevien rakennusten rakennuspiirustuksista, kalliojaljastumien kartoituksesta, geofysikaalisten tutkimusmenetelmien avulla, sekä varmimmin porakonekairauksin. Kalliopinnan selvittämiseen on olemassa nyrkkisääntö, jonka mukaan kallio-pinta on tunnettava samalla pistevälillä, joka on suunniteltavien tilojen päälle jäävän kallio-katon paksuus.

Kalliopinnan sijainnin epävarmuus voi aiheuttaa rakennusaikana merkittäviä lisäuentatarpeita, olemassa olevien rakenteiden vaurioitumista, merkittäviä suunnitelmamuutoksia ja pahimmillaan koko rakennushankkeen kariutumisen.

Kallionlaatu

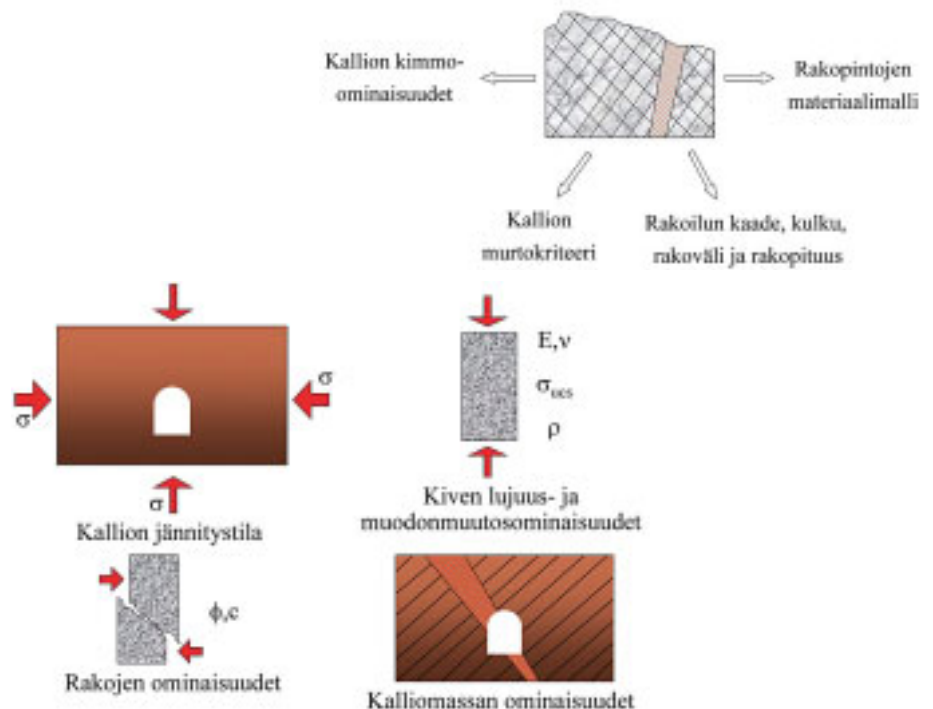
Kallio-perä on epähomogeenista materiaalia, jossa on merkittävää paikallista vaihtelua. Se koostuu ehjästä kalliosta jonka jakaa osiin kalliosta oleva rakoilu ja heikkousvyöhykkeet. Kallion lujuus vaihtelee voimakkaasti. Heikommillaan heikkousvyöhykkeissä se on lähes maa-aineksen kaltaista ja lujimmillaan sen lujuus on jopa dekadeja lujempaa. Tämä vaihtelu vaikuttaa merkittävästi kallion rakennettavuuteen ja rakenteiden varmuuteen. Heikoimmille alueille voidaan sijoittaa vain kapeita ja pienimuotoisia

tiloja erityisjärjestelyillä ja parhaimmille alueille voidaan rakentaa jänneväliään kymmenien metrien tiloja ilman suurempia hankaluuksia. Tilojen sijoitusvaihtoehtoja tutkittaessa on kalliolaadusta oltava alustava käsitys. Kalliolaadulla ja varsinkin rakoilun ominaisuuksilla on suora korrelaatio kallion vedenjohtavuuteen jonka suuruus on suoraan verrannollinen riskiin pohjaveden alenemisesta.

Jännitystila

Jännitystila on kalliolaadun lisäksi merkittävä kallion käyttäytymiseen vaikut-

Kallion ominaisuudet. Jannis Mikkola



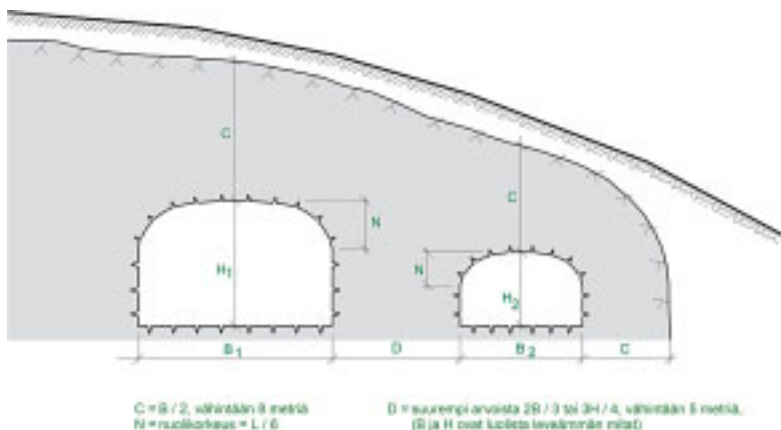
tava ominaisuus. Normaali jännitystila on kalliotilojen pysyvyyttä vahvistava ominaisuus. Suomessa vallitseva pystyjännitystä suurempi vaakajännitys tukee kallioholveja. Jännitystilan noustessa kallion liikkeiden suuruudet olemassa olevia rakopintoja pitkin kasvavat ja jännitystilan ollessa erittäin korkea itse kivikin rikkoutuu jännitystilan vaikutuksesta. Tätä jälkimmäistä ilmiötä tavataan lähinnä satojen metrien syvyyksissä. Normaaliin pintakallioon tehtävien kalliorakennusten alueella normaali suurin vaakajännitys on 4...8 MPa. Jännitystilan ylittäessä yli 10 MPa on sen vaikutus otettava jo tarkasti huomioon suunnittelussa.

Olemassa olevien tilojen ja rakennusten kaivantojen sijainti

Olemassa olevien tilojen ja kaivantojen suunnitelmien lisäksi on hyvä hankkia myös kohteesta tehdyt tarkemittaukset. Kallioulouhinnoissa voi nimittäin olla paikallisesti metrin ryöstymiä verrattuna suunnitelmapiirustuksiin. Lisäksi vanhoihin tiloihin tehtyjen lujitusten määrä ja laatu on syytä selvittää, jotta voidaan selvittää uusien tilojen vaikutukset ja niiden vanhoille tiloille mahdollisesti aiheuttamat vahvistustarpeet.

Suojavyöhykkeiden määrittäminen

Suojavyöhykkeet toimivat kalliorakennuksen runkona. Suojavyöhykkeen laajuus on suhteutettava olemassa olevan tiedon tarkkuuteen ja luotettavuuteen. Jos kallio-perän lähtötiedot eivät ole riittäviä kohdekohtaisten suojavyöhykkeiden laadintaan, on suojavyöhykkeiden määrittämisessä turvauduttava taulukkomitoitukseen. Suojavyöhykkeiden ohjeelliset vähimmäismitat hyvälaatuisessa kalliossa on esitetty alla olevassa kuvassa.



6.5. RAKENTAMINEN

Suurelle yleisölle tutuimmat kalliotekniset riskit liittyvät tilan rakentamiseen. Tilojen louhinta aiheuttaa runsaasti ympäristöhaittoja joihin suhtaudutaan hyvin kriittisesti niiden väliaikaisuudesta huolimatta. Rakentamisen riskejä voidaan vähentää huolellisella suunnittelulla, yksiselitteisillä urakka-asiakirjoilla ja oikeiden työmenetelmien käytöllä.

Rakentamisen aikaisten ympäristöhaittojen häiritsevyyttä alueen asukkaille voidaan vähentää riittävän laajalla ja avoimella tiedottamisella sekä toimimalla suunnitelmien mukaisesti.

Tärinä

Liiallinen tärinä vaikuttaa ympäristöön eri tavoilla. Se vaurioittaa louhintaa ympäröivää kalliota sekä läheisten tilojen lujituksia, aiheuttaa maanpäällisten rakenteiden rikkoutumista sekä aiheuttaa ihmisille epämiellyttäviä tuntemuksia. Täysin tärinätön louhinta on poraus-räjätysmenetelmällä mahdotonta. Tärinää voidaan kuitenkin pienentää rajoittamalla kerrallaan räjähtävän räjähdysaineen määrää. Tärinän maksimisuuruuden määrittää lähes aina rakennuksille tai niissä oleville laitteille määritetyt tärinäraja-arvot. Ihminen kuitenkin kokee tärinän häiritsevänä jo huo-

mattavasti alhaisemmillä arvoilla kuin ne, jotka saattavat haitata rakennuksia.

Ohessa on taulukko normaalille kalliovaraisesti perustetulle rakennukselle annetuista tärinäraja-arvoista ja ihmisten tärinäkokemuksista amerikkalaisen tutkimuslaitoksen mukaan (Vuolio, 1991). Sallitut tärinärajat on määritelty Työministeriön "Räjätysalan normeja – Turvallisuusmääräykset" ohjeessa (Räjätysalan normeja - Turvallisuusmääräykset, Hyväksytty valtioneuvoston päätöksen (410/86) nojalla noudatettavaksi Työministeriössä).

Virheet kalliorakennustyössä

Laajat kallion rakoiluvyöhykkeet

Kallioulouhinnassa räjäytysaineilla hajotetaan kalliota, jotta saataisiin aikaan tyhjää tilaa. Samalla yritetään säilyttää jäljelle jäävä kallio mahdollisimman ehjänä. Tämä onnistuu käyttämällä louhittavan tilan reunoilla vähemmän voimakkaita räjähdysaineita, jottei kallioon synny tarpeettomasti uutta rakoilua. Syntyvä rakoilu aiheuttaa stabiliteettiongelmia ja liian laajalle alueelle levitessään se lisää lujitustarvetta. Rakoilu edistää myös veden virtausta, jolloin tilan vaikutukset pohjaveteen lisääntyvät.

IHMISEN ALTTIUS	HEILAHDUSNOPEUS MM/S	RAKENNUSTEN TÄRINÄRAJAT (ETÄISYYS 20 M)
Tuskin huomattava	2...5	
Havaittava	5...10	Herkät laitteet
Epämiellyttävä	10...20	
Häiritsevää	20...35	Historialliset rauniot
Erittäin epämiellyttävä	35...50	
	50...70	Normaali rakennus

Rakennusten tärinärajat sekä ihmisten kokemukset tärinästä (Vuolio 1991).

Ohjeellinen suojavyöhykkeiden määrittäminen (RT 91-10655).

Injektoinnin epäonnistuminen

Injektoinnin pääasiallinen tehtävä on tiivistää kalliota ja näin vähentää tiloihin tulevia vesivuotoja. Injektointityö ja sen suunnittelu vaatii erityistä huolellisuutta ja paneutumista. Viime vuosina injektointitekniikka ja -aineet ovat kehittyneet merkittävästi ja mahdollisuudet saavuttaa vain vähän vettä vuotava tila on parantunut. Pääasiallisia syitä injektoinnin mahdolliseen epäonnistumiseen ovat jäänyt kallio injektoinnin aikana, väärä injektointimateriaali ja epäkelvo injektointikalusto. Ks. myös pohjavesi.

Lujituksen epäonnistuminen

Kalliotiloja lujitetaan pääasiassa juotettavien kalliopultein ja ruiskubetonimalla. Lujituksen epäonnistuminen aiheuttaa stabiliteettiongelmia, jotka voivat pahimmillaan johtaa sortumiin. Pultituksen epäonnistuminen voi aiheuttaa lujittamisen aikana jäänyt juotoslaasti sekä se että juotoslaasti ei täytä kokonaan kallion ja pultin välistä tilaa. Ruiskubetonissa epäonnistuminen aiheutuu usein tartunnan puutteesta, joka voi johtua kalliopinnan likaisuudesta tai liian paksusta kerralla ruiskutetusta kerroksesta. Ruiskubetonin epäonnistuminen voi aiheuttaa myös ruiskubetonin jäätyminen tai kuivuminen sekä raudoituskuitujen epätasainen jakautuminen betonimassassa.

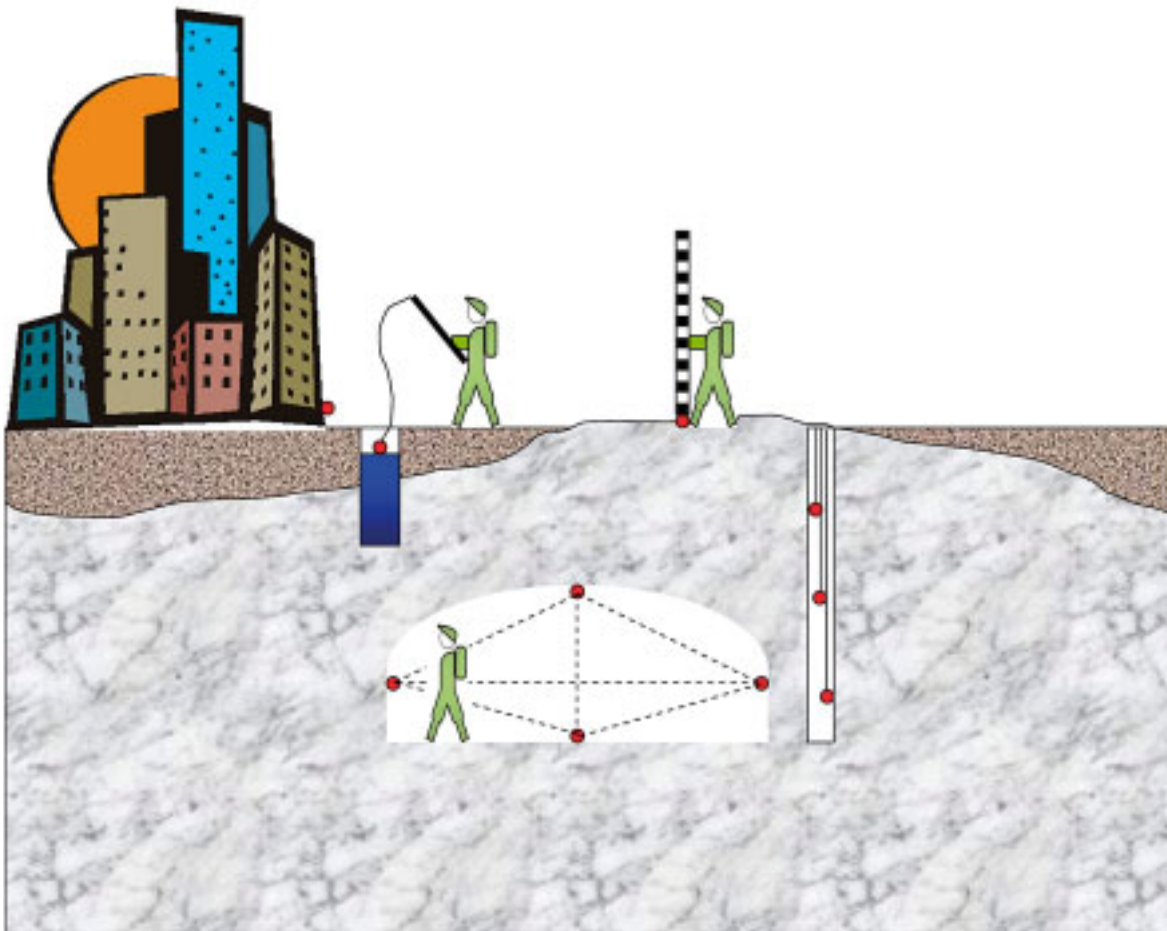
Kallioliikkeet

Kallioliikkeet voidaan jakaa kahteen pääryhmään: yksittäisen kalliolohkon liikkeet ja laajemmat kalliomassan liikkeet jännitystilän jakautuessa uudelleen. Yksittäisten lohkojen liikkeet syntyvät, kun kalliosta luonnollisesti esiintyvät raot muodostavat erillisen lohkon ja louhinta aikaansaa tyhjän tilan, jonne lohko voi siirtyä. Nämä liikkeet aiheuttavat paikallisia

ongelmia ja ne voidaan estää riittäväällä työaikaisella lujituksella. Laajemmat kallioliikkeet aiheutuvat kun louhittavan tilan ympärillä jännitystila jakautuu uudelleen. Jännitysten jakautuminen voi aiheuttaa liikkeitä, jotka tapahtuvat pääasiassa olemassa olevia rakoja ja heikkousvyöhykkeitä pitkin. Laajat tasaiset siirtymät eivät ole ongelmallisia, mutta lyhyellä matkalla tapahtuvat siirtymäerot ovat. Olemassa olevat rakenteet kestävät huonosti siirtymäeroja. Eri rakenteille on annettu siirtymäerorajat pohjarakennusohjeissa RIL 121-2004.

Liikkeet voivat aiheuttaa halkeamia rakenteissa ja lujitusrakenteiden vaurioitumista. Jos louhittavalla alueella räjäytetään paljon, syntyvien värinän ja jännitystilän aiheuttamien liikkeiden välille voi syntyä yhteisvaikutuksia, jolloin kallioliikkeet saattavat olla ennakoitua suurempia. Kallioliikkeiden mittaamiseen on olemassa erilaisia instrumentteja, joilla liikkeiden suuntia ja suuruuksia pystytään luotettavasti mittaamaan. Näiden mittausten määrään ja sijoitukseen on myös viranomaisten ennen louhintatöiden alkua kiinnitettävä huomiota ja valvottava työn aikana niiden tuloksia.

Kallioperän seurantamittaukset.
Jannis Mikkola



Työturvallisuus

Työturvallisuusongelmat ovat maanalaisissa rakennuskohteissa lähes samat kuin maan päälläkin. Lisähaasteita maanalaiseen työskentelyyn tulee pimeydestä ja kallion komuamisesta. Komuaminen voi aiheuttaa vaaratilanteita kun kiviä voi yllättäen tippua tilan katosta tai seiniltä. Komuamista voidaan ehkäistä tilojen huolellisella rusnauksella aina räjäytyksen jälkeen sekä riittävällä työnaikaisella lujituksella. Myös kivien sinkoutumisvaara on otettava huomioon räjäytysten suunnittelussa ja asetettavissa varoalueissa. Rakennusaikana eivät kaikki tulvasuoja-rakenteet ole vielä valmiina, joten tulvien ehkäisy on otettava huomioon työmaasuunnittelussa.

Maanalaisissa rakennuskohteissa on yleensä vain muutama poistumistie ja työmaan tuuletus hoidetaan muovisilla ”rättiputkilla”, jotka lisäävät riskejä palotilanteessa.

Melu

Räjähdystapahtumassa aiheutuva melu on lyhytaikaista ja jää usein räjäytyksestä aiheutuvan paineaallon ja värinän varjoon. Häiritsevin melun lähde louhinnassa onkin porauksesta aiheutuva meteli. Suurimmillaan meteli on avolouhinnassa tai tunnelien suuaukoilla, joissa meteli pääsee vapaasti välittymään ilmassa. Tunnelissa tapahtuva poraaminen aihe-

uttaa vähemmän meluhaittoja. Porausääni kuitenkin välittyy kalliota pitkin maanpinnan rakenteisiin ja runkoääninä aiheuttaa häiriötä ihmisille. Runkoäänen suuruus riippuu rakenteiden perustamistavoista ja kalliolaadusta. Ne onkin aina selvittävä kohdekohtaisesti. Meluisalle työlle on asetettu selkeät määräykset, joita valvoo paikallinen ympäristökeskus.

Louhintakentän peittäminen. Juha Halonen



Kallion rusnaus. Juha Halonen

Paine

Räjähdystapahtumassa vapautuvan paineen vaikutukset sekoitetaan useasti värinävaikutuksiin. Paineaallot saavat aikaan esimerkiksi ikkunoiden helinää ja voivat pahimmillaan särkeä ikkunat. Paineaallon vaikutus on suurinta louhinnan alkuvaiheessa, kun paine ei vielä pääse tasaantumaan louhittavan tilan sokkeloihin. Paineaaltoa ei voida kokokaan estää, mutta sen vaikutusta voidaan pienentää asettamalla tunnelin suuaukoille hirs- ja kumimattoja. Yleensä paineaalto ei aiheuta vauriota jos räjäytyksissä noudatetaan värinäraja-arvoja.

Pohjavesi

Maanalaisten tilojen rakentaminen aiheuttaa pohjaveden virtausta rakennettuihin tiloihin. Varsinkin työnaikana lopulliset pato- ja muut virtausta estävät rakenteet eivät ole valmiita ja ympäristön pohjavesi voi laskea huomattavasti. Pohjaveden lasku aiheuttaa maan ja rakennusten painumista varsinkin savikkoalueilla, puuperustusten lahoamista sekä muutoksia kasvillisuudessa. Erityisen haastavia pohjavesiasiat ovat kaupunkiympäristössä, jossa pohjaveden korvautuminen on hidasta. Mahdollisten tulevien ongelmien huomioimiseksi ja estämiseksi, pohjavesiherkkyydestä tulisi tehdä riskiarvio jo tilojen suunnittelun alkuvaiheessa.

6.6. KÄYTÖN AIKA

Lujitusten korroosio

Pitkäaikaiskäytössä lujitusten korroosio voi aiheuttaa lujitusrakenteiden vaurioitumista ja näin tiloissa voi esiintyä stabiiliteettiongelmia. Ongelmana on lähinnä teräsosien ruostuminen. Ruiskubetonin verkotus tai teräskuoret korrodoituvat ajan kuluessa, kun betonin suojavaikutus häviää karbonatisoitumisen myötä. Teräspulituksella syöpymistä tapahtuu etenkin jos vesi pääsee virtaamaan kalliorakojen pitkin suoraan teräspulttiin.

Pohjavesi

Käytön aikana pohjaveden alenemisen riskit ovat käytännössä samat kuin rakentamisen aikana. Pitkäaikainen veden virtaus aiheuttaa myös aineen kulkeutumisen riskejä. Lähes kaikki maanalaisiin tiloihin kulkeutuvat haitta-aineet kulkeutuvat vuotovesien mukana. Yleisin näistä on radon. Maa- ja kallioperään liuenneita haitta-aineita voivat olla mm. kaatopaikkojen suotovedet ja muut maaperää pilaavat aineet, kuten esimerkiksi huoltoasemien saasteet.

Uusien ja olemassa olevien tilojen yhteisvaikutus

Kalliorakentamisen määrän kasvaessa tilojen yhteisvaikutukset lisääntyvät. Kalliotiloja sijoitetaan kallio-olosuhteiltaan haastavampiin paikkoihin ja niiden suojaetäisyydet olemassa oleviin tiloihin pienenevät. Tällöin tiloilla saattaa olla yhteisvaikutuksia joita kummallakaan tilalla ei yksinään olisi. Nämä yhteisvaikutukset aiheuttavat uudelleen jo edellä mainittuja riskejä. Näitä ovat mm: kallioliikkeet, tärinä, pohjaveden pinnan muutokset.

6.7. MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU

Lähtötiedot

Maankäytön suunnittelussa on varmistettava, että kallioperästä on riittävät kallioperätiedot. Näitä ovat

- kalliopinnan sijainnin tunnettavuus
- kalliolaatu
- oletetut heikkousvyöhykkeet
- oletus jännitystilasta

Suojausvyöhykkeet

Kaavoitusvaiheessa määritellään suunniteltavan tilan suojaetäisyydet sekä vanhojen tilojen aiheuttamat suojaetäisyydet, ellei niitä ole aikaisemmin määritetty. Jos suojaetäisyyksien määrittämiseksi ei ole erityisiä perusteita, tulee niissä noudattaa hyvälaatuisessa kalliossa vähintään kallioväestönsuoja-asetusta.

Tilojen sijoitus

Erityisesti kaupunkikeskustoissa kaavoituksella päätetään vain tilojen lopullinen sijainti. Tässä vaiheessa tulee varmistaa, että mm. seuraavia seikkoja on selvitetty

- pohjavesiasiat
- kallioliikkeiden alustavat vaikutukset
- louhinnan vaikutukset ympäristöön
- pintayhteydet
- tulvarajojen huomiointi

6.8. RAKENNUSTEKNIIKAN TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Lähtötietoriskit ja mitoituksen virheet

Rakenteiden suunnittelu maanalaisiin tiloihin poikkeaa monilta osin maanpäällisten rakenteiden suunnittelusta. Merkittävimpiä seikkoja, joihin on kiinnitettävä huomiota, ovat kuormitustilanteiden ja louhintatoleranssien huomioiminen sekä rakennusmateriaalien soveltuvuus maanalaisiin tiloihin.

Maanalaisissa tiloissa voi olla hyvin erilaisia kuormitustiloja, varsinkin jos tila toimii myös väestönsuojana. Liikennetunneleissa normaalikuormien lisäksi on otettava huomioon törmäyskuormat. Palotilanteessa maanalaisen rakenteiden kestävyys on kiinnitettävä erityistä

huomiota, jotta pelastustyöt tiloissa ovat mahdollisia. Mahdollinen räjähdys suljetussa tilassa voi aiheuttaa merkittäviä painekuormia.

Kalliotiloissa ilmasto-olosuhteet poikkeavat aina maanpäällisestä rakentamisesta, vaikka kallion tiivistämisellä pyritään pitämään tila mahdollisimman kuivana. Ruiskubetonipinnasta haihtuu aina tilaan kosteutta, joka rasittaa rakenteita. Väärällä rakennusmateriaalivalinnalla voidaan tilassa saada aikaan haitallisten mikrobien kasvustoa ja rakennusmateriaalit sellaisenaan voivat luovuttaa haitta-aineita ilmaan.

Toteutuksen riskit

Kalliotilojen louhinta ei koskaan toteudu täysin suunniteltujen ääriarvojen mukaisesti. Louhinnassa puhutaankin toleransseista, jotka yleisesti ovat noin 0,5

m. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että louhinta voi olla aivan suunnitelman mukaisella kohdalla tai korkeitaan puoli metriä sen ulkopuolella. Rakennesuunnittelussa tämä on otettava ehdottomasti huomioon ja suunnitelmia on täsmennettävä todellisuutta vastaaviksi. Sallitun toleranssin rajoissa jännevälit ym. voivat kasvaa jopa metrin silloinkin, kun louhinta on odotetusti onnistunut.

Rakenne ei toimi suunnitellulla tavalla

Jos rakentamisessa on käytetty suunnitelmasta poikkeavaa materiaalia tai työtapaa, voi rakenteen kokonaisuuden toiminta suunnitellulla tavalla olla vaarassa. Tämä riski korostuu etenkin tuoteosakauppojen yhteydessä.

Rakenteiden rakentamisen aikaiset vauriot

Rakentamisen aikana työmaan logistiikka on rakennusmateriaalien oikean kuljetuksen ja varastoinnin oleellinen ohjaaja. Esimerkiksi virheellinen varastointi saattaa tehdä koko rakennusosasta epäkelvon tai valmisosat voivat kuljetuksissa ja nostoissa vaurioitua. Nämä asiat ovat hallittavissa hyvällä työn suunnittelulla ja asianmukaisella valvonnalla.

Suunniteltu kokonaisuus ei toimi suunnitellusti

Maanalaisissa kohteissa kalliorakenteista vastaa oma suunnittelija ja varsinaisista rakenteista omansa. Tällöin on suuri vaara, että kyseisten rakenteiden yhteistoiminta ei ole varmistettu. Tämä voi aiheuttaa mm. rakenteilta tulevien kuormien jakautumisen "väärin" kalliorakenteille. Tällaisissa rajapinnoissa suunnittelijoilta vaaditaan erityisen hyvää yhteistyötä.

Käyttövaiheen riskit

Käyttöolosuhteet poikkeavat suunnitellusta

Kalliotilojen käyttöolosuhteet voivat muuttua merkittävästi tilan elinkaaren aikana. Muuttujia ovat mm. lämpötila, veden virtaus, pohjaveden mukana kulkeutuvat aineet ja ilmankosteus. Nämä seikat, esim. jäätymisrapautuminen ja rakenteiden korrosio, voivat vaurioittaa rakenteita.

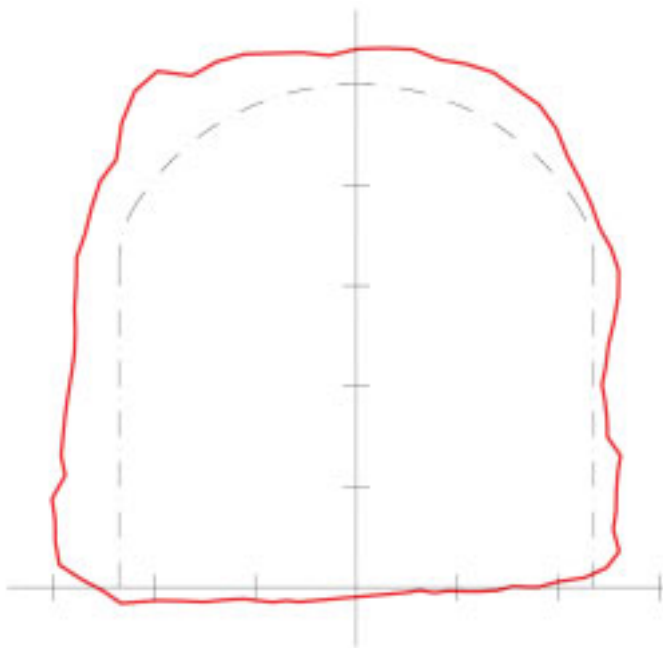
Käyttö- ja kuormituspoikkeamat suunnitellusta

Kalliotilojen käyttötarkoitusten muuttuessa tilassa voidaan käyttää esim. raskaampia ajoneuvoja, koneita ja laitteita mihin oli alun perin varauduttu. Lisäksi uudet laitteet voivat lisätä tärinää tai värähtelyä siinä määrin, että muutos saattaa ajan kuluessa vaurioittaa rakenteita. Tästä esimerkkinä on mm. yhteiskannakkeiden romahtaminen.

Huollon puutteen aiheuttamat rakenteiden vauriot

Kalliotiloissa useat rakenteet jäävät piiloon tai niiden tarkastaminen on erittäin hankalaa. Tällöin merkittäviäkin vaurioita saattaa muodostua ennenkuin ne ovat edenneet havaittaviksi, jolloin niiden korjaaminen on luonnollisesti entistä työläämpää ja kalliimpaa.

Suunniteltu ja toteutunut louhinta



7. PALO- JA PELASTUSTURVALLISUUS

Maanalaisissa tiloissa on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota onnettomuuksien ennaltaehkäisyyn. Onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen rajoittamisessa on tärkeintä estää tilojen ketjuuntuminen, ja siten estää onnettomuuden laajeneminen katastrofiksi. Seuraavaksi tärkeimpiä turvallisuustekijöitä ovat tilojen automaattinen sammutusjärjestelmä ja toimivan osoitejärjestelmän luominen maan alle.

7.1. PALO- JA PELASTUSTOIMINNAN TURVALLISUUDEN OHJEISTUS

Suomessa ei ole erityisesti maanalaisille tiloille tarkoitettuja turvallisuuteen liittyviä määräyksiä. Yleensä sovelletaan yleisiä rakentamiseen tarkoitettuja määräyksiä ja ohjeita. Tässä luvussa on osin sovellettu yleisiä määräyksiä, osin tuotu esiin yleisiä ja vähemmän yleisiä käytäntöjä. Koska ohjeistus on vähäinen, monin osin on otettu kantaa siihen, miten kirjoittajan kokemuksen ja asiantuntemuksen pohjalta maanalaisten tilojen erityisolosuhteet pitäisi huomioida erityisesti maankäytön ja liikenteen suunnittelun kannalta.

Maankäyttö- ja rakennuslaki ja -asetus edellyttävät, että alueiden käytössä ja rakentamisessa huomioidaan kyseisten säädösten vaatimukset. Tarkempia määräyksiä ja ohjeita annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Paloturvallisuutta koskevat lähinnä E -sarja ja huolto- ja käyttöturvallisuutta F -sarja. Lisäksi paloturvallisuutta sekä yleistä onnettomuuksien ehkäisyä koskevia säädöksiä on Pelastuslaissa ja -asetuksessa, kemikaalilaissa, nestekaasuasetuksessa, maakaasuasetuksessa, räjähdeseasetuksessa sekä useissa muissa lähinnä sisäasiainministeriön, kauppa- ja teollisuusministeriön sekä liikenneministeriön antamissa säädöksissä.

Mikään mainituista säädöksistä ei kuitenkaan ole tehty ajatellen maanalaista rakentamista. Yleisiä määräyksiä voidaan toki soveltaa sellaisenaan sekä maanalai-

nessa kuin muussakin rakentamisessa, mutta yksityiskohtaiset säädökset eivät yleensä yksinkertaisesti sovi maanalaiseen rakentamiseen. Vain harvoissa ja yksittäisissä säännöksissä (kuten nestekaasun säilyttäminen kellareissa) on otettu kantaa erityisesti maanalaisiin erityisriskeihin ja olosuhteisiin.

Koska maanalaista rakentamista on Helsingissä enemmän kuin muualla Suomessa, on tässä luvussa viitattu joissain kohdissa Helsingin rakennusvalvonnan ja Helsingin pelastuslaitoksen suosimaan käytäntöön. Monin osin edes käytäntöjä ei ole, joten tekstissä on tuotu esille kirjoittajan asiantuntijanäkemyks riskien hallinnasta maan alla.

7.2. RISKIEN TODENNÄKÖISYYS

Koska maanalaisia tiloja on muuhun rakennuskantaan verrattuna suhteellisen vähän, ei niissä tapahtuvia onnettomuuksia ole tilastoitu erikseen. Yleisten onnettomuustilastojen perusteella voidaan kuitenkin karkeasti arvioida, että

- Rakennuspalon todennäköisyys on luokkaa $4 \times 10^{-6}/m^2$ vuodessa, joista paloista noin joka kymmenes aiheuttaa vähäistä suuremmat vahingot.
- Ajoneuvopalon todennäköisyys on luokkaa $1-5 \times 10^{-4}$ ajoneuvovuorokausi. Ajoneuvovuorokausi tarkoittaa, että yksi ajoneuvo on koko vuorokauden maanalaisissa tiloissa.

Ajoneuvopalo. Jukka Tarkkala



- Noin 30–50 % tulipaloista on tahallaan sytytettyjä.
- Pelastustoimen tehtäviötilastojen pohjalta voidaan arvioida, että luonnon aiheuttamien onnettomuuksien määrä näyttäisi olevan kasvussa. Niistä johtuvia huomattavia vahinkoja aiheuttavia onnettomuuksia voidaan arvioida tapahtuvan maanalaisissa tiloissa muutaman vuoden välein.
- Tärkeiden teknisten järjestelmävaurioiden (esim. muuntamöiden oikosulut, vesiputkien halkeamiset, kaasuputkien vuodot) aiheuttamia onnettomuuksia voidaan arvioida tapahtuvan maanalaisissa tiloissa noin kerran vuosikymmenessä.

Kohteen toimintavarmuuteen vaikuttaa mm. standardien ja ohjeiden mukainen toteutus, käytön ja huollon oikea ohjeistus sekä järjestelmien säännöllinen huolto. Osaksi huoltotarkastuksia tulee kuulua riippumattoman tarkastuslaitoksen tekemä määräaikaisten laitteistojen ja rakenteiden tarkastukset. Teknisten turvajärjestelmien toimintavarmuuteen vaikuttavia tekijöitä on esitetty tarkemmin RIL 221–2003 Paloturvallisuussuunnittelu ohjeessa.

7.3. RISKIEN HALLINTA

Tulipalo maan alla

Tulipalo on hallitsematon palotapahtuma, jossa vapautuu nopeasti varsin paljon energiaa. Jos ajatellaan nykyaikaista henkilöautoa, 100 kW:n tehoinen moottori liikuttaa autoa jo varsin ripeästi. Normaalien asuinhuoneiston palossa voi vapautua satoja kertoja enemmän lämpötehoa. Suuressa tulipalossa paloteho voi olla monikymmenkertainen huoneistopaloon verrattuna. Lämpötila palossa nouseekin nopeasti useisiin satoihin asteisiin. Sopivissa olosuhteissa ja pienehkössä huonetilassa lämpötila voi olla yli 1000°C. Korkea lämpötila levittää paloa nopeasti ja estää palomiesten pääsyn palavaan tilaan.

Tulipalossa syntyy aina myös hyvin paljon savua. Muutama kilo palavaa materiaalia synnyttää niin paljon savua, että 1.000 m³ tilavuudessa ei näe omaa suoraksi ojennettua kättään. Kun näkyvyys laskee alle 10 metrin, kyky kulkea ja orientoitua tilassa heikentyy. Näkyvyyden laskiessa alle 3 metrin orientoituminen tilassa on jo vaikeaa. Lisäksi savu on aina, palavasta materiaalista riippumatta, myrkyllistä.

Jotta palo ylipäätään voidaan sammuttaa, tai edes rajoittaa sen leviämistä, on kyettävä laskemaan lämpötilaa. Lämpötilaa voidaan laskea sekä sitomalla lämpöenergiaa veden höyrystymiseen (sammuttamalla pienipisaraisella vedellä) ja/tai poistamalla palavasta tilasta lämpöä kuumien savukaasujen mukana (luonnollisesti tai savunpoiston aikana).

Maanpäällisissä rakennuksissa lämpö ja savu poistuvat enemmän tai vähemmän luonnostaan ovien ja ikkunoiden kautta. Maanalaisissa tiloissa lämpö ja savu eivät poistu samalla tavalla luonnostaan. Tämä aiheuttaa maanalaisille tiloille seuraavia erityisvaatimuksia

- maanalaisten tilojen suunnittelussa tulee pääsääntöisesti, käyttötarkoituksesta riippuen, varautua automaattisen sammutuslaitteiston käyttöön

- savunpoistoon tulee kiinnittää erityistä huomiota
- palo-osastointiin ja kantavien rakenteiden palonkestävyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota (esim. kannakkeet ja muut roikkuvat rakenteet)
- aktiivisten palontorjuntalaitteistojen tulee olla toimintavarmuudeltaan mahdollisimman luotettavia
- toisiinsa liittyviä tiloja tulisi välttää ja niiden erottamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota
- tarvittaessa rakenteet tulee suojata lämpötehoa vastaan esim. kuitubetonilla tms. tarkoitukseen soveltuvilla materiaaleilla.

Vaaralliset aineet maan alla

Vaarallisten aineiden ongelma maanalaisissa tiloissa on pitkälti sama kuin tulipalonkin: luonnollinen, suora yhteys ulkoilmaan puuttuu. Vaarallisten aineiden käyttö, kuljetus ja varastointi maan alla tulisi sallia ainoastaan poikkeustapauksissa.

Riippumatta siitä, johtuuko räjähdys varsinaisista räjähdysaineista, palavista kaasusta tai palavista nesteistä höyrystyneistä kaasusta, räjähdyspaine ei maan alla yleensä pääse purkautumaan "turvalliseen" suuntaan, joten

- Kantavien, palo-osastoivien ja muidenkin rakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa tulisi huomioida räjähdyspaine siten, että mahdollisen räjähdysvaikutukset jäävät paikalliseksi.
- Tilojen sijoittelussa tulisi huomioida paineiskujen vaikutus. Esimerkiksi liikennetunneliin yhteydessä olevien tilojen yhdyskäytävä tulisi sijoittaa mahdollisimman kohtisuoraan tunnelin kulkusuuntaa vastaan, jolloin tunnelissa mahdollisesti tapahtuvan räjähdysvaikutuksen paineaalto kulkisi tunnelia pitkin ohi ja vastaavasti tunneliin yhdistyvässä tilassa tapahtuvan räjähdysvaikutuksen aiheuttaman paineaallon suurin voima kohdistuisi vastakkaiseen seinään. Tästä syystä

myös suuaukkojen sijoittelua vastakkain tulisi välttää.

Nestemäisten myrkyllisten aineiden osalta tilanne on samankaltainen kuin maanpäällisissä tiloissa. Nesteet pyritään patoamaan ja keräämään talteen ennen kuin ne joutuvat viemäriverkostoon. Jos myrkyllisiä aineita pääsee viemäriverkostoon, jota ei ehditä eristämään, riippuvat onnettomuuden seuraukset aineen ominaisuuksista ja puhdistuslaitoksen kyvystä käsitellä kyseistä ainetta.

Jos nestemäisestä myrkyllisestä aineesta haihtuu myrkyllisiä kaasuja, myrkyllisiä kaasuja syntyy jonkin reaktion seurauksena tai jos kyseessä on kaasumainen myrkyllinen aine, kohdataan samoja vaikeuksia kuin savun kanssa. Kaasua ei yhtä helposti voi ohjata ulkoilmaan laimentumaan. Useimmiten tällaisen onnettomuuden torjunta maan alla on huomattavasti hankalampaa kuin maan päällisissä tiloissa. Poikkeuksen muodostaa kuitenkin sellainen liikennetunneli, jossa vaarallisten aineiden kuljetusta ei ole rajoitettu. Tunnelissa myrkyllinen kaasu (esim. kloori, ammoniakki tai rikivety) ei leviä yhtä vapaasti ja nopeasti tuulen mukana lähialueille. Tunnelissa pitoisuudet ovat toki suurempia, mutta kokonaisvahingot jäävät todennäköisesti pienemmäksi kuin maan päällä tiheän asutuksen alueella, mikäli tunnelin turvajärjestelyt ovat kunnossa.

Suunnittelussa myrkyllisten kaasujen mahdollisuus huomioidaan siten, että

- Maanalaiset tilat tulisi suunnitella niin, että myrkylliset kaasut voidaan poistaa kyseisestä tilasta ja erityisin järjestelyin estetään kaasujen leviäminen tilojen välillä
- Jos tiloissa on mahdollista esiintyä suuria määriä myrkyllisiä kaasuja (muuta kuin savukaasuja palon aikana), tulisi ilmanvaihdon poistopisteet sijoittaa niin, että kaasut laimenevat riittävästi ilmakehässä eivätkä aiheuta vaaraa ulkona liikkuville ihmisille.
- Tilat joissa onnettomuuden yhteydessä tiedetään tai voidaan olettaa esiintyvän tai syntyvän myrkyllisiä kaasuja (muuta kuin savukaasuja palon aikana), tulisi varustaa kaasunilmaisimella, joka tunnistaa yleisimmät myrkylliset kaasut ja antaa hälytyksen.
- Myrkyllisten kaasujen vaaratilanne tai onnettomuus voi syntyä myös siten, että kaasu kulkeutuu ulkopuolelta il-

manvaihdon kautta sisätiloihin.

- maanalaisen tilojen tuloilman otto tulisi sijoittaa, jos mahdollista, riittävän korkealle siten, että katuverkossa onnettomuuden seurauksena vapautuva myrkyllinen kaasu (koskien myös tulipaloissa vapautuvia myrkyllisiä savukaasuja) ei pääse kulkeutumaan vaarallisina pitoisuuksina maanalaisiin tiloihin. Ilmanottoaukot tulisi pyrkiä sijoittamaan niin ettei niihin ilkitalvasta tai muun tahallisen toiminnan seurauksena voi joutua myrkyllistä kaasua tai sellaista vapauttavia esineitä.

Lähivuosisien tai vuosikymmenien haaste maanalaisissa tiloissa tulevat olemaan vaihtoehtoisilla polttoaineilla liikkuvat ajoneuvot. Osa vaihtoehtoisista polttoaineista ei muodosta sen suurempaa riskiä kuin perinteiset hiilivetyihin perustuvat polttoaineet. Sen sijaan ongelmaksi saattavat muodostua ensin maakaasua ja biokaasua käyttävät ajoneuvot ja myöhemmin todennäköisesti vetykäyttöiset ajoneuvot.

Tällaisen ajoneuvon palo saattaa olla rajumpi kuin perinteisiä polttoaineita käytävän ajoneuvon kohdalla. Rajukin palo on kuitenkin hallittavissa oikeilla toimenpiteillä. Ongelma onkin kaasumaisten polttoaineiden mahdollisuus kerääntyä ajoneuvon ulkopuolelle maanalaiseen suljettuun tilaan. Tällöin kaasu sekoittuu ilmaan, ja voi tietyissä olosuhteissa muodostaa syttymisherkän, räjähtävän kaasuseoksen. Räjähdyksivaara on otettava huomioon tiloja ja rakenteita suunniteltaessa.

On myös mahdollista, että ajoneuvo-tekniikka kehittyy siten, että räjähdysten mahdollisuus voidaan riittävän luotettavasti estää. Tässä suhteessa on kuitenkin muistettava, että kaasukäyttöisillä ajoneuvoilla ongelma on nimenomaan kaasun vuotaminen polttoainesäiliöstä ajoneuvon ulkopuoliseen suljettuun tilaan. Tämä ei yleensä muodostu ongelmaksi normaalissa liikenteessä, koska kaasu ei pysty muodostamaan räjähdyskelpoista seosta ajoneuvon ulkopuolella.

Aiheesta on vielä vähän tutkimustietoa ja aiheeseen paneuduttava suunnitteluvaiheessa huolella.

Luonnononnettomuudet ja poikkeusolot

Luonnononnettomuuksissa ja poikkeusoloissa maanalaiset tilat muodostavat toisaalta uhkia, toisaalta mahdollisuuksia.

Myrskyissä, rankkasateissa ja tulvissa maanalaiset tilat saattavat täyttyä vedellä,

josta seuraa vahinkoa. Tulvivan veden hallintaan maan alla tulisi kiinnittää erityistä huomiota jakamalla maanalaiset tilat tulvimisalueisiin ja toteuttamalla vesitiiviitä katkoja alueiden välillä sekä varautumalla pumppaukseen.

Useimmissa muissa sääoloissa maanalaiset tilat saattavat toimia suojana. Lämpötila syvällä maan alla ei juuri muutu ulkolämpötilan vaihdelta, joten maan alta voi löytyä suoja poikkeuksellisessa helleaallosta tai pakkaskaudessa. Maan alta löytyy myös suoja poikkeuksellista myrskytuulta tai säteilyä vastaan.

Sodassa ja muissa poikkeusoloissa maanalaiset tilat tarjoavat suojan. Maanalaisen tilojen verkottuminen antaa myös mahdollisuuden tarvittaessa siirtyä alueelta toiselle maan alla.

7.4. TURVALLISUUS

Tilojen yhdistämisen turvallisuus

Palon leviämisen rajoittamiseksi ja palon sammuttamisen helpottamiseksi rakennukset jaetaan yleensä palo-osastoihin. Palo-osastoinnin tuntiluokka riippuu palokuormasta. Se on yleensä sprinklatuissa rakennuksissa EI 60. Eri tonttien välillä on tiukemmat vaatimukset palon leviämisen estämiseksi ja yleensä käytetäänkin palomuuria, jonka luokka EI-M120.

Maanalaisissa tiloissa palon leviämisen rajoittaminen osastoivilla rakenteilla ja palomuurin omaisilla rakenteilla on vielä tärkeämpää kuin maanpäällisissä rakennuksissa. Tilojen ketjuuntumisen vuoksi on suuri vaara, että eri tilojen välille muodostuu virtauksia, jotka levittävät savua ja paloa hyvinkin nopeasti tilojen välillä. Jos palo pääsee kasvamaan liian suureksi maan alla, on sen sammuttaminen käytännössä mahdotonta. Tällöin

ainoa keino estää maanalainen aluepalo on panostaa tehokkaaseen tilojen erottamiseen toisistaan. Aivan vastaavasti muiden onnettomuuksien leviäminen tulisi katkaista samoissa kohdissa.

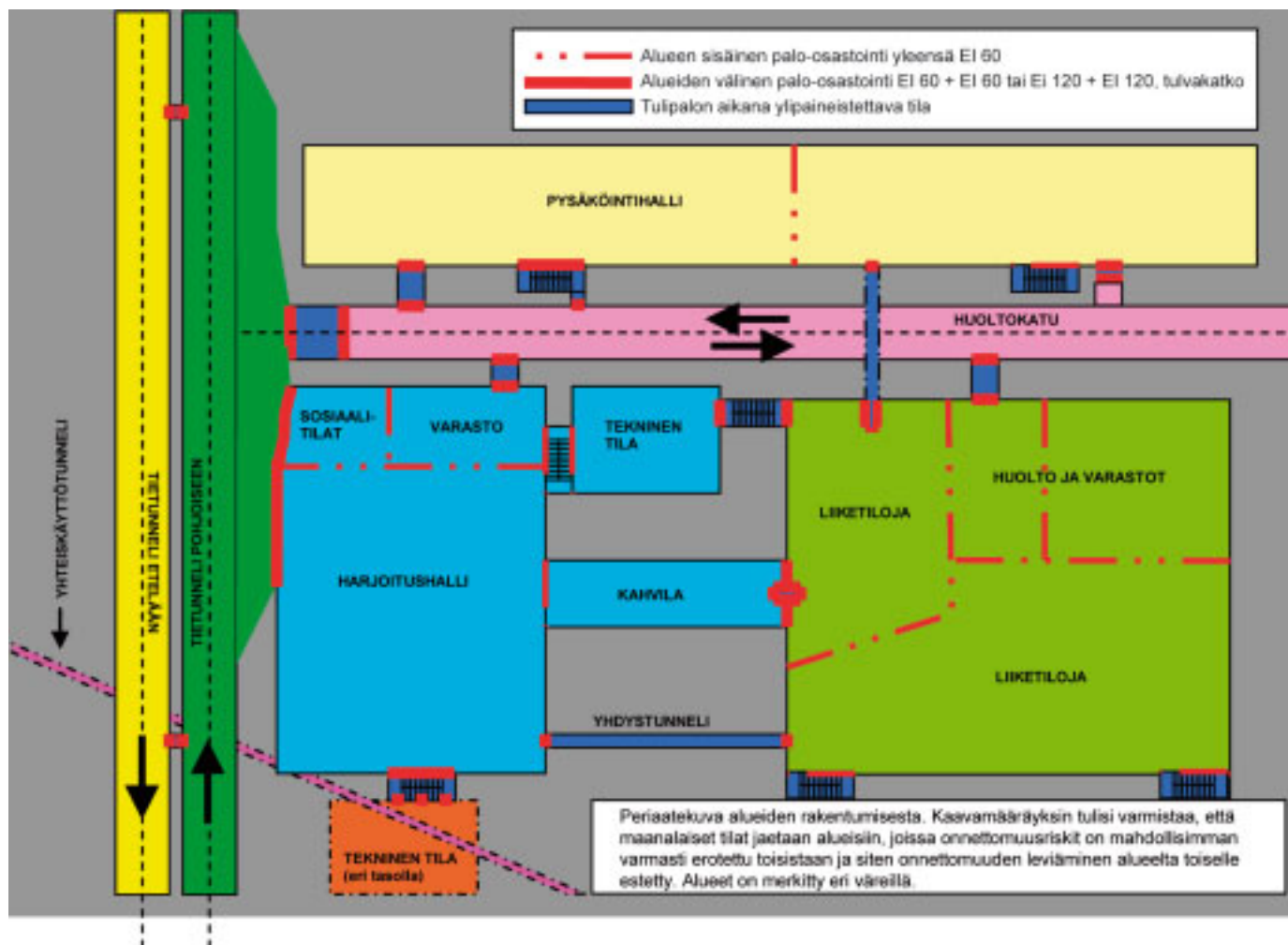
Varmin keino eri tilojen erottamiseen olisi se, ettei yhteyksiä tilojen välille lainkaan rakennettaisi. Monissa tapauksissa tämä ei käytännössä ole mahdollista. Tällöin tulisi noudattaa seuraavia periaatteita

- Maanalaiset "palomuurit". Maan alla ei läheskään aina ole tarkoituksenmukaista noudattaa maanpäällisiä tontinrajoja. Aluepalon ja muiden maan alla laajalle leviävien onnettomuuksien estämiseksi maan alla tulisi kokonaisuudet kuitenkin erottaa luonnollisia rajapintoja pitkin toisistaan. Nämä kokonaisuudet tulisi erottaa toisistaan ylipaineistetuilla palosuluilla.
- Alueiden välisten katkojen tulisi toimia myös muiden onnettomuuksien leviä-

misen esteinä. Myrkyllisten kaasujen leviämisessä ne toimivat samalla tavalla kuin savun kanssa. Sulkujen yhteyteen tulisi rakentaa myös vesitiiviit ovet, jolloin ne rajoittaisivat myös veden ja muiden nesteiden leviämistä.

- Yhdellä tilalla voi olla useita, paloteknisesti erilaisia käyttötapoja (esim. urheilutila - messuhalli)
- Erilaisten alueiden välille tulee välttää tarpeettomia yhteyksiä.
- Palosulku on palokuormaton tila, joka on erotettu siihen liittyvistä tiloista palo-ovilla, ja joka ylipaineistetaan palon sattuessa. Ylipaineistus aktivoituu minkä tahansa palosulkuun liittyvän tilan paloilmotuksesta. Ylipaine ovet suljettuna on 50–60 Pa. Jos ovia on auki, mitoitetaan virtaus 2 m/s suurimman oven aukossa sekä muiden ovien vuotovirtaukset. Ajoväylillä virtaus voidaan mitoittaa käyntioven mukaan.

Maanalaisien tilojen ketjuuntuminen ja osastointi



- Palosulun molemmin puolin tulisi käyttää EI 60 luokan palo-ovia, jos ovien etäisyys toisistaan on vähintään 4 metriä ja EI 120 –luokan palo-ovia, jos ovien etäisyys on alle 4 metriä.
- Palosulku voi olla myös tunnelimainen tila kahden alueen välillä, jos siellä ei ole palokuormaa.
- Liikennetunneleissa ei aina ole tarkoitukseenmukaista käyttöä raskaita liuku- tai taittopalo-ovia. Tällaiset ovet on usein todettu toimimattomaksi muutaman vuoden kuluttua asennuksesta. Raskaiden EI –luokan ovien sijasta tulisi voida käyttää kahta kevyttä E –luokan ovea muutaman metrin välein. Tällöin ovien välinen tila tulee olla palokuormaton (esim. kaapelit palo-osastoidussa kourussa). Liikennetunnelin ajoväylillä riittää siis yleensä E 60 + E 60, jos ovien välinen etäisyys on yli 4 metriä ja E 120 + E 120, jos etäisyys on alle 4 metriä, (kuitenkin vähintään 2 metriä).
- Muissa kuin oviyhteyksissä alueiden välillä (esim. putki- tai kaapeliyhteydet teknisestä tunnelista ko. alueelle) ei välttämättä tarvitse käyttää ylipaineistettua sulkua.
- Alueen suurin sallittu koko tulisi mitoittaa siten, että niiden toteuttaminen on järkevää sekä teknisesti, taloudellisesti että turvallisuuden kannalta. Liian pienet yksiköt ovat epätaloudellisia. Etenkin ylipaineistuksen toteuttaminen vaatii paljon tilaa ja yhteyksiä maan pinnalle. Alue voisi olla kooltaan suurimmillaan esim. 30 000 m². Kokoa tärkeämpää on kuitenkin tehokas ja tarkoituksenmukainen erottaminen muista alueista. Alueita kannattaakin muodostaa ensisijaisesti siten, että rajoille osuu mahdollisimman vähän yhteyksiä naapurialueisiin

Sammutusjärjestelmät

Palokunnan matka maan uumeniin saattaa kestää yllättävän kauan. Tosinaan se voi olla mahdoton olosuhteista johtuen. Normaaleissa paineilmalaitteissa riittää ilmaa 20–30 minuutin tehokkaaseen työskentelyyn, jonka jälkeen paineilmapullo on vaihdettava. Happilaitteilla ilma riittää 2–4 tuntia, mutta happilaitteiden käyttö on niin kova rasitus elimistölle, että työteho on alhainen. Maan alla kuumuus voi nousta niin korkeaksi, etteivät palomiehet suojarustuksesta huolimatta pääse lähellekään palopesäkettä. Tällöin ainoa keino sammuttaa palo tai jäähdyttää

tilaa niin paljon, että palomiehet pääsevät sammuttamaan palon, on automaattinen sammutuslaitteisto.

Uloskäytävät

Jokaisen maanalaisissa tiloissa liikkuvan ihmisen perusoikeus on paeta mahdollista onnettomuutta tai vaaratilannetta. Uloskäytävien sijaintiin, lukumäärään ja käytettävyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota siten, että

- sijainti on helposti hahmotettavissa ja helppokulkuinen
- uloskäytävien lukumäärä ja etäisyys uloskäytävään valitaan rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukaisesti tai toiminnallisen mitoituksen edellyttämällä tavalla
- käytettävyys toteutuu, eli uloskäytävät pysyvät savuvapaina, ne eivät ole lukossa, eikä niissä tai niihin johtavilla reiteillä säilytetä tavaraa
- jos kuljettava matka uloskäytävän sisällä (vaakaetäisyys + pystyettäisyys) ylittää 50 metriä, uloskäytävät ylipaineistetaan (Ylipaineistetun uloskäytävän pituus ei saisi ylittää 200 metriä.)

Paloilmoitus

Maan alla on runsaasti tiloja, joissa ei jatkuvasti oleskele ihmisiä. Tällaisissa tiloissa palo voi kehittyä pitkään ennen sen havaitsemista, etenkin jos tilan happensaanti on rajoitettua, kuten maan alla usein on. Pitkään hitaasti kehittynyt palo on usein vaarallinen sen kehittämisen hiilimonoksidin takia. Hiilimonoksidi on paitsi hyvin myrkyllistä, myös huomattoman palava kaasua. Kun tilaan syystä tai toisesta virtaa happirikasta ilmaa, voi palaa räjähdyksenomaisesti. Seurauksena voi olla voimakas, yllättävä ja nopeasti leviävä palo.

Kaikki maanalaiset tilat tulisi varustaa automaattisella paloilmoituslaitteistolla. Tämä koskee erityisesti teknisiä tunneleita ja muita tiloja, jos niitä ei ole suojattu automaattisella sammutuslaitteistolla.

Monissa maanalaisissa tiloissa on pölyistä ja kosteaa, ja lisäksi lämpötila voi vaihdella merkittävästi. Näihin tiloihin ei perinteinen pistemäinen savuilmaisoin sovi kovin hyvin. Pisteilmaisimen sijasta voidaan käyttää esimerkiksi näytteenottojärjestelmää tai paloilmainsikaapelia. Näistä jälkimmäinen on myös helppo huoltaa, se kestää painepesun ja kaapeliosuus

on lähes kulumaton. Korkeaa lämpötilaa sietävillä kaapeleilla voidaan myös mitata tilan lämpötilaa palon tai muun onnettomuuden aikana. Näin saadaan nopeasti yleiskuva tilanteesta ja esimerkiksi pelastustoimen lähestymäsuunnan valinnalle tarpeellista tietoa.

Savunpoisto

Savunpoistolla luodaan edellytykset pelastuslaitoksen henkilöstön toiminnalle palotilanteessa. Savunpoiston tarkoituksena on poistaa savua ja lämpöenergiaa tilasta siten, että palon leviämisaika pienenee ja palon hallinta ja sammutus helpottuu. Savunpoisto hidastaa savun leviämistä ja antaa lisää aikaa ihmisten poistumiselle.

Koska savua syntyy tulipalossa aina runsaasti, tavoitteena ei ole tehdä tiloista kokonaan savuvapaita. Savun kulkeutessa tilassa siihen sekoittuu puhdasta ilmaa ja savun tilavuus kasvaa. Käytännössä rakennuksen sisälle (maan päällä tai maan alla) ei ole mahdollista toteuttaa sellaista savunpoistoa, joka takaa hyvän näkyvyyden tiloissa palon jatkuessa pidempään.

Savunpoiston toiminnan tulisi olla automaattista sellaisissa tiloissa, joissa oleskelee paljon ihmisiä. Näin savunpoisto käynnistyy jo ennen palokunnan saapumista ja poistumiseen voitetaan lisää aikaa. Automaattista savunpoistoa ohjaa paloilmoitinkeskus, joka saatuaan tiedon palon sijainnista antaa ohjauksen savunpoiston ohjauskeskukselle savunpoiston käynnistämiseksi oikealla alueella. Manuaalista savunpoistoa ohjaa palokunta savunpoiston ohjauskeskuksen kytkintaulusta.

Maanalaisissa tiloissa savunpoisto toteutetaan lähes poikkeuksetta koneellisesti. Erittäin syvällä olevissa maanalaisissa tiloissa myös savunpoiston korvausilma joudutaan usein johtamaan koneellisesti, etenkin jos painovoimaisesta reitistä muodostuisi ahdas ja mutkikas. Korvausilman määrän tulisi olla savunpoistossa poistuvan suuruinen.

Savunpoiston mitoituksessa käytetään usein niin sanottua prosenttimitoitusta, joka ei ole kovin hyvin teknisesti perusteltu, mutta jota paremman puutteessa on helppo käyttää. Maankäytön suunnittelussa maanalaisissa tiloissa mitoitusprosenttina tulisi käyttää yleensä 0,5 % lattiapinta-alasta. Tiloissa, joissa palokuormaa on vähän, voidaan käyttää mitoitusarvona 0,3 %.

Ajoneuvotunneleissa savunpoiston

mitoitus tulisi olla sellainen, että tunnelin poikkileikkauksella saavutetaan ohjeellisesti 2,5 m/s virtausnopeus. Tällöin savukaasujen virtaus savunpoiston suuntaan vastaan voidaan estää.

Teknisten tunneleiden savunpoisto perustuu usein palokunnan oman liikuttavan tuuletuskaluston käyttöön, mutta niissäkin savunpoisto pitää suunnitella ennalta kuiluyhteyksineen ja tilavarauksineen.

Savunpoisto pitäisi pyrkiä järjestämään siten, että ilma saadaan liikkeelle tilassa. Toisin sanoen savunpoiston imupisteet tulisi sijoittaa tilan toiseen päähän mahdollisimman ylös ja korvausilman syöttö tilan vastakkaiseen päähän, tilan alaosaan.

Savunpoistomäärät ovat usein suuruusluokaltaan useita kymmeniä kuutiometrejä sekunnissa ja korvausilmaa tarvitaan yhtä paljon kuin savunpoistoa. Kun suurin virtaus kanavassa tulisi rajoittaa noin 10 m/s, tarvitaan sekä savunpoiston että korvausilman käyttöön yleensä usean neliön kuiluja. Ylipaineistettujen tilojen kuilutarvetta entisestään, koska tyyppillisesti yksi ylipaineistettu tila vaatii noin 1 m² kuilupinta-alaa.

Materiaalin merkitys palokuorman

Maanalaisissa tiloissa seinien, kattojen ja lattiamateriaalien tulisi olla paloteknisesti korkealuokkaisia. Katon palotekniset ominaisuudet ovat kaikkein ratkaisevimpia. Seinien materiaalilla on suuri merkitys. Lattian materiaalilla on yleensä oleellinen merkitys vain, jos käytetään paloteknisesti huonoa (helposti syttyvää tai paloa nopeasti levittävää) materiaalia.

Katoissa ja seinissä tulisi käyttää materiaaleja joiden osallistuminen paloon on erittäin tai hyvin rajoitettua ja savuntuotto on erittäin vähäistä (Rak MK E1)

Käyttämällä korkealuokkaisia pintamateriaaleja vähennetään samalla palokuorman tilassa.

Materiaalin paloteknisillä ominaisuuksilla tarkasteltaessa huomioidaan

- syttymisherkkyys (kuinka helposti materiaali syttyy)
- palon levittämisoiminaisuudet (palon leviämisenopeus materiaalin pinnalla)
- savuntuotto ja syntyvän savun myrkyllisyys (kuinka nopeasti esim. huonetilan olosuhteet muuttuvat vaaralliseksi)
- palokuorman määrä (kuinka palo pääsee leviämään tilassa ja kuinka kauan palo kestää)

Liikennetunneleissa ajoradan materiaalina on "paloteknisistä syistä" vierastettu asfalttibetonia. Asfalttibetonin riskit ovat kuitenkin pienemmät kuin yleisesti luullaan. Jos liikennetunnelissa, jossa ei ole liittymiä, saadaan aikaan niin iso palo, että asfalttibetoni osallistuu paloon, ei asfalttibetonin palokuormalla enää ole oleellista merkitystä palon kehitykseen tai keston.

Asfalttibetoni on jossain määrin hankalaa pelastustoiminnan kannalta, koska se muuttuu tahmeaksi kuumetessaan. Lisäksi asfalttibetonin tekovaiheeseen sisältyy oma riskinsä, kun tunneliin ajetaan suuria määriä nestekaasua sisältäviä työkonetta, joissa asfalttia pidetään kuumana. Jos nämä riskit hyväksytään tai hallitaan, ei asfalttibetonin käyttö liikennetunnelien ajoradassa muodosta merkittävää paloturvallisuusriskiä.

Verrattuna palamattomaan vaihtoehtoon, eli betoniin, on asfalttibetonilla myös hyötyjä riskien kannalta. Betonin tiiveyttä lisäävät pinnoitteet ovat usein ongelmallisempia palossa kuin itse asfalttibetoni. Kuumuuden vaikutuksesta pinnoite voi lammikoitua ja lisätä palon leviämisenopeutta. Betonirakenteen korjaaminen kestää yleensä huomattavasti kauemmin kuin asfalttibetonin. Tänä aikana työmaa ja muut poikkeusjärjestelyt lisäävät riskiä liikenneonnettomuuksille ja sitä kautta myös tulipaloille.

Lisäksi on muistettava päällysteiden korjaus- tai uudistamistarve ja sen vaikutus tilan käyttöön.

Automatiikka

Lukuisia järjestelmiä voidaan ohjata automaattisesti paloilmottimen tai muun impulssin ohjaamana ja siten parantaa turvallisuutta. Esimerkiksi palo-ovia, hissejä ja liukuportaita, valvontakameroita, ilmanvaihtoa, savunpoistoa, kuulutus- ja opastusjärjestelmiä, lukitusta ja kulunvalvontaa sekä lukuisia muita järjestelmiä voidaan ohjata automaattisesti turvallisuuden parantamiseksi.

Kehittyvä tekniikka mahdollistaa yhä parempien ja monipuolisempien systemien rakentamisen. Toisaalta moni nykyaikainen järjestelmä on haavoittuvampi ja herkempi ulkoisille häiriöille kuin perinteiset "mekaaniset" järjestelmät.

Automatiikka tulisi suunnitella siten, että kriittiset järjestelmät on kahdennettu (esim. kaksi riippumatonta vesilähdettä sprinklerillä) ja niin etteivät kaikki järjes-

telmät ole riippuvaisia yhteisistä tekijöistä (esim. paloilmottimilaitteistosta tai tiedon-siirtoreitistä).

Valaistus palotilanteessa

Maan alla valaistus on elinehto. Merkki-valaistus osoittaa uloskäytävien sijainnin. Turvavalaisus antaa tilaan yleisvaloa sen verran, että tilan hahmottaa ja sieltä on riittävän turvallista poistua. Tiloissa joissa on vaarana, että savu täyttää koko tilan, on harkittava merkkivalojen sijoittamista alas.

Kaikissa maanalaisissa tiloissa tulisi edellyttää merkkivalaistusta. Pieniä teknisiä tiloja ja teknisiä tunneleita lukuun ottamatta kaikissa maanalaisissa tiloissa tulisi edellyttää turvavalaisusta. Molempien valaistusten tulee toimia vähintään 60 minuuttia normaalin sähkönsyötön katkeamisen jälkeen.

Rakenteellinen kestävyys tulipalotilanteissa

Maanalaisissa tiloissa lämpökuormitus kantaviin rakenteisiin on suuri, jollei lämpöä poisteta tehokkaasti savunpoistolla tai sidota tehokkaasti automaattisella sammutuslaitteistolla. Henkilöiden poistumisen ja pelastushenkilöstön työn turvaamiseksi kantavien rakenteiden palokestävyys on kiinnitettävä erityistä huomiota. Jos kantavat rakenteet ovat kallion tukirakenteita ja rikkoutuessaan voivat aiheuttaa kallion stabiliteettiongelmiä, on ne mitoitettava normaalimääräyksiä tiukemmin. Liikennetunneleiden rakenteiden kestävyys on olemassa tihallinnon tunneliohjeet (tällä hetkellä luonnosversiona).

Opastus ja osoitteet

Maan alla orientoituminen on vaikeaa, koska kiintopisteet puuttuvat. Maanalaisiin tiloihin tulisi luoda osoitejärjestelmä, joka toisaalta luontevasti liittyy maanpäälliseen järjestelmään ja toisaalta on riittävän tarkka ja yksiselitteinen.

Ihmisten pitää pystyä hahmottamaan mihin päin he ovat menossa ja missä he ovat suhteessa maanpäälliseen maailmaan. Tähän tarkoitukseen sopisi esim. järjestelmä, jossa maan alla kerrotaan maanpäällisten katujen kohdat kylteillä. Vaihtoehtoisesti maanalaisilla reiteillä olisi yksinkertaisesti omat nimensä ja oma karttansa. Lisäksi kylteissä tulisi olla järjestelmä joka kertoo ilmansuunnat. Esimerkiksi pohjoisen puoleinen pää kyltistä

olisi tietyn värinen. Tällöin maan alla voi suunnistaa ilman karttaakin. Erityisen tärkeää tämä on poikkeustilanteessa.

Hätätilanteessa sekä hätäilmoituksen tekijällä, hätäkeskuksella että pelastusyksiköillä täytyy olla yksiselitteinen paikkatieto, missä onnettomuus on tapahtunut. Tämä on erityisen tärkeää maan alla, jossa pääsy maanalaisiin tiloihin on rajoitettu pystykuiluihin. Tähän tarkoitukseen sopisi järjestelmä, jossa maan alla olisi koordinaatisto, jonka solmupisteissä (esim. 25 metrin välein) olisi kyltti tai maalattu koordinaatti. Vaikka soittajalla ei olisi mitään tietoa olinpaikastaan, voisi hätäkeskus opastaa etsimään (esim. keltaista 10 x 20 cm) kylttiä seinältä. Maanalaisten tilojen sisäänkäyntien yhteyteen sijoitetaan opaskartta. Opasteet ovat käytössä jo useissa Helsingin maanalaisissa tiloissa ja tunneleissa. Opastejärjestelmiä kehitellään edelleen.

Sammutusveden hankinta

Pelastuslain mukaan kunnan velvollisuus on järjestää sammutusvettä palokunnan tarpeeseen. Maan päällä on palopostiverkosto, josta palokunta ottaa tarvittavan sammutusveden.

Maan alla sammutusveden johtaminen pitkiä matkoja palokunnan omin letkuin on usein käytännössä mahdotonta. Tästä syystä sammutusveden ottopaikkoja (paloposteja) tulisi olla joka kerrostasolla, vaakasuunnassa enintään 100 metrin välein. Jos putkiston kokonaisuudesta ei ylitä 200 metriä, voidaan käyttää kuivaa putkistoa, jonka palokunta täyttää maanpäällisestä syöttöpisteestä.

Maanalaisten tilojen sammutusveden ottopisteet tulisi sijoittaa lähelle palokunnan hyökkäysreittejä, ei kuitenkaan niin, että vedettävä letku estää oven sulkemisen.

Sammutusveden käytön seurannaisvaikutukset

Vesi on erinomaisen tehokas sammutusaine, joka teoriassa vähäisenäkin määränä riittää sammuttamaan isohkon palon. Käytännössä vain pieni osa vedestä saadaan oikeaan paikkaan suuren osan päätyessä tilan lattialle. Mitä suurempi palo, sitä vaikeampi palon lähelle on päästä - ja sitä enemmän kertyy hukkavettä. Automaattinen sammutuslaitteisto suihkuttaa vettä riippumatta siitä, onko palo jo sammunut, kunnes palokunta sulkee suihkutuksen.

Sammutusveden poisjohtamiseen pi-

tää varautua viemäristön mitoituksella.

Lisäksi on huomioitava, että tulipalossa veden seassa ajelehtii usein roskaa, joka tukkii osan viemärien kaivoista. Kaivojen lukumäärässä tulisikin huomioida tukkeutumisvaara.

Tiloissa, joissa voi olla palavia nesteitä (esim. liikennetunnelit) tulisi olla myös sammutusveden keräilyallas.

Sammutus- ja pelastusreitit

Palokunnan pitää päästä nopeasti ja turvallisesti paikkaan, jossa apua tarvitaan. Seuraavat asiat on huomioitava sammutus- ja pelastusreittien sijoituksessa

- kullekin alueelle tulee olla ainakin kaksi sammutus- ja pelastusreittiä
- sammutus- ja pelastusreittien tulee olla ylipaineistettuja
- sammutus- ja pelastusreitit tulisi olla eri palo-osastoa tai savulohkoa kuin maanpäällisten rakennusten uloskäytävät, jotta maanalaisista tiloista leviävä savu ei pysty suoraan leviämään maanpäällisiin tiloihin
- kaikista tiloista pitäisi olla mahdollisuus kuljettaa potilas paareilla
- ajotunnelit tulisi mitoittaa sairausautojen korkeuden (3,0 m) mukaan
- sairausautojen tulee päästä vähintään alueen rajalle, esim. pysäköintilaitoksen ja ajotunnelin liitoskohtaan, jossa tulisi olla mahdollisuus turvallisesti pysäköidä ja kääntää ajoneuvo

Tietoliikenneyhteydet

Hyvin toimivat viestiyhteydet ovat välttämättömiä palokunnan pelastustoiminnalle. Maan alla yleiset viestiyhteydet eivät toimi, joten yleensä maanalaisiin tiloihin on edellytetty rakennettavaksi viranomaisradioverkko VIRVE:n tukiasemia niin, että palokunnan radiot kuuluvat kattavasti. Koska radiotekniikka on herkkää kuumuudelle, tulisi varajärjestelmäksi rakentaa palokunnan kiinteälinjainen kenttäpuhelinjärjestelmä. Järjestelmä on edullinen toteuttaa ja vaatii vähäistä ylläpitoa.

Turvavalvomo

Maanpäällisen rakennuksen koosta, muodosta, olemuksesta ja olosuhteista saa yleensä kuvan tarkastelemalla rakennusta ulkopuolelta. Samoin palon tai muun onnettomuuden kehittymisestä saa ainakin jonkinlaisen käsityksen rakennusta tarkkailemalla. Pelastustoimintaa johdetaan

joko johtautosta tai läheiseen rakennukseen perustettavasta johtopaikasta, josta on hyvä näkymä onnettomuuspaikalle. Maanalaisessa maailmassa on tällainen johtokeskus luotava etukäteen.

Kaikkien alueiden tulee kuulua valvonnin piiriin. Valvomoon voidaan liittää useampi maanalainen tila tai liikennetunneli. Valvomoon tulisi koota kaikki turvallisuuteen liittyvä tieto ja ohjausjärjestelmät. Valvomo ei saa olla suorassa yhteydessä alueeseen. Valvomon sijainti ja tekninen toteutus tulee olla sellainen, että se suurenkin onnettomuuden aikana pysyy toimintakykyisenä mahdollisimman pitkään. Tällöin valvomo toimii johtokeskuksena.

Maankäytön suunnittelu

Maanalaisten tilojen palo- ja pelastusturvallisuuden maankäytön suunnittelussa on oleellista ottaa huomioon eri järjestelmien vaatimat tilavaraukset sekä huomioida tilojen ketjuuntumisen vaikutukset. Poistumisteiden määrät ja savunpoiston tilavaraukset on määriteltävä jo varhaisessa vaiheessa, jotta niille on löydettävissä tilat rakennussuunnitteluvaiheessa. Pelastusturvallisuuden takaamiseksi jokaisella tilalla tulisi olla osoite.

8. TALOTEKNIikka

Maanalaisissa toiminnoissa on ensiarvoisen tärkeää turvata talotekniikan toimivuus.

Valaistus ja viestintäteknikka varmistetaan varajärjestelmillä tiloissa, joissa ihmiset liikkuvat ja kokoontuvat. Vähäinenkin häiriö sähkön jakelussa tai äänen-toistossa aiheuttaa käyttäjien keskuudessa hämmennystä ja epävarmuutta.

8.1. LÄHTÖTIEDOT

Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon mitoituksessa oleellisena lähtötietona on tilaan suunnitellun toiminnan laatu, määrä ja laajuus realistisesti. Mitoitukseen vaikuttavat tekijät voivat muuttua suunnittelun edetessä ja näin ollen alustavissa varauksissa on otettava huomioon suunnittelun tarkentumisen varmuusmarginaali. Näitä muuttuvia tekijöitä ovat mm. henkilömäärät, lämpökuormat, kosteuskuormat, erilaisten haitta-aineiden määrät, liikennemäärät sekä tilan ilmanpaineenvaihtelut (piippuilmio).

Kampin linja-autoterminaalien ilmanvaihtokanavia.
Peik Salonen



Vuotovesien määrä

Vaikka kalliotiloja pyritään tiivistämään, vuotaa niistä aina vesiä, joiden poistamiseen on varauduttava. Tällöin pumppujen tehot on suunniteltava tarpeeksi isoiksi, koska vuodenajan vaihtelu saattaa oleellisesti vaikuttaa vuotovesien määrään. Pumpuilta lähtevän viemäriverkoston mitoitus on myös tarkistettava, jotta se on riittävä sekä perus- että viemäri-vesien poistamiseen. Häiriötilanteen tulvan estämiseksi pumppaamoon on varattava riittävä varovesiallas.

Kalliotilojen ruiskubetonipinnoista haihtuu vettä ilmaan. Jos ilmanvaihto ja siinä oleva kuivaus ei ole riittävää, hallittu haihtumisen sijasta muodostuu kattoon tai seinille vuotokohtia.

Viemärien padotuskorkeustiedot

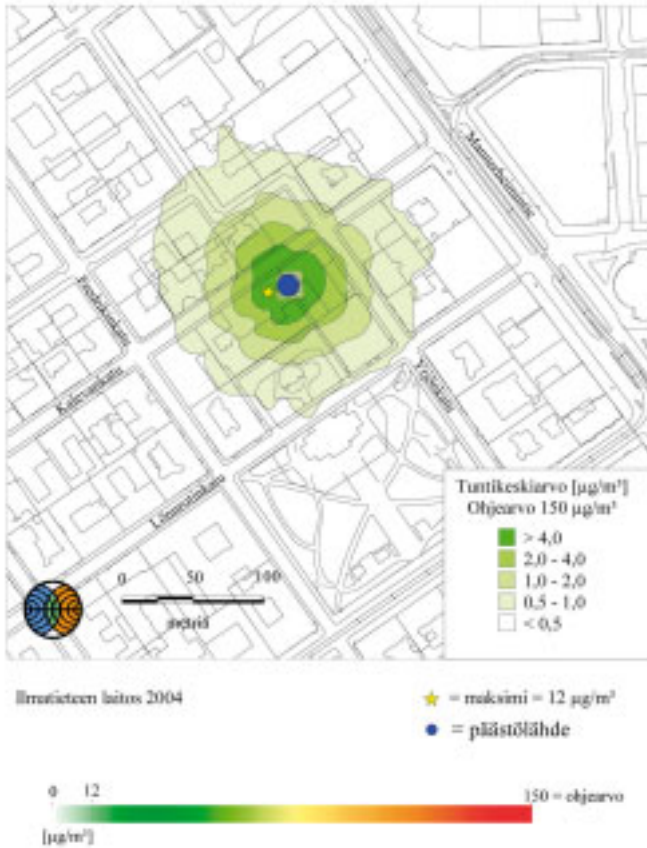
Maanalaiset tilat ovat pääsääntöisesti viemärien padotuskorkeuden alapuolella. Tällöin on erittäin tärkeää huomioida padotustilanteet, ettei viemäri pääse tulvimaan maanalaisiin tiloihin.

Maanpäällisten IV-yhteyksien mitoitus

Maanpinnalla olevan tilanpuutteen vuoksi ilmanvaihtokuilujen ja säleikköjen pinta-ala mitoitetaan usein riittämättömän pieniksi, jolloin painehäviöt ja puhaltimien sähkötehot nousevat. Tällöin syntyy lisääntynyttä ja ilmamäärät jäävät suunniteltua pienemmäksi. Tämä johtaa usein meluhaittoihin ja riittämättömään ilmanvaihtoon.

Maanpäällisten IV-yhteyksien sijoitus

Ilmanvaihtoyhteyksien väärä sijoittaminen maanpinnalla voi aiheuttaa likaisen ja jopa myrkyllisen ilman pääsyä maanalaisiin tiloihin. Pilaantuneen ilman pääsyn estämiseksi on pintayhteyksien sijoituksessa huomioitava jätekatokset, liikenneväylät, savunpoiston ja jäteilman ulospuhalluspaikat, vesi ja lumi sekä maanpäällisten onnettomuuksien mahdolliset seuraukset, jolloin esim. liikenneonnettomuudessa IV-yhteyksien kautta tilaan valuu nesteitä ja kaasuja.



Maanalaisen tilan aiheuttamien typpidioksidipäästöjen leviäminen (Keskustan huoltotunneli).

Sijoituksessa huomioidaan Rakennusmääräyskokoelman osan D2 "Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2003".

Savunpoiston toiminnan toimintavarmuus ja riittävyys

Savunpoiston suunnittelussa on varmistettava, että savunpoisto ei epäonnistu tilan hormivaikutuksen eikä vallitsevien tuuliolosuhteiden johdosta. Lisäksi on varmistettava savunpoiston hallittu korvausilmajärjestelmä. Savunpoistoa on käsitelty tarkemmin kohdassa palo- ja pelastusturvallisuus.

Äänentoiston riittävyys

Äänentoistoon ei useinkaan maanalaisissa

tiloissa kiinnitetä riittävästi huomiota. Tämä voi johtaa esim. hätäkuulutusten epäonnistumiseen. Kriisitilanteessa toimivien laitteiden äänentoiston tulee olla riittävä silloinkin, kun esim. savunpoistopuhaltimet ja varavoimakoneet häiritsevät kuulutusta.

Valaistus

Tilojen valaistus suunnitellaan siten, että se takaa riittävät valaistusolosuhteet ja tarvittaessa ohjaa toimintaa halutuille reiteille. Jos tiloille on tiedossa jo suunnitteluvaiheessa useita eri käyttötarkoituksia, tulee valaistuksen toteuttaa kaikkien suunniteltujen toimintojen vaateet. Valaistuksen puutteet lisäävät onnettomuusriskiä ja turvattomuuden tunnetta.

8.2. RAKENTAMINEN

Kaapeli- ja putkivauriot

Rakennusvaiheessa on tärkeää tarkistaa kaapelien ja putkien sijainnit, ettei maankaivu vaurioita niitä. Kaivantojen tukiseinät on suunniteltava siten, ettei niiden takana olevat putkistot pääse liikkumaan ja vaurioitumaan.

Talotekniikan asennusvaiheessa voivat virheet asennus-, tuenta- tai täyttövaiheissa tai mahdolliset kaapelipalot aiheuttaa vahinkoja.

Keskeneräisten viemäriverkoston padottaminen

Rakennusvaiheessa syntyy tilanteita jolloin avonaisten viemäripäiden tulviminen padotustilanteessa on mahdollista. Näiden hetkien on oltava mahdollisimman lyhyitä ja ne on ajoitettava sellaisiin ajankohtiin, jolloin verkoissa ei esiinny padotusta.

Työmaalämmityksen keskeytyminen

Työn aikana, kun tiloissa ei ole vielä lopullista lämmitysjärjestelmää, saattavat työmaalämmityksen häiriötilanteessa putkistot jäättyä aiheuttaen putkirikkoja ja vesivahinkoja.

Putkivaurioista aiheutuvat vesivahingot

Putkivauriosta aiheutuvat vesivahingot saattavat aiheuttaa kosteusherkkien rakennusmateriaalien kastuessa niiden vaihtamistarpeen ja talotekniikan laitteet saattavat rikkoutua.

Ilmanvaihtojärjestelmän likaisuus

Rakennusjätteiden jääminen ilmanvaihtokanavistoon muodostaa kasvualustan erilaisille mikrobeille, jotka myöhemmin käytön aikana pilaavat ilmanlaatua.

Ilmanvaihtojärjestelmän toimimattomuus

Rakentamisaikana saatetaan vaihtaa suunniteltuja laitteistoja "samanlaisiin vastaaviin". Vastaavat laitteet eivät kuitenkaan välttämättä ole täysin vastaavia, jolloin ne eivät toimikaan aivan suunnitellusti. Seurauksena on laitteen alimitoitus, eikä tavoiteilmamäärä saavuteta. Kanaviston asennuksessa tehty suunnittelemattomat mutkat aiheuttavat painehäviöitä, mikä johtaa ilmamäärän riittämättömyyteen.

8.3. KÄYTÖN AIKA

Sähkökatkot

Sähkökatkot saattavat johtua sähköliittymien vaurioista, kiinteistön sähköverkon ylikuormituksesta tai yleisen sähkönjakeluverkon häiriöistä. Sähkökatkos saattaa aiheuttaa ongelmia valaistuksessa, ilmanvaihdossa sekä muussa talotekniikassa. Sähkökatkoksesta voi pahimmillaan aiheutua ongelmia myös varavoiman toimintaan.

Ilmanlaatu

Käytön aikana ilmanlaatu saattaa ajoittain heiketä. Tavalliset syyt tälle ovat ilmastoinnin mukana tulevat nesteet ja kaasut, ilmastointijärjestelmän säätöjen häiriöt, ilmastointikoneiden toimimattomuus, likaiset suodattimet, likaiset kanavat (tarvitaan nuohous), tukkeutuneet rasvanpoistokanavat sekä jäähdytyslaitteiden toimimattomuus.

Vesivuodot

Pienet vesivuodot maanalaisissa tiloissa aiheuttavat samanlaisia ongelmia kuin maanpäällisissä tiloissa. Vesivahingoista seuraa haittoja sekä rakenteille että toiminnalle. Merkittävin seuraus on home, joka pilaa tilan sisäilman.

Ulkoisten olosuhteiden vaikutus tulipalotilanteessa

Tuuliolosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti maanalaisien tilojen savunpoistoon. Savunpoisto on suunniteltava niin, että vallitsevan tuulensuunnan mukaisesti sekä savunpoisto että korvausilmanotto toimivat. Savunpoistolle on hyvä olla myös vaihtoehtoinen reititys, joka toimii silloin kun tuuliolosuhteet ovat normaalia poikkeavat.

Viemärit

Maanalaisissa tiloissa, joissa useimmiten toimitaan viemäriin padotuskorkeuden alapuolella, viemärien toimimattomuus voi aiheuttaa vesivahinkoja tai pahimmillaan tulvan. Näitä viemärijärjestelmän häiriöitä voivat aiheuttaa mm. liittymien toimintahäiriöt (esim. putkirikko tai jäätyminen), pumppaamon toimimattomuus, pudotuskaivojen toimiminen väärin päin tai niiden paineistuminen esim. tulvan johdosta.

Viemäriverkoston rikkoutuminen padotuskorkeuden alapuolisissa tiloissa on ennakoitava viemärimateriaaleja valittaessa.

Suunniteltu kokonaisuus

Suuret kokonaisuudet on voitava jakaa toimiviin osakokonaisuuksiin, jolloin minimoidaan todennäköisimmät kokonaisuuden toimintahäiriöt, joita ovat

- kaukovalvonta ei toimi
- järjestelmien ohjauksen tietoverkko ei toimi ja varajärjestelmää ei ole (virukset, sähkökatkot)
- järjestelmäkokonaisuutta ei hallita
- suuret tilakokonaisuudet mahdollistavat ilmanpaineen vaihtelun, jolloin ilmanvaihto ei toimi suunnitellulla tavalla
- tilasuunnittelun ja talotekniikan yhteensopimattomuus (vierekkäisten tilojen erilaiset vaateet aiheuttavat olosuhteiden hallitsemattomuutta)
- taloteknisten olosuhteiden heikko hallinta (tiedonpuute, mittauspisteiden vähäinen määrä tai epäonnistunut valinta)
- häiriöalttius ja toimintavarmuuden puutteet
- ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama melu

Laitteiden ylläpito

Laitteiden ylläpidon laiminlyönti johtuu yleensä perehtymättömyydestä. Vajain tietotaidollisin resurssein väärin säädetyt laitteet toimivat väärin ja huoltamattomat laitteet saattavat lakata toimimasta, jolloin ne itse lisäävät poikkeustilanteen riskiä.

8.4. TALOTEKNIikka MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA

Riittävän ilmanvaihdon takaamiseksi tulee maanpäällisten IV-yhteyksien tilanvarauksen olla mitoitettu riittäviksi. Tilavarauksen tulisi sisältää myös muutos- ja laajenemisvarauksia. Jäteilman ulospuhallus on järjestettävä niin, ettei se aiheuta haittaa maan päällä. Raittiin ilmanoton sijoituspaikkaa valittaessa on huomioitava etäisyydet liikaisen ilman lähteisiin.

Ulkoilmalaitteita ei tulisi sijoittaa 8 metriä lähemmäksi ulkoilmaa pilaavista lähteistä, kuten tuuletusviemäreistä tai autojen pysäköintipaikoista. Ulkoilmalaitteiden ei myöskään tulisi sijaita alle 2 metriä maanpinnasta. Poikkeuksena ovat tilapäiseen oleskeluun tarkoitettujen tilojen ulkoilmalaitteet, jotka voidaan sijoittaa maanpintaan tai sitä ylemmäksi. (ks. Maanpäällisen IV-yhteyksien sijoitus RakMKD2).

Suurissa tilakokonaisuuksissa (esim. kunnallistekniikan verkostot) tulee varautua siihen että savunpoistotuuletukseen vaikuttaa tunnelitason ja savunpoistoaukon läheisyyden ilmanpaineolosuhteet. Usein onkin tarkoituksenmukaista suunnitella savunpoistolle vähintään kaksi eri suuntaa toimintavarmuuden takaamiseksi.

9. MAANALAINEN LIIKENNE

Liikenneväyliä sijoitetaan maan alle, kun halutaan eheyttää yhdyskuntarakennetta tai kun halutaan turvata viheralueiden yhtenäisyys. Keskusta-alueiden maanalaiset väylät palvelevat myös elinkeinoelämän tarpeita silloin, kun sijoitetaan pysäköinti ja huollon tarvitsemat yhteydet maan alle maanpäällisen toiminnan tehostamiseksi.

Liikennemäärät ja sen haitat kasvavat jatkuvasti. Kun liikenneväyliä sijoitetaan maan alle, voidaan maanpäällisen katuverkoston kuormitusta vähentää ja liikenteen riskejä pienentää.

Maanalaisille ajoväylille tyypillistä on, että

- tilassa vallitsee "kesäkeli" vuodenajasta riippumatta
- lumitilavaateita esiintyy ainoastaan suuaukoilla
- tavanomaiset ympäristöärsykkeet puuttuvat
- suuaukkoja lukuun ottamatta valaistus

tunnelissa on tasainen ja hyvä vuoden- ja vuorokauden ajasta riippumatta

- osa käyttäjistä kokee tunnelissa ajon epämiellyttävänä
- kaltevuuden suuruus ja sen muuttuminen ovat vaikeasti havaittavissa
- toiminta onnettomuustilanteissa on vaikeampaa kuin maanpinnalla

9.1. MAANALAISEN AJONEUVOLIIKENTEEN SUUNNITTELUN OHJAUS

Tunneleiden liikenteen suunnittelua ohjaavat eri ohjeet ja määräykset riippuen väylän luokasta. Maantieliikennetunneleiden suunnittelua ohjaa osin EU:n direktiivi. Direktiivin vaatimuksia sovelletaan Euroopan TERN tieverkon yli 500 metriä pitkiin tunneleihin. Muihin tunneleihin ohjetta voidaan soveltaa soveltuvin osin. Suomessa ei ole tällä hetkellä yhtään yli 500 metriä pitkää tietunneliä, joita direk-

tiivin määräykset koskisivat. Valtatielle 1 rakennettava 2,2 km pitkä Karnaisten tunneli ja Vuosaaren satamayhteyden 1,6 km pitkä tietunneli kuuluvat valmistuttuaan direktiivin vaatimusten alaisiin tunneleihin.

Tiehallinto on parhaillaan laatimassa ohjeita tietunneleiden suunnitteluun. Luonnosversio täyttää direktiivin vaatimukset, osin jopa ylittää ne.

Katutunneleiden ja vähän liikennöityjen ajoyhteyksien suunnitteluun ei ole kattavia suunnitteluohjeita. Katutunneleiden suunnittelussa ei voida suoraan käyttää tietunnelidirektiiviä, koska kadut poikkeavat ominaisuuksiltaan ja suunnittelun reunaehdoiltaan pääteistä. Katu-, huolto- ja pysäköintitunneleiden suunnittelussa on sovellettu tietunneleista annettuja ohjeita, maanpäällisten katujen katusuunnitteluohjeita sekä esim. RT-korttia 98-10481 Ajoväylät, hitaasti liikennöitävät.

9.2. LIIKENNETURVALLISUUS

Liikenneturvallisuus tunneleissa ei ole huonompi kuin vastaavanlaisilla maanpäällisillä tieosuuksilla.

Parempaan liikenneturvallisuuteen vaikuttavat mm. tunneleiden hallitut ja tasalaatuiset olosuhteet ja toiminnan vähäisemmät häiriötekijät.

Liikennenympäristön erilaisilla ominaisuuksilla voidaan säädellä väylän ajettavuutta ja kuljettajan toimintaa. Ajoväylän geometria, tilan optinen ohjaus ja valaistus luovat tilan, jossa kuljettajan on helppo orientoitua ja toimia oikein.

Maanalaiset liikenneväylät poikkeavat maanpäällisistä väylistä mm. olosuhteiden, näkemien ja geometrian osalta. Toisaalta tunneleihin kuuluu myös suuaukkojen siirtymäalue, jossa olosuhteet poikkeavat niin perusväylästä kuin tunnelista.

Tunneliin johtavan luiskan pituuskaltevuus pyritään valitsemaan riittävän suureksi, jottei tarpeettomasti tuhotäällä luiskalla kaupungin rakennettua ympäristöä tai luonnonympäristöä.

Liikennetunneli.



Geometrian suunnittelussa on otettava huomioon myös turvallisuusnäkökohdat, jotka ovat erityisen merkittäviä tunneleiden suuaukkojen läheisyydessä.

Maanalaisten liikennetunneleiden maanpäällisten yhteyksien, kuten uloskäytävien, ilmanvaihto- ja savunpoistonyhteyksien vaateet määräytyvät väylän statuksen mukaan. Maantietunneleiden osalta noudatetaan ensisijaisesti EU:n direktiivin määräyksiä. Muissa kohteissa sovelletaan RakMK E1 määräyksiä ja ohjeita. Kuitenkin paikalliset palo- ja pelastusviranomaiset tarkentavat kohteittain noudatettavia määräyksiä ja erityisohjeita.

9.3. LIIKENNEVÄYLÄN SUUNNITTELU

Maanalaiset ajoväylät voidaan jakaa hallintosuhteen mukaan tie- ja katutunneleihin sekä kadunomaisiin ajoväyliin. Kadunomaisia ajoväyliä ovat mm yksityiset huoltoväylät ja pysäköintilaitoksiin johtavat ajoväylät sekä näiden yhdistelmät. Tietunnelit ja korkealuokkaiset katutunnelit, joissa sallitaan lähtökohtaisesti vain eritaso- tai suuntaisliittymät voidaan mitoittaa Tiehallinnon ohjeiden mukaisesti (valmisteilla).

Erillisten katutunneliohjeiden puuttuessa katutunnelit ja kadunomaiset ajoväylät suunnitellaan käyttäen pääasiassa kadunsuunnitteluohjeistoja sekä soveltuvin osin myös Tiehallinnon ohjeistoja. Hyvin alhaisille ajonopeuksille, 10...20 km/h ei kuitenkaan löydy varsinaista ohjeistusta, joten mitoituksessa sovelletaan sekä kadunrakennusohjeita, pysäköintilaitosten ja huoltotilojen mitoitusohjeita (esim. RT-kortisto sekä ulkomaiset mitoitusohjeet) että soveltuvin osin esim. Tiehallinnon kevyen liikenteen suunnitteluohjetta.

9.4. AJOVÄYLÄN OPTINEN OHJAUS JA VALAISTUS

Maanalaisten ajoväylien ajettavuuteen vaikuttaa geometrian lisäksi väylän lii-

kenneympäristön ennakoitavuus ja ohjaavuus. Kuljettajan toimintaa ohjaavia tekijöitä ovat mm. liikennemerkkit, opasteet ja ajoratamerkinnyt. Optista ohjausta voidaan parantaa valaistuksella, rakenteiden yhtenäisyydellä ja värityksellä. Väylien visuaalisen ilmeen, valaistuksen ja värityksen tulee olla sellaisia, että kuljettaja voi ennakoida väylän kulun ja muutokset riittävän ajoissa.

Tietunnelit valaistaan niin että saavutetaan tasainen ja häikäisemätön valaistus kaikkina käyttöaikoina. Valaistuksella on ohjaava vaikutus ja valaistuksen tulee vastata väylän suuntausta. Valaisimet tulee sijoittaa toisistaan sellaiselle etäisyydelle, ettei mitoitusnopeudella synny valaistuskirkkaudeltaan häiritsevän erilaisia alueita.

Tunnelin suuaukoilla luonnonvalon ja tunnelivalaistuksen erot voivat johtaa kuljettajan hetkelliseen häikäistymiseen tai sokaistumiseen. Suuaukon lähestymisalueen valaistuksessa on huomioitava lähestymisluminanssi. (Tievalaistuksen suunnitteluohje, Tiehallinto). Lähestymisluminanssiin vaikuttavat mm. suuaukkojen sijainti, suuntaus, alueiden valaistus, pintojen materiaalit ja näkyvissä olevan taivaan osuus. Suuaukon lähestymisalueen luminanssiin voidaan vaikuttaa mm. seuraavin keinoin:

- suuntaamalla suuaukko niin että rajoitetaan auringonvaloa lähentymisalueelta.
- maaston muotoilulla ja istutuksilla rampin ympäristössä sijoittamalla esim. kasveja rampin läheisyyteen (näkemät huomioitava tarkasti)
- kattamalla ramppi osittain tai tukimureja käyttämällä
- vähentämällä lähestymisalueen pintojen valoisuutta esim. käyttämällä suuaukon ulkopinnoissa tummia värejä ja karkeahkoja pintoja

Tunnelin sisällä olevan kynnyksialueen tulee olla riittävän valoisa ja siinä tulee käyttää vaaleita värejä ja riittävää valais-

tusta varsinkin päiväsaikaan. Tietunneleiden valaistuksen suunnittelussa käytetään Tiehallinnon ohjetta, jota voidaan soveltaa myös kadunomaisten ajoväylien valaistuksen suunnittelussa.

9.5. AJOVÄYLÄN SUUNNITTELUPERUSTEET

Maanalaisen katuliikenteen ja kadunomaisten ajoväylien suunnittelussa huomioidavia turvallisuuteen liittyviä perusasioita ovat liikenneväylän poikkileikkaus, vapaa korkeus, pituuskaltevuus, maanalaiset liittymät sekä katuliittymät.

Maanalaisen ajoväylän poikkileikkaus valitaan liikenneteknisten vaatimusten ja teknisten laitteistojen tilatarpeiden perusteella. Varsinaisten ajoratojen lisäksi tunnelin leveyteen on huomioitava reunakivin erotettu jalkakäytävä. Reunakiven tehtävänä on estää ajoneuvoa suistumasta seinää päin. Tällä suojataan tunnelin rakenteita ja estetään ajoneuvon vaurioituminen. Reunakivikaista toimii häiriötilanteessa kävelykaistana. Poikkileikkauksen suunnittelussa on huomioitava myös pysähtymisnäkemä, jotta ajoneuvon kuljettaja voi normaaliolosuhteissa pysäyttää ajoneuvonsa ennen huomaamaansa estettä.

Tunnelin vapaa korkeus määräytyy suunnitteluperusteena olevan mitoitusajoneuvon mukaan. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että riittävä vapaa korkeus on mitoitusajoneuvon korkeus +0,3 metriä. Laajoissa tiloissa on suositeltavaa käyttää mitoitusajoneuvona vähintään ambulanssia jolloin vapaa korkeus olisi noin 3,0...3,5 metriä.

Maanalaisen ajoväylän pituuskaltevuus määräytyy kaupunkialueilla lukuisten pakkopisteiden mukaisesti. Maanalaisten pääväylien pituuskaltevuutta suunniteltaessa voidaan noudattaa Tiehallinnon ohjeita, mutta alempiluokkaisten väylien (muut kadut ja kadunomaiset väylät) pituuskaltevuus pitää tutkia tapauskohtaisesti. Yleensä katutunneleiden ja maanalaisiin tiloihin liittyvien ajotunneleiden pituuskaltevuus



Ruoholahden metroasema. Peik Salonen

9.7. RAIDELIIKENTEEN TILAT

Juna- ja metroliikenne

Raideliikenne on tehokas joukkoliikenne muoto hyvän välityskykynsä ja hallittavuutensa takia. Uusien tekniikoiden myötä raideliikenne on entistä ympäristöystävällisempää ja liikennöinti turvallisempaa. Edullisten joukkoliikennemahdollisuuksien luominen lisää myös eri väestöryhmien liikkumisen tasa-arvoisuutta sekä viihtymistä alueella.

Kaupungeissa maanalainen raideliikenne on nykyisin juna, metro tai pikaraitio liikennettä. Toiminta ohjataan maan alle, jos maan päältä ei löydy riittävästi tilaa, tai toiminnan nopeus on sellainen, ettei se sovellu turvallisesti kaupungin muuhun rytmiin, tai kun liikenteen kapasiteetti on niin suuri, että siitä aiheutuisi estevaikutusta maan päällä (arviolta yli 10.000 matkustajaa tunnissa).

Suunnittelun ohjaus

Ratatunneleiden ja asemien suunnittelua ohjaavat samat lait, asetukset ja ohjeet kuin maanpäällisiä osiakin. (Esim. Helsingin metron yleissuunnitteluohjeet, Raideliikennevastuulaki, Laki järjestyksen pitämisestä joukkoliikenteessä)

Rautatietunneleiden suunnittelu-, mitoitus- ja turvallisuusohjeet on esitetty Rata-hallintokeskuksen rautatietunnelien suunnitteluohjeissa (RAMO).

Metron tilojen suunnittelua ohjaa Metro suunnittelukäsikirja.

on pääväylien pituuskaltevuutta suurempi. Jyrkkyys painottuu varsinkin tunnelien alkuosaan, jotta tunnelilla päästään nopeasti olemassa olevan kaupunkirakenteen alle. Tunnelissa on huomioitava myös pituuskaltevuuden vähimmäisarvo, joka tunnelissa kuten muillakin ajoväylillä on kuivatussyistä 0,5-1 % tai enemmän.

Maanalaisissa liittymissä tarvitaan riittävät näkemät, jotta liittymään tulevista ajoneuvoista havaitaan muut ajoneuvot ja liikennetilanne. Näkemän kannalta hyviä liittymän paikkoja ovat tasausviivan suorat osat tai koverat taitteet sekä suora tai loivasti kaareva tieosuus. Epäedullisia liittymän paikkoja ovat tasausviivan kuperan taitteen kohta tai sen lähistö, jyrkät kaartteet sekä kohdat, joissa väylän pituus tai sivukaltevuus on suuri. Maanalaisissa liittymissä joudutaan usein käyttämään liikennepeilejä riittävien näkemien takaamiseksi. Liittymäkulman tulisi olla mahdollisimman lähellä suoraa kulmaa. Varsinkin kuorma-autoista on vaikea katsoa takaviistoon oikealle. Vinossa liittymässä tilantarve kasvaa ja ajolinjat muodostuvat epäselviksi. Liittymään ei tule johtaa neljää useampaa haaraa.

Tunnelin katuliittymässä on tunnelista ulosajavalla autoliikenteellä yleensä väistämisvelvollisuus, tarvittaessa paikallinen pysähtyminen. Liittymä voi olla myös valo-ohjattu (jopa suositeltavaa). Tunnelin suuaukolla näkemien tulee olla riittävät kaikkiin suuntiin. Suuaukolla tulee

ennen risteävää väylää tai sen viereistä kevyen liikenteen väylää olla vähintään mitoitussajoneuvon pituinen alue, jossa pituuskaltevuus on pieni. Havaittavuuden vuoksi tunnelin suuaukon järjestely on syytä tehdä katumaisesti. Pimeän tunneliaukon vaikutusta voidaan pehmentää käyttämällä tummia värejä ulkotiloissa ennen tunnelia ja vaaleita värejä sisätiloissa. Katuverkon liittymissä liukkauden torjuntaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Ajoradan päällyste voidaan tarvittaessa karhentaa pintakäsittelyllä. Ulosajorampit voidaan myös varustaa lumensulatusjärjestelmällä.

9.6. LIIKENTEEN OHJAUS

Liikennemerkeillä annettavan informaation tulee olla mahdollisimman yksinkertaista ja selkeää. Liikenteen ohjaukseen saa käyttää vain tieliikenneasetuksen mukaisia liikennemerkkejä ja tiemerkeitä. Liikennenympäristö tulee mahdollisuuksien mukaan suunnitella siten, että liikennemerkkejä tarvitaan mahdollisimman vähän.

Korkealuokkaisten katutunnelien, tarvittaessa alempiluokkaistenkin, liikenteen ohjausjärjestelmä muuttuvine opasteineen tulee ulottaa niin pitkälle katuverkkoon, että poikkeustilanteessa liikenne voidaan sujuvasti ohjata korvaavalle reitille. Tarvittaessa ajotunneli suljetaan puomein.

Tilojen ominaisuuksia

Asemat sekä niihin johtavat kulkutiet ovat osa joukkoliikennejärjestelmää ja sen palvelua. Tilojen toimivuus, väljyys, siisteys, valoisuus, sekä käyttäjien kokemus turvallisuuden tunne rakentavat kokonaiskuvaa kyseisestä palvelusta, liikennevälineestä ja sen turvallisuudesta. Turvallisuuden kokeminen on tärkeää; se voi vaikuttaa joukkoliikenteen käyttöön.

Maanalaisen raideliikenteen asemat ja niihin liittyvät jalankulkyhteydet ovat luonteeltaan siirtymätiloja, joissa ei olekella. Mitoituksen tulee olla riittävä suunnitellulle liikennemäärälle. Ahtaat tilat aiheuttavat laiturialueiden ruuhkautumista ja liian väljät tilat ovat autioita. Asemalaiturien sijoittelussa tulee ottaa huomioon junien kuormittuminen tasaisesti.

Asemien yhteydessä voi olla myös muita perustoimintaa palvelevia tiloja ja liiketiloja. Lippuautomaattien tarvitsema tila voidaan sijoittaa melko vapaasti lippuhalliin tai välitasanteelle liikenteenharjoittajan ohjeiden mukaisesti. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon toimintakokonaisuuden selkeys yhtenä turvallisuutta edistävänä tekijänä. Tunneliasemat voidaan suunnitella väestösuojiksi.

Asemien sisäänkäynnit ja kuilut suunnitellaan niin, ettei tulvavesi pääse kadulta tunneliin. Sisäänkäyntien edustat varustetaan lumensulatuksella. Asemilla saa käyttää ainoastaan palamattomia materiaaleja.

Raideliikenteen tunnelit ja monet asemat sijaitsevat usein melko syvällä kalliossa, joten kulkuyhteydet laituritasolle ja tunneliasemille tulee suunnitella niin, että ne palvelevat turvallisesti kaikkia käyttäjäryhmiä myös vammaisia. Asemilla tarvitaan vähintään hätäpoistumisen porasyhteydet ja liikuntarajoitteisille soveltuva hissiyhteys. Syvemmissä yhteyksissä käytetään pääosin liukuportaita.

Erityisesti tunneleihin tehtävissä laiteasennuksissa on otettava huomioon ankara paloturvallisuusvaatimus ja se, että olosuhteet voivat olla kosteita. Laitteiden ja kaapelien tulee olla materiaaleista, jotka eivät kehitä palaessaan myrkyllisiä kaasuja.

Radan viereen tehdään kulkutila huolto- ym. toimenpiteitä varten. Yksiraiteiset ratatunnelit varustetaan noin 100 metrin välein yhdystunnelilla toisiinsa, jotka toimivina yhdysteinä esimerkiksi hätäpauksissa ja kunnossapitotöissä.

Pintojen tulee olla helposti puhdistet-

tavia. Tarvittaessa koko liikennetunneli voidaan pestä. Pesuvesien keräily on järjestettävä niin, ettei se haittaa muiden järjestelmien toimintaa.

Ratatunnelit

Radan kaarrevälien mitoituksen määrää juna ja sen maksiminopeus. Metrorata on kokonaisuudessaan sivullisilta suljettua sähköaluetta. Asiattoman liikkumisen havaitsemiseksi voidaan tunneliin asentaa erilaisia liikkeentunnistimia.

Kulunvalvonta / liikenteenhallinta on välttämätöntä törmäysten välttämiseksi pimeässä tunnelissa.

Ilmanvaihto ja painevaikutus

Maanalaisen raideliikenteen ilmanvaihto on perinteisesti perustunut junan aiheuttamaan mäntävaikutukseen, jossa junan edessä oleva ylipaineinen ilma purkautuu paineentasauskuilujen tai avointen tunneliosuuksien kautta ulkoilmaan. Junan perään syntyvä alipaine taas on ime-nyt raitista ilmaa kuilusta tai avoimes-

ta tunneliosuudesta. Painevaihteluun perustuvan ilmanvaihdon ongelma on painevaikutuksen hallinta erilaisissa sää ja ilmasto-olosuhteissa. Kuilujen toiminta muuttuu ulkolämpötilan laskiessa, kun kylmä ilma "valuu" kuiluun ja talvisin on havaittu ilmanvaihtokuilujen jäätymistä. Painevaihtelun suuruus riippuu tunnelin ja junan suhteesta sekä liikkeen nopeudesta. Voimakas paineenvaihtelu voi vaikuttaa tunneliasemilla odottavien henkilöiden tasapainoon ja rakenteiden pysyvyyteen. Syntyvä painekuorma on otettava huomioon tunneliasemien ja tunneleiden suuaukkojen rakenteita suunniteltaessa.

Tunneliasemien savunpoisto palotapauksissa hoidetaan lippuhalleihin ja paineentasauskuiluihin sijoitetuilla savunpoistopuhaltimilla ja ratatunneleihin sijoitetuilla savuovilla.

Liikenne irrottaa junista ja radasta pienhiukkasia. Nämä pienhiukkaset heikentävät ilmanlaatua. Hiukkasten poisto on otettava huomioon ilmanvaihdon suunnittelussa.

Paikallisjunatunneli. Jukka Tarkkala



Liukuportaat ja hissit

Useat käyttäjäryhmät, kuten liikunta-rajoitteiset ja lastenvaunujen käyttäjät, tarvitsevat hissiä voidakseen liikkua tunneliaseman ja maanpinnan välillä. Toimintavarmuuden takaamiseksi asemalla tulisi olla vähintään kaksi hissiä.

Liukuportaiden huolto ja korjaus ruuhkaannuttaa kulkua portaikon molemmissa päissä. Ruuhka-aikana vilkkaiden asemien laiturit täyttyvät nopeasti, ruuhkaiselle laiturille ei voida vaivatta purkaa sinne pyrkivää matkustajamäärää ja junat saattavat joutua odottamaan pysäkkivuoroaan tunnelissa. Häiriötilanteissa poistumistie tulisi ensisijaisesti käyttää normaaleja reittejä. Savun leviäminen niille tulisi tarvittaessa voida estää.

Sähköistys

Maanalaiset raideliikenteen väylät ovat pääosin sähköistettyjä. Ajoneuvo saa sähkövirran raiteiden viereen sijoitetusta virtakiskosta (metro) tai yläpuolisesta johteesta (junat). Virransyöttö suojataan niin, että asiattomat eivät pääse virtajohdtimeille tai muille virransyötön osille. Virtajohtimet ja kaikki metallia sisältävät tai muuten sähköä hyvin johtavat rakenteet on maadoitettava. Asemat ja ajotunnelit erotetaan toisistaan sähköisellä katkolla, joka estää sähkönsä johtumisen rakenteissa ja pintamateriaaleissa tilasta toiseen.

Metrojärjestelmä varustetaan sähköisillä viesti-, valvonta-, ohjaus- ja hälytysjärjestelmällä.

Tärinä, melu ja runkoäänet

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän, melun ja runkoäänen eteneminen on riippuvainen kallion ja maaperän laadusta. Haittoja voidaan pienentää ja poistaa eristeillä, joiden vaatima tila on varattava suunnitelmaan.

Asemien ja radan suunnittelussa otetaan huomioon palo- ja pelastustoimen vaatimukset.

Turvallisuuden tunne

Joukkoliikennekyselyjen mukaan merkittävimmäksi turvallisuuden tunteen kannalta koetaan tilojen siisteys, valoisuus sekä kulkuyhteydet. Häiriötilanteista toivotaan pikaista tiedottamista.

Tärkeimpien tekijöiden joukossa on myös vartiomiesten partiointi asemilla ja junissa etenkin viikonloppuisin. Sosiaaliseen turvattuuteen koettiin voitavan puuttua parhaiten valvontaa tehostamalla.

Kampin metroaseman liukuportas. Peik Salonen





Tulevaisuuden näkymiä

Uusissa tunneliasemissa, varsinkin automatisoiduissa osuuksissa, tullaan odotus-tilat erottamaan liikennöitävästä rataosuuksista puomein tai seinä- ja ovirakentein, joilla estetään matkustajien putoaminen raiteille ja asiattomien pääsy ratatunneliin. Seinät ja ovet rajaavat asemat erillisiksi ilmatiloiksi. Näin estetään liikennetunnelin epäpuhtauksien ja mahdollisen savun leviäminen asemalle ja maanpäälle johtaviin kulkuyhteyksiin. Tarvittaessa turvallisuutta voidaan parantaa erottamalla ratatunnelit toisistaan omiksi savulohkoiksi/ palo-osastoiksi.

Tulevaisuudessa metroon asennetaan mahdollisesti puomit tms. matkalipun kontrollointilaitteet. Tarkastuspisteiden lisääminen vaatii suuaukkojen läheisyyteen tilavaraukset puomirakenteille, henkilövalvomolle sosiaalituloineen poikkeavien lippulajien tarkastusta varten.

9.8. KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄT

Maanalaisia kevyen liikenteen väyliä ovat mm. alikulkukäytävät ja jalankulktunnelit. Pitkiä kevyen liikenteen väyliä ei maan alle ole juurikaan suunniteltu. Jalankulktunnelleita on tehty lähinnä maanalaisten

toimintojen ja rakennusten yhdistäjiksi.

Maanalaisen kevyen liikenteen väylän mitoituksessa ja suunnittelussa tulee ottaa huomioon kaikki samat liikennetekniset ja toimintaturvallisuustekijät kuin maan päälläkin. Tilan erityisominaisuuksien vaikutus suunnitteluun kuten esim. kaltevuuden ja rajatun tilan vaikutukset tarkastellaan.

Maanalaisilla kevyen liikenteen väylillä pyritään luomaan mahdollisimman hyvät liikenteelliset olosuhteet. Väylät sisältävät yleensä kaltevia pintoja, joissa nopeudet kasvavat ja hyvät olosuhteet nostavat nopeuksia. Törmäysmahdollisuus lisääntyy, kun tilassa on paljon liikennettä, väylä sisältää kaarevia osuuksia, tai kun tila on minimimitoitettu.

Maanalaisten tilojen seinärakenteet ovat usein kalliota tai betonia. Törmäysvaara koviin pintoihin voidaan välttää liikennettä ja sen nopeutta rajoittamalla ja seurausten vakavuutta lieventää pinnoittamalla törmäysalttiit pinnat joustavin rakentein ja materiaalein.

Selkeästi hahmotettava tila tai ajorata parantaa tilan käytettävyyttä. Materiaalien ja valaistuksen tulee tukea käyttötarkoitusta.

Väyliä kunnossapito ja huolto on suoritettava säännöllisesti. Pintojen tai

valaistuksen rikkoutuminen, tai veden kerääntyminen väylälle voi aiheuttaa olo-suhteiden muuttumista niin, että onnettomuusriski kasvaa.

9.9. MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU

Maanalaisen liikenneväylän ja ajoyhteyden toimivuuteen ja turvallisuuteen vaikuttaa eniten väylän geometria ja liittymät muuhun liikenneverkkoon. Kaupungissa ajoväylien geometriaan vaikuttaa rakennetun ympäristön vaateet. Kaupunkialueella tunneleiden suuaukot ja katuliittymä ovat usein lähekkäin toisiaan johtuen rakentamisen tilan rajallisuudesta. Suuaukkorakenteille on varattava riittävästi tilaa, jotta tarvittavat seisahtumistilat ja näkemät yms. voidaan rakentaa ennen katuliittymää.

Maankäyttöä suunniteltaessa tulee varautua tunnelin sulkemiseen. Usein on tarkoituksenmukaista suunnitella jo kaavoitusvaiheessa tunneliosuuden korvaavat maanpäälliset reitit opastuksineen. Tarvittaessa tunnelin suuaukon eteen on varattava tilat puomeille sisäänajon estämiseksi.

10. KUNNALLISTEKNIikka

Yhdyskuntatekniikkaa palvelevat tilat ovat luonteeltaan suljettuja suurjärjestelmäverkkoja. Tila muodostuu useasta toiminnasta ja niitä yhdistävistä yhteyksistä, kuten esim. kaukolämmön tuottamisen ja lämmönsiirron yhteiskäyttötunnelit. Toiminnot sijoitetaan sellaiselle korkeustasolle, etteivät tilavaraukset juurikaan vaikuta muihin maanalaisiin tiloihin.

Maanalaisen kunnallistekniikan verkostojen sijoittaminen maanalaisiin yhteiskäyttöisiin tunneliverkostoihin on kokonaisuuksien kannalta hallitumpaa ja usein edullisempaa kuin perinteiset ratkaisut.

Suurimmat laitokset, kuten sähkönsyöttöasemat ja jätevesien puhdistamot, voidaan rakentaa maan alle lähelle asutusta, jolloin ei tarvita maanpäällistä tonttitilaa tai aiheuteta esim. hajuhaittoja lähiympäristölle.

Keskitettyissä järjestelmissä voidaan kunnallistekniikan olosuhteet suunnitella optimaalisiksi toiminnan ja sen prosessin kannalta. Tilojen ja käyttöympäristön hallittavuuden yhteydessä voidaan taata järjestelmille parempi käyttö ja huoltoturvallisuus. Tunnelissa kulkevien järjestelmien rakentaminen ja huoltotoimenpiteet voidaan tehdä ympäristöä häiritsemättä, niin että kaupungin toiminnalle ei aiheuteta häiriötä.

10.1. KUNNALLISTEKNISET VERKOSTOT

Kunnallistekniikkaan kuuluvat kaupungin teknilliseen ylläpitoon ja palveluun liittyvät järjestelmät ja niiden muodostama kokonaisuus. Tällaisia ovat esimerkiksi:

- vesihuolto: raakaveden siirto, säiliöt,

käyttöveden puhdistus ja säiliöt, jakeluverkko

- viemäri ja jätevesihuolto: jäte-, seka- ja sadevesiviemäritunnelit, viemärlaitokset, jätevesipumppaamot, puhdistamot, puhdistettujen jätevesien poistotunnelit
- vesistötunnelit: ohitus- ja korvausvesitunnelit
- sähkön siirto ja jakelu, muuntamot, sähköasemat ja -keskukset
- muu energiahuoltotilat: kaukolämpö ja kaukokylmän siirto, paineen korotusasemat, pumppaamot, lämpövarastot
- kaasujärjestelmä: kaupunkikaasu, sairaala-alueella happi
- tele, tietoliikenne yms. viestintäverkot
- kunnallistekniikan varikot
- varastotilat: esim. öljyvarastot, hiekka-siilot

Yhteiskäyttötunneli. Jorma Vilkmän



10.2. KUNNALLISTEKNIIKAN TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Suunnitteluvaihe

Uusia järjestelmiä rakennettaessa tai järjestelmiä laajennettaessa on kartoitettava suunnitelmien vaikutukset olemassa oleviin järjestelmiin. Lähtötietojen kartoituksessa on huomioitava mm. olemassa olevien rakenteiden vaikutukset uusiin rakenteisiin, uuden toiminnan vaikutukset olemassa olevien järjestelmien toimintaan, kuinka turvataan huollon toiminta ja uuden kokonaisuuden hallinnan suunnittelu.

Viemäritunneleissa on otettava huomioon mm. tunneleiden kaltevuudet, tiiveys, yhteydet muihin tiloihin sekä pudotuskaivojen toimintavarmuudesta huolehtiminen myös poikkeusolosuhteiden aikana.

Verkostot muodostavat toiminnallisia kokonaisuuksia. Kokonaisuus jaetaan osakokonaisuuksiin mm. tulipalon, savun tai tulvan haittojen hallitsemiseksi.

Rakentaminen

Rakentamisvaiheessa liittyminen toisiin järjestelmiin voi aiheuttaa olemassa olevien rakenteiden rikkoutumista tai vikaantumista. Vanhojen järjestelmien kunto on tutkittava ennen uuden osan liittämistä ja käyttöönottoa.

Maanalaisissa tiloissa työmenetelmien riskin merkittävyys kasvaa usein maanalaisen tilan suljetun luonteen, suurien etäisyyksien ja vähäisten tuuletusmahdollisuuksien vuoksi. Tällaisia riskejä ovat mm. hitsauksen ja polttoleikkauksen kipinöistä aiheutuvat räjähdys- ja palovaara, sähköasennusten sähköiskujen ja palovaaran lisääntyminen kosteissa tiloissa, kaasuuntuvien työostaineiden haittavaikutukset esim. hitsauskaasujen ja hiukkasten pöly ja hajuhaitat, vähäiset yhteydet maanpintaan sekä puutteelliset opasteet.

Käytön aika

Tunneleissa kulkevien vesi-, viemäri-, kaukolämpö ja kaukokylmäputkistojen suurin riski on putkiston rikkoutuminen. Tunneleissa suunnittelelmattomasti virtaava vesi aiheuttaa tunnelirakenteessa muutoksia kuten esim. rakenteen osien irtoamista ja liukenemista, materiaalien kulkeutumista virtaavan veden mukana sekä veden paineen aiheuttamia rikkoutumista.

Tulvariskeistä kaukolämpöputkien rikkoutumiset aiheuttavat tilan olosuhteissa merkittävän muutoksen. Kuumen höyryn hallitsematon kulkeutuminen tilassa johtaa näkyvyyden heikkenemiseen, "syö" happea tilasta ja aiheuttaa materiaaleissa muodonmuutoksia mm. kallion lämpölaajenemisen myötä.

Viemäri- ja rakenteiden rikkoutuminen, toimintahäiriöt tai viemäriin ylikuormitus voi aiheuttaa rakenteiden ylipaineistumisen ja tulvatilanteen läheisille tunnelitiloille. Viemäri- ja vesien suunnittelelmaton kulkeutuminen aiheuttaa hajuhaittoja tiloissa, jotka ovat ilmayhteydessä ongelmalliseen viemäritilaan.

Viemäriin lasketaan tai sinne pääsee onnettomuustilanteissa kemikaaleja, jotka saattavat aiheuttaa räjähdysvaaran. Räjähdysvaaran voi aiheuttaa myös viemäriin johdetut eloperäiset jätteiden mätänemistuotteet kuten esim. metaani.

Syttymisherkkien kaupunki-, maa- ja hitsauskaasujen vuodot tiloissa tai niiden läheisyydessä voivat aiheuttaa räjähdysvaaran.

Maan alle sijoitetut kaapelit voivat vikaantumisen yhteydessä aiheuttaa vaarallisen jännitteen, valokaaren tai kipinöintiä. Sähköyhteyksien katkeaminen aiheuttaa usein viestintäyhteyksien ja ohjausjärjestelmien katkeamisen. Pitkäaikainen ylikuormitus tai vikaantuminen voi johtaa kaapeleiden ylikuumentumiseen ja kaapelipaloon, jossa syntyy myrkyllistä kaasua.

Luvattomat tunkeutujat tai tuhoeläimet voivat aiheuttaa rakenteellisia vaurioita ja tautien leviämisen vaara kasvaa.

10.3. KUNNALLISTEKNIIKAN TURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA

Kunnallistekniikat ovat suljettuja ja laajoja verkostoja, jotka on jaettava osiin sekä palo- ja pelastusturvallisuuden että savunpoiston ja tulvan hallinnan kannalta. Tunnelitasolla osastointi voidaan tehdä erilaisilla rakenteilla kuten esim. paineseinillä ja savusuluilla.

Yhteyksien maan pintaan tulee olla selkeät ja riittävä suuret, jotta tarvittaessa voidaan kuljettaa niin puhaltimet kuin pumputkin tunnelitasolle. Suuren kokonaisuuden savunpoisto on voitava toteuttaa vähintään kahteen suuntaan. Tämä tulee ottaa huomioon kuilujen suunnittelussa. Savutuuletus ei saa aiheuttaa välitöntä vaaraa yläpuoliselle kaupunkirakenteelle.

Kunnallistekniikkatilat tulee erottaa julkisista maanalaisista tiloista, niin ettei toisen tilan häiriöt haittaa toisen toimintaa.

Kaikilla tiloilla ja kuilurakennuksilla tulee olla osoitteet vikavalvontaa, hätäilmoitusta ja pelastusta varten.

Kunnallistekniikkaa palveleville sulkuventtiileille, virtausrajoittimille yms. varataan tilaa yläpuolisista tiloista tms. jotta sulkua voidaan käyttää vaikka tunnelitasossa olisi kulkua estäviä häiriötekijöitä. Kaikki toiminnan tarvitsemat täyttöputket esim. palaville nesteille (siirto maanalaisiin varastoihin) tulee tapahtua maanpäällisen täyttöyhteyden kautta.

Vesi- ja viemäriverkosto on rakennettava niin, ettei ylivuotoja pääse tapahtumaan. Vesi ja viemäritunneleissa tulee asentaa takaisiniskuläppiä takaisinvirtauksen estämiseksi. Ulkopuolisen tulvaveden pääsy tunnelitasolle estetään kuilu- ja suuaukkorakenteiden riittävällä korkeusasemalla.

11. YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Uusi toiminta tai tila vaikuttaa aina ympäristöön ja sen toimijoihin. Vaikutukset, niin myönteiset kuin kielteisetkin, on tunnistettava ja niiden merkittävyys arvioitava riittävän aikaisessa suunnitteluvaiheessa. Mitä aikaisemmassa vaiheessa vaikutusten arviointi tehdään, sitä paremmin haitallisia vaikutuksia voidaan ehkäistä ja/tai haittoja lieventää.

11.1. LÄHTÖTIEDOT

Maanalaisten tilojen suunnittelussa tulee ympäristövaikutukset selvittää riittävällä tarkkuudella. Arvioitavat ympäristövaikutukset ja selvitysten laajuus tulee määrittää heti suunnittelun alussa ja tunnistaa kyseisen kohteen merkittävimmät ympäristönäkökohdat. Hankkeen laajuudesta ja suunnitteluvaiheesta riippuen sovelletaan vaikutusten arvioinnissa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA), suunnitelmien ja ohjelmien vaikutusten arviointia (SOVA) ja/tai Maankäyttö- ja rakennuslain edellyttämää ympäristövaikutusten arviointia. Lähtötietovaiheessa tulee erityisesti selvittää tiedot ympäröivistä rakenteista, pohjavedestä ja sen liikkeistä alueella, alueen kasvillisuudesta ja muista luonnonoloista, mahdollisista pilaantuneista maista sekä aluetta ympäröivistä yhdyskuntatoiminnoista.

Myös kaupunkikuvaan, maisemaan, kulttuuriperintöön ja rakennettuun ympäristöön kohdistuvia muutoksia tulee pohtia jo lähtötietovaiheessa. Yleisesti ottaen kaupunkikuvalliset vaikutukset kohdistuvat maanalaisten tilojen suuaukoihin ja muihin maan päälle ulottuviin yhteyksiin. Näitä kohteita kehittämällä ja hyvällä suunnittelulla haitalliset vaikutukset voidaan kääntää myönteisiksi (esim. kohtaamispaikoiksi, jotka ovat tunnistettavia ja kaupunkikuvassa keskeisiä).

11.2. RAKENTAMISEN VAIKUTUKSET

Rakentamisen aikaisia keskeisiä ympäristövaikutuksia ovat tärinä, melu, vapautuva paine, pöly, päästöt vesiin ja työmaaliikenteen vaikutukset. Maanalaisten tilojen louhintaan kuuluvat räjäytykset ja poraukset voivat aiheuttaa haittaa niin tärinän kuin runkoäänen muodossa. Tärinän ja melun vaikutukset selvitetään jo suunnitteluvaiheessa. Työn aikaisen seurannan, tuloksena voidaan suojauksia tarvittaessa tehostaa. Katso kohta 6.5

Rakentaminen aiheuttaa usein haittaa myös lisääntyvän liikenteen muodossa. Varsinkin louheen poiskuljetus vaatii tehokasta kalustoa, jonka käytöstä saattaa aiheutua meluhaittaa.

Työmaa sinänsä saattaa aiheuttaa esteitä liikkumiselle. Myös runsas työmaaliikenne tai työmaasta johtuvat liikennejärjestelyt haittaavat tai estävät liikkumisen.

Rakentamisen aikaiset haitat tulee ottaa huomioon työmaasuunnittelussa työvaiheittain. (ks. kohta 6.5 ja 12)

Veteen ja vesitalouteen kohdistuvia vaikutuksia ovat erityisesti pohja- ja pintaveden muutokset toimenpidealueella. Pohjaveden aleneminen ja/tai pintavesimuutokset voivat vaikuttaa rakennettuun ympäristöön, välillisesti valuma-alueisiin ja sitä kautta kasvillisuuteen.

Kaupunkialueilla kasvillisuutta on yleensä niukasti, joten muutokset eivät yleensä ole merkittäviä. Suuaukkojen kohdalla vaikutukset kasvillisuuteen ja pintavesiin sen sijaan ovat suuremmat. Kalliorakentamisen vaikutus esim. vanhojen suurten yksittäispuiden elinolon vaurioittajana saattaa olla kohtalokas (luonnonmuistomerkki). Muutos kasvillisuusalueilla voi aiheuttaa välillisiä muutoksia pienilmastossa.

11.3. KÄYTÖN AIKAISET VAIKUTUKSET

Vaikutukset alue- ja yhdyskuntarakentamiseen, yhdyskunta- ja energiatalouteen ja liikenteeseen ovat usein kalliorakentamisella tavoiteltuja hyötyjä. Maanalaisten tilojen käyttöönotto mahdollistaa maanpäällisten kaupunkitilojen käytön ja ns. päällekkäiskäytön alueilla, joihin kohdistuu paljon toiminnallisia paineita.

Usein maanpäällistä kaupunkitilaa voidaan rauhoittaa ja käyttöä priorisoida toisin maanalaisten rakentamisen myötä. Turvallisuus saattaa myös parantua osan liikenteestä siirtyessä yhdystunneliin. Maan alle sijoittuvat uudet jalankulkijoiden yhdysreitit säästävät aikaa ja vaivaa, kun odottaminen liikennevaloissa sekä kiertoteiden ja hissien käyttö samalla vähenee. Kulkijat saavat samalla myös suojan saateelta, tuulelta, helteeltä ja pakkaselta.

Maanalaiset tilat sijoitetaan usein terminaalien/kauppakeskusten tms. yhteyteen, jolloin erilaisia toimintoja voidaan keskittää. Tämä on aluerakenteen kannalta keskeinen ja myönteinen vaikutus, esimerkkeinä mainittakoon Kampin keskus ja Sellon kauppakeskus.

Maisemaan kohdistuvia vaikutuksia voidaan ehkäistä maanpäälle ulottuvien yhteyksien kuten uloskäytävien ja IV-kulujen ja erityisesti suuaukkojen oikealla, ympäristön huomioivalla sijoittamisella ja hyvällä suunnittelulla. Herkissä arvoympäristöissä toteutus edellyttää erityistä huolellisuutta.

11.4. YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA

Turvallisuuskäytökulmasta keskeisimmät ympäristövaikutukset kohdistuvat ihmisiin. Näitä vaikutuksia on siksi kuvattu erillisessä kappaleessa 12. Muita kaavoituksessa huomioon otettavia ympäristönäkökohtia ovat erityisesti maa- ja kallioperään, vesiin, ilmaan sekä ilmastoon kohdistuvat vaikutukset, jotka nekin osittain ja välillisesti kohdistuvat myös ihmisiin.

Vaikutuksia maa- ja kallioperään on kuvattu edellä useassa kohdassa. Koska tunnelit pääsääntöisesti rakennetaan kalliioon, saatetaan yksittäisissä tapauksissa menettää osia geologisesti tai geomorfologisesti arvokkaiksi luokitetusta kallioesiintymästä. Näiden olemassaolo tulee selvittää suunnittelussa. Tästä syystä maanalaisten tilojen suunnittelussa tulee aina ottaa huomioon kestävä kehityksen näkökulma ja tilojen monikäyttöisyys myös pitkällä aikavälillä.

Melu-, värinä-, paine-, pohjavesi- ja kallioliikevaikutukset on käsitelty tarkemmin kohdassa 6.5.

12. IHMISTEN TURVALLISUUS

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi kaavoituksessa perustuu Maankäyttö- ja rakennuslakiin ja -asetukseen. Tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Vaikutusten arvioinnin vaiheet niveltävät osaksi kaavoitusprosessin vaiheita, niin että arviointia tehdään koko prosessin mittaisena.

Alueen sosiaalista tilaa koskeva tieto on usealla taholla. Siksi vuoropuhelun järjestäminen on keskeistä paitsi prosessin avoimuuden, myös sen tehokkuuden kannalta. Yksi IVA:n tehtävä on konkretisoida kaavasuunnitelmat ja niiden tuomat mahdolliset muutokset asukkaiden elämään. Tärkeää on sekä asukasnäkökulman välittyminen että esim. sosiaali-, terveys- ja kouluviranomaisten tiivis osallistuminen.

12.1. SOSIAALISET VAIKUTUKSET

Kysely maanalaisten tilojen kokemisesta

Sen selvittämiseksi, miten käyttäjät kokevat maanalaisissa tiloissa tilan turvallisuuden ja käytettävyyden, suoritettiin kysely kahdessa maanalaisessa kohteessa: Forumin pysäköintihallissa ja Merihaan palloiluhallissa Hakaniemessä. Kysely suoritettiin tilojen käyttäjille ”katugallup”-tyyppisesti. Kyselystä tarkemmin liitteessä 5.

Lähes kaikki vastaajat kokivat tilat turvalliseksi (ks. kuva). Forumin pysäköintihallissa tilan hyvinä puolina korostuivat mm. hyvä sijainti, avaruus ja siisteys, tilan valvonta ja lämpimyyden sekä pysäköintipaikkojen riittävyys. Huonoina puolina nostettiin esiin puutteet opastuksessa, jalankulku autojen seassa sekä pysäköintin kalleus. Merihaan palloiluhallissa tilan hyvinä puolina korostuivat hyvä sijainti, ulospääsyreitien hyvä opastus ja tilan avaruus. Huonoina puolina mainittiin ikkunoiden puute, huono ilmanvaihto sekä hälyisyys.

Tiedotus hankkeen aikana

Koko suunnittelu- ja rakentamisprosessin ajan on tärkeää huolehtia kattavasta tiedotuksesta ja vuorovaikutuksesta alueen asukkaiden ja muiden intressiryhmien kanssa. Hankkeesta tulee tiedottaa avoimesti, säännöllisesti ja monipuolisesti. Tiedottamisen keinoja ovat esimerkiksi kirjeet, tiedotteet, yleisötilaisuudet ja tutustumiskäyntien järjestäminen alueelle (esim. työmaalle). Osallisille on hankkeen esittelyn lisäksi konkretisoitava hankkeesta aiheutuvat vaikutukset. Palautteena saadaan arvokasta tietoa hankkeen suunnitteluun ja toteutukseen. Vuorovaikutuksella vähennetään pelkoja, joita uusi hanke voi aiheuttaa. Avoimella tiedotuksella saadaan hankkeelle myös hyväksyttävyyttä.

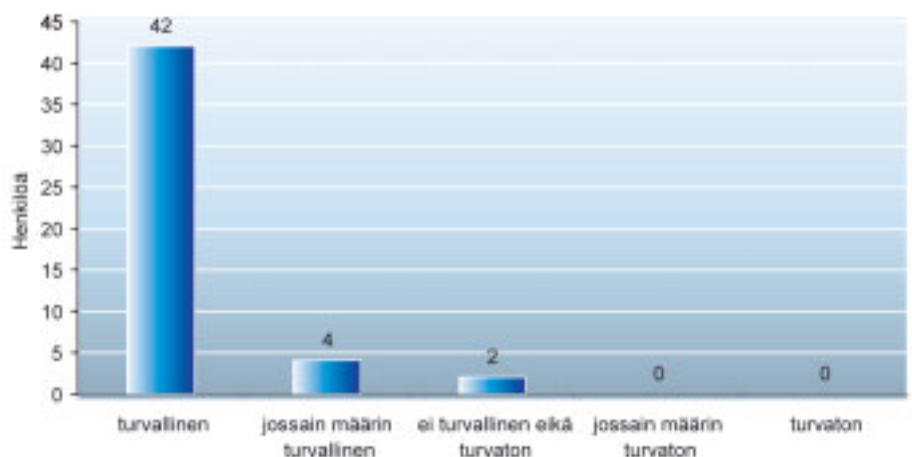
Lähtötiedot

Lähtötietovaiheessa on selvitettävä alueen maanpäällisten alueiden käyttötarkoitukset ja asukkaiden asiointireitit. Suurimman osan tiedoista saa parhaiten selville kysymällä niitä alueen asukkailta. Kyselyn voi toteuttaa yleisötilaisuuksien yhteydessä, asukkaiden ryhmätyöskentelyllä, haastatteluilla tai posti- tai Internet-kyselyllä.

Maanalaiseen tilaan johtava rampit, sisäänkäyntirakennukset yms. rakenteet suunnitellaan niin, ettei niistä koidu alueen asukkaiden toiminnalle kohtuutonta haittaa. Haittavaikutuksia ovat esimerkiksi uuden rakenteen vaikutukset olemassa oleviin kulkureitteihin ja kokoontumisalueisiin.

Kun alueen uudet rakenteet tukevat olemassa olevaan toimintaan, uusi toi-

Turvallisuuden kokeminen maanalaisissa tiloissa.



minta parantaa alueen identiteettiä ja yhteisöllisyyttä.

Kulkureitit maanalaisiin tiloihin tulee sovittaa alueen muihin kulkureitteihin, niin että niiden käyttö on sujuvaa ja turvallista. Lisääntyvä liikenne tulee huomioida liikennejärjestelyissä, jotta onnettomuusriski ei kasva.

Julkisissa ja julkiseen tilaan verrattavissa tiloissa on suunnittelussa pyrittävä avoimuuteen. Tilojen avoimuus maanalaisissa tiloissa konkretisoituu sisäänpääsyn helppoutena siten, että tila ja sen toiminnot liittyvät saumattomasti kaupunkitilaan.

Lähtötietovaiheessa on tärkeää arvioida maanalaisen tilan toiminnan laajuus ja käyttäjämäärät oikein. Turvallisuuden tunne syntyy tilassa, jossa on ihmisjoukon epävirallista sosiaalista kontrollia. Tilan ylikuormittuessa ihmispaljous ja ahtaus voivat aiheuttaa turvallisuuden tunnetta.

On myös selvitettävä, minkälainen on alueen identiteetti ja imago ja minkälainen maanalainen tila sopii alueelle. Alueelle tai sen imagolle sopimaton tila, esimerkiksi kallis pysäköintilaitos vähävaraisten asuinalueella, voi johtaa tilan vajaakäyttöön.

Keskeistä on, että suunniteltava tila soveltuu kaikille sen käyttäjäryhmille, esimerkiksi liikunta- ja toimintaesteisille, ikääntyneille sekä lapsille. Soveltuvuudessa on huomioitava konkreettisten seikkojen (esteettömyys) lisäksi se, että kaikki ryhmät kokevat tilan turvalliseksi. Suunnittelussa kannattaa huomioida myös tilojen mahdollinen muunneltavuus.

Rakentaminen

Rakentamisen aikana on työmaan suunnittelussa huomioitava työmaan toimintaedellytysten lisäksi alueen toimijoiden toimintakyvyn säilyminen. Hyvällä työmaasuunnittelulla voidaan minimoida työmaaliikenteen, tilapäisten liikennejärjestelyiden ja työmaakoneiden aiheuttamat haitat ja onnettomuusvaarat.

Työmaan aiheuttama estevaikutus

alueen toimijoille on minimoitava ja työmaan järjestelyissä on huomioitava myös alueen viihtyisyys. Tavoitteeksi asetetaan, että työmaan haitat ympäristölle ovat mahdollisimman vähäiset. Hallitut ja hyvin tiedotetut työmaajärjestelyt vähentävät turvallisuuden tunnetta, jota työmaan toiminta yleensä aiheuttaa. Työmaan mahdollisista haittatekijöistä on kerrottu kohdassa 6.5.

Käytön aika

Tilan käytön aikana on pyrittävä siihen, että tilan toiminta ja käyttö koetaan turvalliseksi. Turvallisuuden kokeminen on ikä- ja sukupuolisidonnaista; ikääntyneet ja naiset kokevat turvattomuutta helpommin kuin nuoremmat ikäryhmät ja miehet. Turvattomuuden kokemiseen liittyy myös erilaiset pelkotilat, esimerkiksi klaustrofobia (ahtaan/suljetun paikan kammo). Turvattomuuden tunnetta voidaan ehkäistä tilan hyvällä suunnittelulla, hyvällä valaistuksella ja riittävällä valvonnalla.

Helsingin kaupungin turvallisuusstrategian suuntaviivoissa todetaan, että ympäristö pyritään saamaan rikollisuutta hylkiväksi. Kaavoitusvaiheessa pyritään välttämään sokkeloisia järjestelyjä tai muita sellaisia ratkaisuja joita on vaikea valvoa. (Turvallisuus on yhteistyötä. Helsingin kaupungin turvallisuusstrategian suuntaviivoja. 2001.)

Tilan käyttäjäryhmät voivat eriytyä, jos tilan ottaa haltuunsa joku marginaaliryhmä (esim. alkoholistit, asunnottomat, nuorisojengi, "lämmittelijät", huumeidenkäyttäjät). Tästä voi olla seurauksena, että muut ryhmät eivät halua tai uskalla käyttää tilaa. Jos marginaaliryhmä käyttää tilaa, kasvaa häiriökäyttäytymisen, väkivallan ja ryöstöjen riski. Kaupunkitilassa turvallisuuden tunne liittyy usein väkivallan pelkoon. Tutkimusten mukaan ryhmät, joita ei tunneta tai joiden toiminta koetaan tuntemattomaksi, koetaan uhkaavaksi. Myös henkilöt, joiden toimintaa ei osata ennakoita, aiheuttavat turvallisuuden tunnetta. Tilanteeseen voidaan vaikuttaa

riittäväällä valvonnalla.

Toisaalta viime aikoina on keskustelussa nostettu esiin, että kaupunkitiloja tulisi hyödyntää erilaisten harrastajaryhmien käyttöön (esim. skeittarit) ja rakentaa kaupunkiin erityisesti heille tehtyjä, tarkoituksenmukaisia toimintapaikkoja.

Tilan käytössä on huolehdittava siitä, että käytöstä muodostuu sellainen kuin on suunniteltu. Maanalaiset tilat on usein tarkoitettu läpikulkuun, jolloin ongelmia voi muodostua, jos tiloja käytetäänkin oleskeluun, kokoontumiseen tai lämmittelyyn. Tätä voidaan estää tilojen valvonnalla sekä suunnittelemalla tilat siten, että oleskelupaikkoja ei muodostu.

Tilan suunnittelussa on huomioitava tilan käytettävyyttä parantavat mm. selkeä opastus ja riittävä valaistus. Maanalaisten tilojen suunnittelussa näihin asioihin on kiinnitettävä erityistä huomiota tilassa orientoitumisen helpottamiseksi. Ulkotilänäkymän puuttuessa oman sijainnin paikallistaminen tapahtuu sisätilojen näkymien avulla.

Maanalaisissa tiloissa on huomioitava, että rajoitetut poistumisreitit lisäävät poikkeustilanteessa (esim. pahoinpitely, pommiuhka jne.) mahdollisuutta paniikin syntyyn.

Maanalaisten tilojen lisääntyminen siirtää perinteisiä oleskelupaikkoja maanalaiseen kaupunkitilaan. Kohtaamis- ja oleskelupaikkojen riittävästä määrästä myös maanpäällisessä kaupunkitilassa on huolehdittava, jotta sosiaalinen toiminta ja yhteisöllisyyden muodostuminen on mahdollista.

Maanalaisten julkisten tilojen lisääntymisen myötä tulee kiinnittää erityistä huomiota tilojen viihtyisyyteen, hyvään ilmanvaihtoon ja esteettisyyteen. Ulkonäkymiä ja luonnonvaloa voidaan imitoida esimerkiksi epäsuoralla kattovalaistuksella, ikkunamaisilla näkymillä sekä luonnosta muistuttavilla elementeillä kuten kasveilla ja kivipinnoilla.

12.2. TERVEYTEEN VAIKUTTAVAT ASIAT

Suurin osa terveysriskeistä on sellaisia, että ne on hallittavissa rakennussuunnittelun keinoin (esim. ilmanvaihto, eliöt ja kasvustot, tuhoeläimet). Näitä on käsitelty tarkemmin kohdassa 8.3.

Lähtötiedot

Lähtötietovaiheessa on selvitettävä alueen toiminnan terveysvaikutukset ja uuden toiminnan haitat terveydelle. Haittavaikutukset, kuten melu, värinä ja ilmanlaadun muutokset minimoidaan suunnitteluvaiheessa. Uuden ja olemassa olevan toiminnan yhteensovittamisessa on huomioitava lisääntyvän käytön aiheuttamat mahdolliset onnettomuusriskit.

Ilmanvaihtodon suunnittelussa on huomioitava maa- tai kallioperästä vapautuvat aineet (esim. radon, kosteus ja pienhiukkaset) sekä tilan käytöstä syntyvät aineet (esim. pakokaasut pysäköintihallissa). Hengitysilmassa em. aineet voivat aiheuttaa jatkuvalla altistuksella, esimerkiksi päivittäinen työskentely tilassa, terveyshaittoja.

Ilmanvaihtokanavien maanpäällisten yhteyksien sijainti on pyrittävä suunnittelemaan siten, että maan päälle ei aiheudu kohtuutonta ilmanlaatu- tai meluhaittoja.

Rakentaminen

Rakentamisen aikana on minimoitava työmaasta aiheutuvat melu-, värinä-, paine, pöly- ja pakokaasuhaitat. Nämä aiheuttavat sekä fyysisiä että psyykkisiä terveyshaittoja. Esimerkiksi melu aiheuttaa stressin lisääntymistä, keskittymiskyvyn heikkenemistä, unettomuutta ja

verenpaineen kohoamista. Melun haitat liittyvät sekä melutasoon (dB) että melun kokemiseen. Värinällä on vastaavanlaisia vaikutuksia.

Rakennusmateriaaleista irtoavien haitallisten aineiden, räjäytyskaasujen sekä radonin aiheuttamat terveyshaitat on minimoitava ilmanvaihdolla. Työmaan onnettomuusriskit on ennaltaehkäistävä työmaan suunnittelulla. Riskejä aiheuttavat esimerkiksi työmaaliikenne, tilapäiset liikennejärjestelyt ja työmaakoneet.

Käytön aika

Tilan käyttöön liittyvissä asioissa on kiinnitettävä huomiota valaistuksen riittävyyteen, meluhaittojen minimoimiseen ja turvallisuuden tunteen synnyin ehkäisyyn.

Valtioneuvoston asetus työpaikkojen turvallisuus- ja terveysvaatimuksista (577/2003) määrittelee, että työpaikkana käytettävä maanalainen tila, jossa työntekijät ovat erityisen alttiina vaaralle keinovalaistuksen joutuessa epäkuuntoon, on varustettava riittävällä varavalaistuksella.

Äänimaailma on maanalaisissa tiloissa erilainen kuin maanpäällisissä, minkä vuoksi tilan akustiikkaan on kiinnitettävä huomiota. Melu ja huono äänimaisema voivat aiheuttaa terveyshaittoja (esim. stressiä), jos maanalaisissa tiloissa oleskellaan tai työskennellään säännöllisesti.

Haitallisten eliöiden ja kasvustojen sekä tuhoeläinten ilmaantuminen on pyrittävä estämään. Kasvustot ja eliöt (esim. home) aiheuttavat terveyshaittoja ja tuhoeläimet mm. levittävät sairauksia sekä aiheuttavat turvallisuuden tunnetta.

12.3. TYÖSKENTELY MAANALAISISSA TILOISSA

Maanalaisissa tiloissa tulee ensisijaisesti pyrkiä luonnonvaloisiin työ- ja lepotiloihin. Tilanteessa, jossa työtiloissa ei voida järjestää luonnonvaloa, tulee työtilojen ilmanvaihtoon, valaistukseen ja lämpöolosuhteisiin kiinnittää erityistä huomiota. Lisäksi tiloissa on huomioitava työntekijöiden poistumisturvallisuus ja alkusammutuskalustojen riittävyys. Mahdollisuuksien mukaan tulisi työntekijöiden lepo-, ruokailu- ja kahvilojen sijaita ikkunallisissa, luonnonvalollisissa tiloissa.

Uudenmaan työsuojelupiirillä on erilliset ohjeet ikkunattomille työtiloille, joissa on koottu työturvallisuuslain 738/2002, valtioneuvoston päätöksen työpaikkojen terveellisyys- ja turvallisuusvaatimuksista 728/1999 sekä maankäyttö- ja rakennusasetuksen 895/1999 52§ vaateet työtiloille.

12.4. MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT ASIAT

Maanalaisten tilojen maankäytön suunnittelussa on ihmisiin kohdistuvissa vaikutuksissa huomioitava seuraavat asiat:

- Huolehdittava riittävästä tiedotuksesta ja vuorovaikutuksesta alueen asukkaiden ja sidosryhmien kanssa.
- Varmistettava, että maanpäälliset toiminnot eivät kärsi.
- Varmistettava tilan käytettävyys ja soveltuvuus kaikille käyttäjäryhmille (estettämyys ja turvallisuus).
- Varmistettava tilan terveellisyys (huomioitavat asiat: melu, värinä, valaistus, ilmanvaihto, maa- tai kallioperästä vapautuvat aineet, tilan käytöstä syntyvät aineet, kasvustot, eliöt, tuhoeläimet).

13. YHTEENVETO

Tulevaisuudessa maanalaisten tilojen käyttötarkoitukset yhä monipuolistuvat. Kaupunkirakenteen tiivistyessä maan alle sijoitetaan maanpäällisiä tiloja tukevia toimintoja kuten esim. vapaa-ajan toimintoja. Uusista tiloista tulee monikäyttöisempiä ja niitä voidaan käyttää eri vuorokauden- tai vuodenaikaan erilaisiin tarkoituksiin. Maanalaiset tilat lisääntyvät myös ympäristöasioiden painoutuessa.

Etenkin liikenneväyliä tullaan sijoittamaan enenevässä määrin maan alle, jotta maanpäällinen ympäristö saadaan pysymään luonnontilaisena tai nykyinen kaupunkirakenne säilytettyä. Tulevaisuudessa huomioidaan kalliorunkoisten tilojen pitkä elinkaari niin, että tilat ovat mahdollisimman muuntojoustavia käyttötarkoitustarpeiden muuttuessa ajan saatossa.

Maanalaisia tiloja yhdisteltäessä ja tilojen lomittuessa toisiinsa sekä yläpuoliseen kaupunkirakenteeseen, on rajapinnoista tullut huomaamattomia. Tiloja yhdistettäessä on tapauskohtaisesti mietittävä, kuinka turvallisuus taataan toimintojen muodostamassa suuremmissa kokonaisuuksissa. Maanalaisten tilojen toimintavarmuus on suunniteltava tilakohtaisesti niin, että tilaosat ovat turvalliset riippumatta rinnakkaisten tilojen tapahtumista. Poikkeustilanteissa osien muodostaman kokonaisuuden on toimittava siten, ettei osien toiminta vaarannu.

Maanalaisten tilojen maankäytön suunnittelu eroaa maanpäällisestä maankäytön suunnittelusta; kallioresurssit ja maanpäällinen rakentaminen asettavat merkittävät reunaehdot maanalaisten tilavarausten suunnittelulle. Teknisten lähtökohtien selvitys on oleellista tilan sijainnin määrittelyn onnistumisen kannalta. Kaikki tilatarpeet ja tarvittavat pääyhteydet maanpintaan tulee olla selvillä jo kaavoitusvaiheessa.

Maanalaisten kohteiden kaavoitusvaiheessa toiminnan luonne ja tilan laajuus on oltava riittävällä tarkkuudella tiedossa. Jotta kaikki suunnittelun osa-alueet tulisi

huomioiduksi, tulee eri suunnittelualueiden asiantuntijat kytkeä suunnitteluryhmään jo kaavoitusvaiheessa. Kalliorakennus kohteen suunnittelun merkittävimpiä osa-alueita ovat: Kalliotekniikka, palo- ja pelastusturvallisuus, talotekniikka, kunnallistekniikka, liikenne ja ympäristövaikutukset sekä vaikutukset ihmisiin.

Kalliotekniikka

Maanalaisten kohteiden kaavoituksessa toteutuskelpoisuuden kannalta on oleellista, että kallioista on riittävän tarkat lähtötiedot. Lähtötiedot voidaan jakaa kallioteknisestä näkökulmasta kolmeen luokkaan: tiedot kalliooperästä, olemassa olevista kalliotiloista ja tilojen vaatimista suojavajöhykkeistä. Suojavajöhykkeet määräytyvät kahdesta ensin mainitusta lähtötiedosta ja tilojen käyttötarkoituksesta.

Kalliooperän lähtötiedoissa oleellimmat seikat ovat kallioopin sijainti, kalliolaatu, oletetut heikkousvöhykkeet ja oletus jännitystilasta.

Kaavoitusvaiheessa määritellään suunniteltavan tilan suojaetäisyydet sekä vanhojen tilojen aiheuttamat suojaetäisyydet, ellei niitä ole aikaisemmin määritetty. Jos suojaetäisyyksien määrittämiseksi ei ole erityisiä perusteita, tulee niissä noudattaa vähintään kallioväestönsuoja-asetusta.

Kaavoitusvaiheessa sidotaan useimmiten tarkasti tilojen sijainti. Varsinkin kaupunkikeskustojen kohteissa tulee varmistaa, että ainakin pohjavesiasioihin, kallioilikkeiden alustaviin vaikutuksiin, rakentamisen ympäristövaikutuksiin sekä pintayhteyksiin ja tulvarajoihin kiinnitetään huomiota.

Palo- ja pelastusturvallisuus

Maanalaisten tilojen palo- ja pelastusturvallisuuden maankäytön suunnittelussa on oleellista ottaa huomioon eri järjestelmien vaatimat tilavaraukset sekä huomioida tilojen ketjuuntumisen vaikutukset. Poistumisteiden määrät ja savunpoiston tilavaraukset on määriteltävä riittävällä tarkkuudella jo varhaisessa vaiheessa,

jotta niille on löydettävissä tilat rakennussuunnitteluvaiheessa. Pelastusturvallisuuden takaamiseksi jokaisella tilalla on oltava osoite tai muu tilan yksilöllinen tunniste.

Talotekniikka

Riittävän ilmanvaihdon takaamiseksi tulee maanpäällisten IV-yhteyksien tilanvarauksen olla mitoitettu todellista tarvetta vastaaviksi. Tilavarausten tulisi sisältää myös muutos- ja laajenemisvarauksia. Jäteilman ulospuhallus on järjestettävä niin, ettei se aiheuta haittaa maan päällä. Raittiinilmanoton sijoituspaikkaa valittaessa on huomioitava etäisyydet likaisen ilman lähteisiin (RakMKD2).

Suurissa tilakokonaisuuksissa (esim. kunnallistekniikan verkostot) tulee varautua siihen että savunpoistotuuletukseen vaikuttaa tunnelitason ja savunpoistoaukon läheisyyden ilmanpaineolosuhteet eli ns. savupiippuilmio. Usein onkin tarkoituksenmukaista suunnitella savunpoistolte vähintään kaksi eri suuntaa toimintavarmuuden takaamiseksi.

Kunnallistekniikka

Kunnallistekniikat ovat suljettuja ja laajoja verkostoja, jotka on jaettava osiin sekä palo- ja pelastusturvallisuuden että savunpoiston ja tulvan hallinnan kannalta. Tunnelitasolla osastointi voidaan tehdä erilaisilla rakenteilla kuten esim. paineseinillä, palo-osastoinnilla ja savusuluilla.

Vesi- ja viemäriverkosto on rakennettava niin, ettei ylivuotoja pääse tapahtumaan. Vesi ja viemäritunneleissa tulee asentaa takaisiniskuläppiä takaisinvirtauksen estämiseksi. Ulkopuolisen tulvaveden pääsy tunnelitasolle estetään kuilu- ja suuaukkorakenteiden riittävällä korkeusasemalla.

Liikenne

Maanalaisen liikenneväylän ja ajoyhteyden toimivuuteen ja turvallisuuteen vaikuttaa eniten väylän geometria ja liittymät muuhun liikenneverkkoon. Kaupungissa

ajoväylien geometriaan vaikuttaa olemassa olevan rakennetun ympäristön vaateet. Kaupunkialueella tunneleiden suuaukot ja katuliittymä ovat usein lähekkäin toisiaan johtuen rakentamisen tilan rajallisuudesta. Suuaukkorakenteille on varattava riittävästi tilaa, jotta tarvittavat seisahtumistilat ja näkemät yms. voidaan rakentaa ennen katuliittymää.

Maankäyttöä suunniteltaessa tulee varautua tunnelin sulkemiseen. Usein on tarkoituksenmukaista suunnitella kaavoitusvaiheessa tunneliosuuden korvaavat maanpäälliset reitit opastuksineen. Tarvittaessa tunnelin suuaukon eteen on varattava tilat puomeille sisäänajon estämiseksi.

Ympäristö

Maanalaisen tilan ympäristövaikutukset voidaan jakaa rakentamisaikaisiin ja käytön aikaisiin vaikutuksiin. Ympäristövaikutukset keskittyvät kuitenkin merkittävästi rakentamisen aikaan. Tilojen louhinta aiheuttaa väliaikaisia ympäristöhaittoja koko rakentamisen ajan. Merkittävimpiä näistä vaikutuksista ovat: melu-, värinä-, painevaikutukset sekä pohjavesi- ja kallioliikevaikutukset. Myös lisääntyvä liikenne aiheuttaa haittaa rakentamisalueella. Vaikka rakentamisen aikaiset haittavaikutukset ovat väliaikaisia, niiden merkitys alueen toimijoille on merkitykselliset. Tilojen vaikutukset pohjaveteen voivat jatkua myös käytönaikana.

Rakentamisen aiheuttamia ympäristövaikutuksia voidaan vähentää ja hallita huolellisella suunnittelulla ja oikeiden työmenetelmien käytöllä. Ympäristövaikutuksia seurataan rakentamisen aikana ja herkimmillä alueilla tulee seurantaa jatkaa myös käytön aikana.

Riittävän laajalla ja avoimella tiedottamisella voidaan vähentää rakentamisaikaisen ympäristöhaittojen häiritsevyyttä alueen asukkaille.

Ihmiset

Valmiiden maanalaisen tilojen vaikutukset alueen asukkaisiin ja muihin toimijoihin ovat erittäin vähäiset. Merkittävimmät vaikutukset ihmisiin ilmenevät rakentamisen aikana samanlaisina kuin ympäristövaikutukset. Jotta vaikutukset ihmisiin tulisi huomioiduksi, tulee kaavoitusprosessin aikana keskustella alueen asukkaiden ja sidosryhmien kanssa heidän tarpeistaan ko. alueella. Näin voidaan varmistua siitä, etteivät olemassa olevat toiminnot kärsi kohtuuttomasti rakentamisesta.

Tilasuunnittelullisin keinoin voidaan vaikuttaa siihen, että tilat ovat terveellisiä, turvallisia ja kaikille käyttäjäryhmille hyvin soveltuvia.

Maanalainen rakentaminen on tulevaisuuden rakentamista, jolla voidaan parantaa ympäristön ja elämisen laatua sijoittamalla maan alle toiminnot, jotka maanpinnalla aiheuttavat kielteisiä vaikutuksia, kuten liikenneväylät, suuret hallit ja varastot. Kalliorakentamisella voidaan myös lisätä palveluja valmiiksi rakennettuun ympäristöön sijoittamalla esimerkiksi urheilu- ja vapaa-ajan -tiloja, pysäköintilaitoksia sekä huoltotunneleita maan alle.

14. KIRJALLISUUTTA

Viranomaismääräykset ja ohjeet

Asetus työpaikkojen turvallisuus- ja terveystaakimuksista (577/2003).
Asetus ympäristövaikutusten arvioinnista (YVA-asetus) 1999/268
Asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (268/1999)
EU direktiivi 2002/0309 Euroopan laajuisen maantieverkon tunnelien turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista
Laki ympäristövaikutusten arvioinnista (YVA-laki) 1994/468
Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista 200/2005
Maankäyttö- ja rakennusasetus (MRA) 1999.
Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) 132/1999 (RT YM1- 21222)
Pelastuslaki 2003/468
Ratatekniset määräykset ja ohjeet, Ratahallintokeskus, VR Kirjapaino Osa 18 Rautatietunnelit 1998
Rautatielaki 2003/198
Räjätysalan normeja Turvallisuusmääräykset, Työministeriö on hyväksynyt, valtioneuvoston päätöksen (410/86) nojalla noudatettavaksi 16:0. 1998
Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005
Sisäasiainministeriön asetus S1-, S3- ja S6-luokan kalliosuojista sekä S3-luokan teräsbetonisesta väestönsuojasta 1075/2001 (RT SM-21195)
Työturvallisuuslaki 2002/738
Uudenmaan työsuojelupiirin ohje – Ikkunattomat työtilat 6.5.2003 (Ikonen)
Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta 787/2003
Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta. 1314/1994
Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta. 629/1994
Valtioneuvoston päätös räjäytys- ja louhintatyön järjestysohjeista 1986/410
Ympäristönsuojelulaki 2000/86
Ympäristönsuojeluasetus 2002/169

Rakennusmääräyskokoelma:

C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, Määräykset ja Ohjeet 1998 Suomen rakentamismääräyskokoelma (RT RakMK- 21090)
C2 Kosteus Määräykset ja Ohjeet 1998, Suomen rakentamismääräyskokoelma (RT RakMK- 21099)
D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2003 Suomen rakentamismääräyskokoelma (RT RakMK- 21218)
E1 Rakennusten paloturvallisuus, Määräykset ja ohjeet 2002, Suomen rakentamismääräyskokoelma (RT RakMK-21201)
E2 Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus, Ohjeet 2005 RT RakMK-21046),
E4 Autosuojien paloturvallisuus, Ohjeet 2005 (RT RakMK- 21047)
E7 Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus, Ohjeet 2004
F1 Esteetön rakennus Määräykset ja ohjeet 2005 (RT RakMK 21255)
F2 Rakennuksen käyttöturvallisuus Määräykset ja ohjeet 2001 (RT RakMK 21184)

Ohjeet ja RT- ohjekortit

Kalliotilojen rakennusohjeet RIL 169-1987, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y
by 29 Ruiskubetoniohjeet Suomen betoniyhdisty, Suomen betonitieto Oy 1993
MaaRYL 2000 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2000, Talonrakennuksen maatyöt 1997
Rakennustietosäätiö 1997

RT 69-10584 Kiinteistön jätehuolto (1995) s.15
RT 88-10674 hissitilat (1993) 11s.
RT 91-10498 paarikuljetus, tilantarve (1993) 2s.
RT 91-10655 Kalliotilat
RT 98-10479 Ajoneuvojen mittoja. (1992) 8 s.
RT 98-10481 Ajoväylät, hitaasti liikennöitävät.(1992) 8 s.
RT 98-10490 Kuormaustilat. (1992) 8 s.
RT 98-10538 Pysäköintilaitokset. (1994) 10 s.
RT 98-10607 Kevytliikenteen väylät. (1996) 8 s.

Tievalaistuksen suunnittelu – suunnitteluvaiheen ohjaus, Tiehallinto 2005, Helsinki, (Esikopio)

Vaarallisten aineiden kuljetukset maantietunneleissa. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 31/2001. Helsinki, 2001

Vaarallisten aineiden kuljetusten tunneliturvallisuusmallit. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 45/2003. Helsinki, 2003

Muut julkaisut

Maanalaisen tilan rakentaminen yleensä:

Kalliorakentamisen mahdollisuudet, Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys r.y.Jyväskylä, 1988

Kalliorakentamisen neljäs aalto Ympäristövastuullinen maanalainen rakentaminen, suunnittelu ja toteutus, Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys r.y, Porvoo, 1997

Kalliorakentaminen Suomessa, Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys r.y.,Rakentajain kustannus Oy Helsinki 1986

Maanalaiset tilat maankäytön suunnittelussa, Kimmo Rönkä, Jouko Ritola, Kari Rauhala,Ympäristöopas 16, Ympäristöministeriö, 1997

Underground space design, CarmonyJ., Sterling R., Van Nostrand Reinhold, New York, 1993

Petri Kotkansalo: Maanalaisen kalliorakentamisen kaavoitus- ja lupamenettely. Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys MTR ry, Helsinki 2004 Viitte 4.4.2006 saatavilla http://www.mtry.org/kehitys/Julkaisut/Conect_raportt_19.3.04.pdf

Rönkä, Kimmo & Rintamäki, Heimo & Vehmas, Juha & Rauhala, Kari (1999): Maanalaiset pysäköintitilat kaupunkien keskustoissa: Vaikutusten arviointi. LYYLI-raporttisarja 7, Helsinki.

Vuolio, Raimo (1991). Räjätystyöt. Suomen maanrakentajien keskusliitto r.y. Helsinki

Pohjanperä, Paula (2004). Kallioperätutkimukset maanalaisten tilojen louhittavuuden arvioinnissa. TKK-KAL-A-33, Teknillinen korkeakoulu, Espoo

Maanalaisen rakentamisen yleissuunnittelu kaavoitusta varten, Timo Myyryläinen, Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston selvityksiä 2004:6

Maanalaisen tilan turvallisuus ja turvallisuuden tunne:

Henkilöturvallisuuden kehittäminen maanalaisissa tiloissa paloriskejä pienentämällä Hostikka, Simo; Mikkola, Esko; Rinne, Tuomo; Tillander, Kati; Weckman, Henry 2005. VT, Espoo.

Viite 4.4. 2006 saatavilla: <http://virtual.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2318.pdf>

Proceedings of the international symposium on Catastrophic tunnel fires, 2004 SP Technology

Hille Koskela (toim) Avoin kaupunki / Suljettu kaupunki - Kirjoituksia urbaanista turvallisuuspolitiikasta.) Helsingin yliopisto. Maantieteen laitos. Helsinki 2003, Viitattu: 4.4.2006 saatavilla: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/maant/sarjat/sk/45/avoinkau.pdf>

Koskela, Hille, Turha pelko pois? Väkivallan pelon ymmärtäminen poliisin haasteena. Teoksessa "Poliisin toimintaympäristön strateginen uudelleenarviointi". Poliisiosaston julkaisu 1/2001. Sisäasianministeriö. 2001

Ympäristövaikutukset, ihmisiin kohdistuvat vaikutukset, turvallisuus, turvallisuuden kokeminen:

Newman, Oscar. Creating Defensible Space. U.S. Department of Housing Urban Development, Office of Policy Development and Research. Center for Urban Policy Research, Rutgers University. (1996)

Niemi, Hannu. Rikoksen pelko heijastuu ihmisten arkeen. Haaste-lehti 3/2002, 23.9.2002. Oikeusministeriö. (Viite 4.4.2006 saatavilla <http://www.om.fi/haaste/15463.htm>)

Turvallisuustalkoot. Kansallinen rikosentorjuntaohjelma. Oikeusministeriö, rikosentorjunnan neuvottelukunta. (1998)

Mikael Enkberg, Kuntien riskienhallinta, ISBN 951-755-754-X, Suomen Kuntaliitto 2002

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi – käsikirja. Aiheita 8/2003 Tapani Kauppinen, Vilja Tähtinen, Stakesin monistamo, Helsinki 2003

Viite 4.4.2006 <http://www.stakes.fi/verkkojulk/pdf/aiheita/Aiheita8-2003.pdf>

Päivänen, Jani & Kohl, Johanna & Manninen, Rikhard & Sairinen, Rauno & Kyttä, Marketta (2005): Sosiaalisten vaikutusten arviointi kaavoituksessa. Avauksia sisältöön ja menetelmiin. Suomen ympäristö 766. Ympäristöministeriö, Helsinki.

Rönkä, Kimmo (1998): Sokos-Forum-Stockmann-kävelytunnelit. Käyttäjähastattelut. Helsingin kaupungin rakennusviraston katuosaston selvityksiä 1998:9.

Turvallisuus on yhteistyötä. Helsingin kaupungin turvallisuusstrategian suuntaviivoja (2001). Helsingin kaupunginkanslia, Terhi Tikkanen. Helsinki.

Selvitys elinympäristönkemikaaliriskeistä - Kansallisen kemikaaliohjelman taustaselvitys, Matti Jantunen, Hannu Komulainen, Aino Nevalainen, Jouko Tuomisto, Raili Venäläinen, Matti Viluksela Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 11/2005 Viitattu 4.4.2006 saatavilla: http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2005b11.pdf

Kari Pesonen, Ympäristömelun haittojen arvioinnin perusteita, Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2005:14, Yliopistopaino Helsinki 2005

Viite 4.4.2006 saatavilla: <http://www.stm.fi/Resource.phx/publishing/store/2005/11/pr1131096014245/passthru.pdf>

Kalevi Korpela, Jani Päivänen, Rauno Sairinen, Satu Tienari, Marjut Wallenius, Maarit Wiik, SY467 Melukylä vai mansikkapaikka?, Asukkaiden ja asiantuntijoiden näkemyksiä asuinalueiden terveellisyydestä, Ympäristöministeriö, 2001

Marja Kurenniemi, Elisa Törmänen, Ympäristö menee ihon alle? Kaupunkirakenteen ja asuin-alueiden laadun yhteys alueelliseen, kuolleisuuteen Helsingissä, Aiheita 26/2003, Stakesin monistamo, Helsinki 2003

Viitte 4.4. 2006 <http://www.stakes.fi/verkkojulk/pdf/aiheita/Aiheita26-2003.pdf>

Liikenne:

Katu 90 – Kadunrakennuksen tekniset ohjeet. Suomen kunnallisteknillinen yhdistys, julkaisu 11. Jyväskylä 1991.

Katu 2002 – Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Jyväskylä 2003.

Tievalaistuksen käsikirja. Tielaitos, TIEL 2140003. Helsinki 1991.

Kevyen liikenteen suunnittelu. Tiehallinto, TIEL 2130016. Helsinki 1998.

Tien suuntauksen suunnittelu. Tielaitoksen selvityksiä 28/1992. Helsinki 1992.

Tasoliittymät. Tiehallinto, TIEH 2100001-01. Helsinki 2001.

Pääväylät kaupunkialueilla – Yleiset suunnitteluperiaatteet. Tielaitos. Helsinki 1993.

Pääväylät kaupunkialueilla – Tasoliittymät. Tielaitoksen selvityksiä 42/1992. Helsinki 1992.

Pääväylät kaupunkialueilla – Poikkileikkaus. Tielaitoksen selvityksiä 49/1992. Helsinki 1992.

Tunneliteiden liikenneteknisen mitoituksen perusteita. Tielaitoksen selvityksiä 10/1990. Helsinki 1990.

Bussiliikenteen infrakortit. Suomen Paikallisliikenneliitto ry (PLL).

Turvallisuuden merkitys pääkaupunkiseudun joukkoliikenteessä, Liikenne ja viestintäministeriö Helsinki 2005. viite 4.4.2006 saatavilla:

http://www.mintc.fi/oliver/upl967-Julkaisuja%2087_2005.pdf

Matkustajien tyytyväisyys Helsingin joukkoliikenne palveluihin vuonna 2005. viite 4.4.2006 saatavilla http://www.hel2.fi/hkl/suomi/07_hkltietoa/laatu2005.pdf

Lehti ja Internet artikkelit:

Martti Tuominen, Turvattomuuskokemuksissa myös laadullisia eroja KVARTTI 3/05

Turvallisuuden merkitys pääkaupunkiseudun joukkoliikenteessä, Liikenne ja viestintäministeriön julkaisu 87/2005, Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki, 2005

Matkustajien tyytyväisyys Helsingin joukkoliikennepalveluihin vuonna 2005, HKL-Suunnittelu-yksikkö, Helsinki .2006

Viite 4.4. 2006 saatavilla: http://www.hel2.fi/HKL/suomi/07_hkltietoa/laatu2005.pdf

EuroTest tunneliturvallisuuden tutkimus 2005 ja onnettomuustiedot Viite 4.4.2006 saatavilla: http://www.eurotestmobility.net/images/filelib/tunneltest_2005en2.pdf

<http://www.eurotestmobility.net/eurotap.php?itemno=68&lang=EN>

(Fire and Life Safety for Underground Facilities Present Status of Fire and Life Safety Principles Related to Underground Facilities, ITA Working Group Raport, Volume 13, nro 3 1998)

Jäämeri, Hannele (1994): Valo määrää mielialaa. Artikkelit Suomen Kuvalehdessä 11.11.1994.

LIITE 1 TOIMINNAN RISKIT MAANALAISISSA TILOISSA

KALLIOTEKNISET RISKIT

Lähtötietoriskit

- liian vähäiset tutkimustiedot kallio ja maaperästä
 - kalliopinnan sijainti
 - kallionlaatu
- rakoilu
- heikkousvyöhykkeet
- vedenjohtavuus
 - jännitystila
- olemassa olevien tilojen sijainti
- suojavuohyöhykkeiden määrittäminen

Rakentamisen aikaiset riskit

- tärinä
 - rakennusten ja laitteiden vaurioituminen
 - ympäröivän kallion vaurioituminen
 - ihmisten häirintä (– työntekijät ja ulkopuoliset)
- virheet kalliorakennustyössä
 - laajat kallion rakoiluvuohyöhykkeet
- ryöstymät
- stabiliteettiongelmia
 - injektoinnin epäonnistuminen
- vesivuodot
 - lujituksen epäonnistuminen
- stabiliteettiongelmia
- kallioliikkeet
 - rakennusten vaurioituminen
 - stabiliteettiongelmia kallioliikossa
- työturvallisuus
 - komuaminen (kivien irtoaminen kallioholvista)
 - liikkuvat työkoneet
- melu
 - ihmisten häirintä (– työntekijät ja ulkopuoliset)
- pöly
 - ihmisten häirintä (– työntekijät ja ulkopuoliset)
 - teknisten laitteiden tukkeutuminen/vioittuminen
- paine
 - rakenteiden vaurioituminen
 - ihmisten häirintä
- pohjavesi

- maanpainumat
- rakennusten painumat
- kasvillisuuden muutokset
- pintavesin virtauksen muutokset

Käytönaikaiset riskit

- lujitusten korroosio
 - stabiliteettiongelmia
- pohjavesi
 - maanpainumat
 - rakennusten painumat
 - kasvillisuuden muutokset
 - haitallisten aineiden kulkeutuminen kalliotilaan
- uudet maanalaiset tilat lähistöllä
 - jännitystila
 - tärinä
 - pohjavesi

RAKENTEELLISET RISKIT

Lähtötietoriskit

- kuormitus tietojen oikeellisuus
- mitoituksen oikeellisuus
 - louhintatoleranssin huomioimattomuus rakenteiden mitoituksessa

Rakentamisen aikaiset riskit

- rakennevauriot
 - rakenteen suunnitteleman toimiminta
 - rakenteiden rakentamisen aikaiset vauriot
 - liitosrakenteiden toimimattomuus
 - detaljeiden toimimattomuus
 - kosteuden vaikutukset rakenteelliseen lujuuteen
- Vaiheittaisen rakentamisen turvallisuusnäkökohdat
- Suunniteltu kokonaisuus ei toteudu
- Rakennosien asentamisen ja työvarojen puuttuminen

Käytönaikaiset riskit

- Käyttöolosuhteet poikkeavat suunnitellusta
- Käyttö ja Kuormitus poikkeavat suunnittelusta
- Huollon puutteen aiheuttamat vauriot rakenteille

PALO- JA PELASTUSTURVALLISUUDEN RISKIT

- Tulipalo
 - rakennuksessa
 - huoltotilassa
 - liikennetilassa
 - teknisessä tunnelissa
 - pystykuilussa
- Tulva
 - vesijohto/ kaukokylmä
 - kaukolämpö
 - luonnonolot (myrsky/ vedenpinnan nousu)
 - rakenteellinen vaurio
- Vaarallisten aineiden onnettomuus
 - räjähdysaineet
 - palavat kaasut
 - palavat nesteet
 - myrkylliset aineet
 - syövyttävät aineet
 - maan alla
 - pystykuilujen läheisyydessä maan pinnalla
- Liikenteen riskit
 - kolari pysäköintitilassa
 - kolari liikennetunnelissa
 - yliajo
- Tapaturmat ja sairaskohtaukset
 - kaatuminen, putoaminen yms.
 - sairaskohtaukset
 - myrkytykset
 - tappelut, puukotukset yms.
- Luonnon oikut
 - poikkeuksellinen pakkanen
 - poikkeuksellinen helle
 - myrsky
 - sadekausi
 - pieniä tai isoja eläimiä väärässä paikassa ja/tai väärässä puuhassa
- Tekniset riskit
 - teknisten järjestelmien vikaantuminen
 - laaja sähkökatkos
 - tilojen ketjuuntuminen

- vaikea saavutettavuus (pitkä matka pelastamaan)
- Ihmisen toimintaan liittyvät riskit
 - käyttötarkoituksen vastainen käyttö
 - asunnottomat/ lämmön etsijät /extreme –seikkailijat yms.
 - väärät käyttäytymismallit
 - kyky orientoitua maan alla
- Poikkeusolojen riskit ja muuten poikkeukselliset riskit
 - väestönsuojat/ muiden tilojen käyttö suojautumiseen
 - väestönsuojatilojen normaaliajan käytön ja poikkeusolojen käytön ristiriidat
 - sota
 - tahalliset vahingonteot
- Työnaikaiset riskit
 - lisääntynyt syttymisriski
 - lisääntynyt tapaturmariski
 - palo-osastoinnit usein auki tai puutteellisia
 - uloskäytävien tukkiminen
 - räjähdysaineet työmaalla ja katuverkossa
 - työmaiden lämmitys nestekaasulla

TALOTEKNISET RISKIT

Lähtötietoriskit

- ilmanvaihdon tilojen alimitoitus
 - maanpäällisten IV-yhteyksien tilantarve mitoitetaan liian pieneksi
 - o maanalaisten tilojen koneiden, laitteiden ja putkistojen sekä huollon tilantarpeen huomiotta jättäminen
- IV- yhteyksien sijoitus riskialttiiseen kohtaan kaupunkirakenteessa
 - maanpäällisen IV yhteyksien sijoitus heikentää tilan ilmanlaatua
- pumppaamo mitoitetaan liian pieneksi tai yhdelle pumpulle
 - vuotovesien määrää ei ole huomioita suunnittelussa
- viemärien padotuskorkeuden huomiotta jättäminen / tiedon puuttuminen
- savunpoiston toiminnan toimintavarmuus ja riittävyys (useampia savunpoistomalleja)
- äänentoistolle ei ole asetettu vaatimuksia

Rakentamisen aikaiset riskit

- kaapeli ja putkivauriot
- hallitsemattomat vuotovedet

Käytönaikaiset riskit

- kaapeli ja putkivauriot
- sähkökatkot
- valaistus ei ole riittävä tai oikea
- äänentoistoa ei toimi
- ilmanlaadun heikkeneminen
- ilman kosteuden hallitsemattomuus (vuotovedet)
- putkivauriot (vesivuodot)
- vesikatko
- lämpötilojen ei toivottu vaihtelu
- viemärien toimimattomuus
- kunnallistekniikan viemärien tulviminen padotustilanteissa
- ilmanpaineen vaihtelut estävät suunnitellun ilmanvaihdon ja savunpoiston toimimisen
- käyttö- ja huoltotoiminnan puutteellisuus ja osaamattomuus

KUNNALLISTEKNISET RISKIT

Lähtötietoriskit

- olemassa olevien rakenteiden ja toimintojen häiriöt
 - olemassa olevien rakenteiden sijainnin ja toimintojen vaikutuksien ei ole huomioitu
- liittymät ja niiden vaateiden tunnistaminen
- verkostojen liittymien vaateet julkisiin tiloihin puutteelliset

Rakentamisen aikaiset riskit

- olemassa olevien rakenteiden ja verkostojen rikkoutuminen.
- työmenetelmien riskit: räjähdysvaara, palovaara, sähköiskut
- kaasuuntuvien aineiden haittavaikutukset ilmaan

Käytönaikaiset riskit

- putken rikkoutuminen
 - korroosioauriot (kosteusvauriot, jännityskorroosio)
 - syöpyminen, kuluminen
 - ylikuormituksesta johtuva paineistuminen
- putken toimintahäiriö: putkiston tukkeutuminen, jäätyminen, sisällön aiheuttama tukkeuma, tulvatilanne
- sade tms. tulvavesi
- putken tai rakenteiden liikkuminen (lämpölaajeneminen, paineiskut)
- rakenteellinen hajoaminen esim. liitosten hajoaminen
- sulkujen, venttiilien, virtausrajoin yms. sijoitettu tunnelitasolle tai kuilujen alapäähän tms. sellaisessa paikassa jossa niiden käyttö ongelmatilanteissa hankalaa
- liittymien vääränlainen toiminta (pudotuskaivojen paineistuminen)

- kaukolämpöputken rikkoutuminen
 - o kuuman höyryn aiheuttamat vahingot
- tunnelirakenteille ja laitteille sekä koneille
- hapen merkittävä väheneminen
- kuumen veden tai vesihöyryn suihku; palovammat
- vesihöyryssä näkyvyyden häviäminen
- materiaalien muodonmuutos korkean lämpötilan johdosta
- kalliomassan lämpeneminen—rakenteelliset muutokset,
 - vesimassa irrottaa rakenteita, koneita ja laitteita
- tuhoeläimien tai luvattomia tunkeutujia aiheuttamat vauriot
- kaasun muodostuminen tai kaasuvuodot
 - kaasuräjähdykset
 - hapen loppuminen
 - kaasun leviäminen toisiin tiloihin
 - myrkytykset
- sähkökaapelivaurio
 - sähkökatkos, oikosulku
 - kaapelipalot

AJONEUVOLIIKENTEEN RISKIT

liikenneonnettomuuden syitä

- kuljettaja
 - kuljettajan keskittymättömyys/huolimattomuus
 - liian suuri tilannenopeus
 - sairaskohtaus
 - odottamaton käytös
- jalankulkija
 - odottamaton käytös
- ajoneuvo
 - ajoneuvon pysähtyminen
 - tekninen vika (esim. renkaan puhkeaminen)
 - ajoneuvon puutteellinen kunto (esim. palanut ajovalo tai huonokuntoiset jarrut, sähköiset laitteet)
 - ajoneuvon liian suuri koko
 - lastin riskit; lastin liikkuminen, itsestään syttyminen, yms
 - liian suuri nopeus
- olosuhteet
 - ajoväylän luokitus / käyttötarkoitus
- liikennemäärä
- ajoneuvojakauma
- poikkileikkaus
- vaaka- ja pystygeometria
- yksi- vai kaksisuuntainen
 - riittämätön/ toimimaton valaistus
 - ajoyhteyksien suuaukkojen häikäistyminen/ sokaistuminen
 - riittämättömät näkemät
 - riittämätön optinen ja visuaalinen ohjaus

- huono/riittämätön opastusjärjestelmä
- liukkaus, (jää, sohjo, virtaava tai seisova vesi)
- poikkeustilanne (esim. onnettomuus tai tunnelin rakenteellinen vaurio), joka aiheuttaa normaalikäytännöstä poikkeavan tilanteen esim. liikenteen ruuhkautumisen
- työnaikaiset (liikenne)järjestelyt
- tunnelin ilmanpaineen muutokset

LIIKENTEEN RISKIT

- törmäys: seinään tai muihin rakenteisiin, tunnelin teknisiin laitteistoihin, vastaantulevaan ajoneuvoon, edellä ajavaan ajoneuvoon
- liittymäonnettomuudet
 - maan alaiset liittymät
 - liittyminen katuverkkoon
- törmäys jalankulkijaan, pyöräilijään tai eläimeen
 - pysäköintilaitokset
 - kiinteistöjen huoltopihat
 - maanalaisten tilojen huoltoliikenne
 - maanalaisten tilojen huolto-/kunnossapitohenkilöstö
 - väärään tilaan (esim. ajovällylle) harhautunut henkilö tai eläin
 - ajotunnelin liittyminen katuverkkoon
- vaarallisten aineiden kuljetukset
- kaasukäyttöiset ajoneuvot

YMPÄRISTÖRISKIT

Lähtötietoriskit

- liian vähän tietoa olemassa olevista:
 - rakenteista
 - pohjavesistä ja veden liikkeistä alueella
 - kasvillisuudesta ja luonnonoloista
 - alueen muusta toiminnasta

Rakentamisen aikaiset riskit

Välittömät ympäristövaikutukset:

- tärinä
- melu
 - ilmaääni ja runkoääni työnaikaisista toimenpiteistä
- päästöt
 - työmaaliikenteen pakokaasut
 - työmaan ilmanvaihdon epäpuhtaudet ilmaan
 - työmaan päästöt vesistöön
 - pölyhaitat
 - vapautuvat aineet kallioperään, esim. öljyt
- työmaan aiheuttama estevaikutus
- kallion rakoilu, halkeilu ja liikkeet
- räjähdystapahtumassa vapautuva paine

Välilliset ympäristövaikutukset:

- pohjavesien aleneminen, orsivesien muutokset ja pintavesien ohjaus
 - maan painumat
 - rakennusten painumat
 - kasvillisuuden muutokset (vesiolosuhteiden muutoksesta johtuvat kasvillisuusvauriot)
- kallioperästä vapautuvat aineet
- pilaantuneiden maiden vaikutukset

Käytönaikaiset riskit

- lisääntyvän liikenteen haittavaikutukset
- meluvaikutukset
- ilmanlaadun heikkeneminen
- estevaikutukset muulle toiminnalle
- tärinä käyttötilanteessa (metro, juna, liikenne, suuret koneet)
- päästöt maaperään ja ilmakehään
- pohjavesien aleneminen, orsivesien muutokset ja pintavesien ohjaus
 - maan painumat
 - rakennusten painumat
 - kasvillisuuden muutokset (vesiolosuhteiden muutoksesta johtuvat kasvillisuusvauriot)
- vaikutukset vesivarantoihin

IHMISTEN TOIMINTAAN JA TERVEYTEEN KOHDISTUVAT RISKIT

Toimintaan kohdistaan kohdistuvat riskit

Lähtötietoriskit

- liian vähän tietoa olemassa olevista:
 - sosiaalisesta rakenteesta
 - palveluista ja niiden käyttäjistä
 - toiminnan luonteesta ja alueen ongelmista
 - alueen kaupunkirakenteellisesta luonteesta ja imagosta
 - kaupunkikuvallisista tekijöistä
 - asukkaista ja alueen intressiryhmien vaikutuksesta
 - hanke hidastuu/viivästyy vastustuksen vuoksi

Rakentamisen aikaiset riskit

- työmaan onnettomuusriskit
- työmaa muodostaa estevaikutuksen alueen sosiaaliselle toiminnalle
- viihtyvyys alueella heikkenee (melu, pöly, tärinä, estevaikutukset)
- turvallisuuden tunteen lisääntyminen
 - melu, pöly, tärinä, estevaikutukset
- liikenteen lisääntymisen myötä onnettomuusriskit kasvavat

Käytönaikaiset riskit

- maanpäälliset rakenteet muodostavat estevaikutuksen alueen sosiaaliselle toiminnalle
- maanpäälliset rakenteet pirstovat asukkaiden kokoontumis- tai virkistätymisalueen
- tila (esim. pysäköintihalli) aiheuttaa lisääntyvää liikennettä alueelle
- tilaan johtava ajoramppi aiheuttaa kasvavan onnettomuusrisikin
- tilaan johtavat kulkuyhteydet sijaitsevat kaupunkirakenteessa kohdissa, jossa niiden käyttö ei ole toimivaa/sujuvaa
- tilaan johtavat yhteydet huonontavat kaupunkikuvaa
- toiminta aiheuttaa melu-, värinä- tai saasteongelmia
- tilan käyttäjämäärät ja toiminnan laajuus arvioidaan väärin
- tilan ottaa haltuunsa aluetta lähtötilanteessakin hallitseva marginaaliryhmä (esim. alkoholistit, asunnottomat, jengit, huumeidenkäyttäjät).
- tila tai sen toiminta ei sovi alueelle tai alueen identiteettiin ja imagoon
- tilat eivät sovellu kaikille käyttäjäryhmille (esim. liikunta- tai toimintaesteiset, ikääntyneet tai lapset)
- tilan käyttäjäryhmien eriytyminen
- tilan huono käytettävyys
 - tilan erilainen käyttö kuin on tarkoitettu
 - paniikkitalanteen syntyminen poikkeustilanteessa
 - turvallisuuden tunteen lisääntyminen
- johtuen esim. vaikeasta orientoitumisesta maan alla, tilan huonosta käytettävyydestä, käyttäjäryhmien eriytymisestä tai puutteellisesta valaistuksesta
- oleskelun ja kaupunkirakenteen kohtaamispaikkojen yksipuolistuminen ja väheneminen kaupunkitiloissa
 - maanalaiset tilat yhdelle funktiolle suunniteltuja, esim. läpikulkutiloja

Terveysriskit

Lähtötietoriskit

- onnettomuusrisikin kasvaminen (maanpäällisten yhteyksien toiminta aiheuttaa kasvavan onnettomuusrisikin)
- toiminnan aiheuttamat melu-, värinä- tai saastehaitat
- ilmanlaatu- tai meluhaitat maan päällä ilmanvaihtokanavien maanpäällisten yhteyksien sijainnista johtuen

Rakentamisen aikaiset riskit

- melu, värinä, pöly, paine ja pakokaasut
- maaperästä/kallioperästä maanalaiseen tilaan vapautuvat aineet
 - radon
- vuotovedet esim. saastuneesta maaperästä
- räjäytyskaasut
- turvallisuuden tunteen lisääntyminen työmaan onnettomuusrisikin, melun tms. kasvun myötä

Käytönaikaiset riskit

- valaistuksen riittämättömyys / luonnonvalon puute
- ilmanvaihdon riittämättömyys / ilmanvaihdon toiminnan vaikeudet
- äänimaailman erilaisuus verrattuna maanpäällisiin tiloihin, meluhaitat
- turvallisuuden tunne, klaustrofobia
- ilman epäpuhtaudet.
 - ilmanvaihdon riittämättömyys
 - rakennusmateriaaleista irtoavat haitalliset aineet
 - ilman liiallinen kosteus
- toiminnasta vapautuvat aineet (pienhiukkaset, pakokaasu ym.)
- haitalliset eliöt ja kasvustot
- tuhoeläimet
- onnettomuusrisikin kasvu maanalaisiin tiloihin johtavien ajoramppien kohdalla

LIITE 2 SANASTO

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi, IVA

on selvitysprosessi, jossa arvioidaan suunnitelman tms. vaikutuksia ihmisten terveyteen, hyvinvointiin ja viihtyvyyteen. Arvioinnin kohteena voi olla hanke, suunnitelma, ohjelma tai mikä tahansa muu päätös. Vaikutusten arviointi on ennakoivaa ja se toimii suunnittelun ja päätöksenteon työvälineenä. IVA yhdistää kaksi osa-aluetta: sosiaalisten vaikutusten arvioinnin (SVA) ja terveysvaikutusten arvioinnin (TVA).

Pelastussuunnitelma

on yrityksen tai laitoksen toimintavarmuutta ja turvallisuutta kokonaisuutena käsittelevä, turvallisuustyön hallintaa ja ylläpitoa ohjaava selvitys. Siinä ohjeistetaan toiminta ja osoitetaan vastuuhenkilöt riski- ja vaaratilanteissa. Pelastussuunnitelmassa selvitetään Pelastuslaki (468/2003), pelastustoimen asetus (787/2003) huomioiden

- ennakoidut vaaratilanteet ja niiden vaikutukset
- toimenpiteet vaaratilanteiden ehkäisemiseksi
- poistumis- ja suojautumismahdollisuudet sekä sammutus- ja –pelastustehtävien järjestelyt
- turvallisuushenkilöstö, sen varaaminen ja koulutus tehtävään sekä muun henkilöstön tai asukkaiden perehdytys suunnitelmaan
- tarvittava kalusto ja materiaalit, kuten alkusammutus-, pelastus- ja raivauskalusto, henkilösuojaimet ja
- toimintasuunnitelmat onnettomuus-, vaara- ja vahinkotilanteisiin

Rikostorjunta

koostuu toimenpiteistä, joilla pyritään ehkäisemään henkilö- ja omaisuusrikoksia yhteistyössä viranomaisten kanssa

Riski

tarkoittaa haitallisen tai vaarallisen tapahtuman uhkaa sekä sen todennäköisyyden ja seuraamuksen vakavuuden yhdistelmää. Riskin suuruus kuvaa esiintymisen ja seurauksen arvioitua määrää eli vaaran suuruutta.

Riskianalyysi

tuottaa arviointia varten saatavissa olevaan tietoon järjestelmällisesti perustuen, ihmisiä, omaisuutta tai ympäristöä tietoa uhkaavasta vaarasta ja sen suuruudesta.

Riskien hallinta

käsittää menettelytavat ja käytännöt riskien tunnistamiseksi, analysoimiseksi, merkityksen arvioimiseksi sekä toimenpiteiden suunnittelun ja toteutuksen valvomiseksi. Riskien hallinnan tarkoitus on pienentää riskin toteuman todennäköisyyttä, seurauksia ja suuruutta.

Riskin arviointi

on riskianalyysin ja riskin merkityksen arvioinnin kokonaisprosessi, jossa kukin vaaratekijä arvioidaan erikseen osana ilmenevästä vaarasta aiheutuva riski.

Riskin merkityksen arviointi

tuottaa riskianalyysin perusteella, mm. sosioekonomiset ja ympäristölliset näkökohdat huomioiden, tiedon riskien siedettävyydestä.

Riskin suuruuden arviointi

mittaa analysoitavien riskien tason käyttäen taajuus- ja seurausanalyysiä sekä niiden yhdistelmää.

Sosiaalinen kontrolli

tarkoittaa sosiaalisen ihmisyhteisön jäsenten toisiinsa kohdistuvaa valvontaa. Yhteisön sosiaalinen kontrolli ehkäisee henkilöihin ja omaisuuteen kohdistuvia loukkauksia ja ohjaa toimintaa yleisesti hyväksytyyn, normaaliin tasoon.

Turvallisuus

tarkoittaa sellaista toiminnan tilaa, jossa tilan kaikki käyttäjät voivat toimia ja asioida tilassa turvallisesti, kokematta fyysisen tai aineellisen vahingon, häiriön tai onnettomuuden pelkoa. Hyvä turvallisuussuunnittelu sisältää aina myös riskienhallinnan suunnittelun.

Turvallisuussuunnitelma

sisältää tarvittavat työsuojelu-, palo-, pelastus-, kriisisuunnitelmat sekä erilaiset toimintaohjeet (esim. järjestyssäännöt, ensiavun, kunnossapidon ja huollon ohjeet), joilla suojataan tilan työntekijöitä, käyttäjiä, kalustoa ja irtaimistoa tulipalolta, väkivallalta, vaaroilta ja onnettomuuksilta sekä toiminnan keskeytymiseltä.

Uhka

on tapahtuma / skenaario, joka aiheuttaa riskin.

Vaara

on tekijä tai olosuhde, joka voi saada aikaan haitallisen tai vahingollisen tapahtuman.

Vaarallinen tapahtuma

voi aiheuttaa vahingon.

Vaaran tunnistaminen

on prosessi, joka tunnistaa että vaara olemassaolon ja määrittelee sen ominaispiirteet.

Vahinko

on tapahtuma, josta aiheutuu fyysinen vamma, terveyshaitta, omaisuus- tai ympäristövahinko.

Valmiussuunnittelu ja poikkeusoloihin varautuminen

muodostuu kaikista niistä toimenpiteistä, joilla varmistetaan kriisi-aikojen toimintavarmuus.

Väkivalta

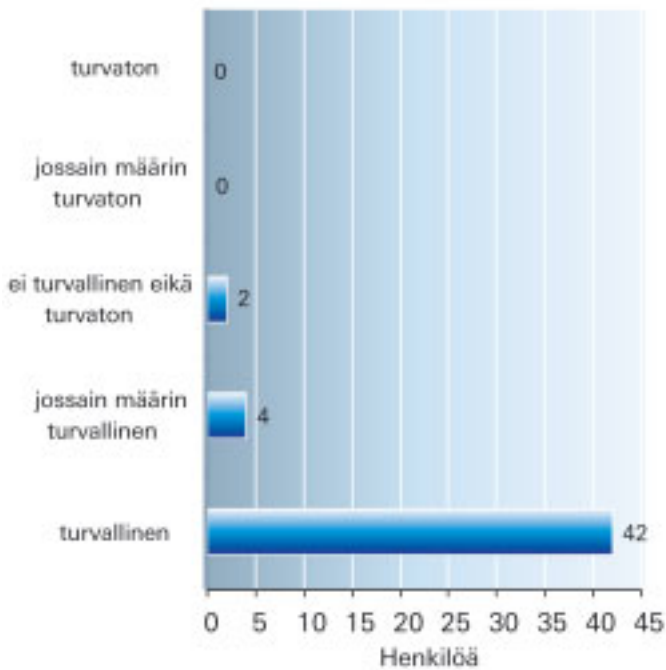
on henkilöön kohdistuva sanallinen loukkaus, uhkaus, pahoinpitely tai muu teko, joka suoraan tai epäsuorasti vaarantaa henkilön turvallisuuden, hyvinvoinnin tai terveyden.

Ympäristövaikutusten arviointi, YVA

on prosessi, jossa yleensä ennakolta selvitetään hankkeen, toimenpiteen tai toiminnan ympäristövaikutukset. Ympäristövaikutuksella tarkoitetaan hankkeen tai toiminnan aiheuttamaa välitöntä tai välillistä vaikutusta

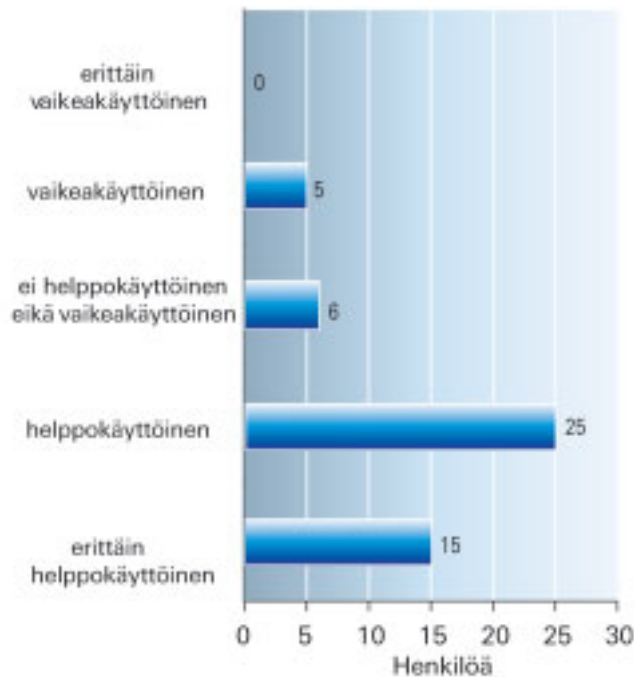
- ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
- yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- luonnonvarojen hyödyntämiseen
- em. tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

LIITE 3 KYSELY MAANALAISTEN TILOJEN KOKEMISESTA



Turvallisuuden kokeminen Forumin pysäköintihallissa ja Merihaan palloiluhallissa (vastaukset yhdistetty).

Helppokäyttöisyyden kokeminen Forumin pysäköintihallissa ja Merihaan palloiluhallissa (vastaukset yhdistetty).



Sen selvittämiseksi, miten käyttäjät kokevat maanalaiset tilat, suoritettiin kysely kahdessa maanalaisessa kohteessa: Forumin pysäköintihallissa ja Merihaan palloiluhallissa Hakaniemessä. Kysely suoritettiin tilojen käyttäjille ”katugallup”-tyyppisesti ja se sisälsi 14 kysymystä koskien mm. tilojen turvallisuutta, viihtyisyyttä ja helppokäyttöisyyttä sekä tilojen hyviä puolia ja ongelmia. Vastauksia saatiin Forumin pysäköintihallista 28 kpl ja Merihaan palloiluhallista 20 kpl. Vastaajina oli sekä naisia että miehiä ja eri ikäluokkiin kuuluvia. Kyselyn tulokset ovat vain suuntaa antavia vastaajamäärän pienuudesta johtuen.

Vastaajat kokivat tilat turvallisiksi. Kysyttäessä miten vastaaja kokee turvallisuuden tilassa, esimerkiksi yhteydet maanpinnalle, opasteet, toiminnan varmuuden ja turvallisuusriskit, valtaosa vastaajista koki tilan turvallisiksi. Muutama vastaaja valitsi vaihtoehdon ”jossain määrin turvallinen” tai ”ei turvallinen eikä turvaton”. Kukaan ei kokenut tilaa turvattomaksi. Vastaukset eivät eronneet pysäköintihallin ja palloiluhallin välillä. Vastaajat kokivat tilat myös viihtyisiksi. Viihtyisyydestä kysyttäessä (mm. siisteys, tunnelma, valaistus yms. olosuhteet tilassa) suurin osa vastaajista piti tilaa viihtyisänä. Jonkin verran vastauksia saivat myös vaihtoehdot ”erittäin viihtyisä” ja ”ei viihtyisä eikä epämiellyttävä”. Yksikään vastaaja ei kokenut tiloja epämiellyttäväksi. Vastaukset olivat hyvin samansuuntaiset molemmissa tiloissa.

Helppokäyttöisyyden suhteen vastaukset hajaantuivat enemmän. Eniten vastauksia sai vaihtoehto ”helppokäyttöinen” ja toiseksi eniten vaihtoehto ”erittäin helppokäyttöinen”. Myös vaihtoehdot ”vaikeakäyttöinen” ja ”ei helppokäyttöinen eikä vaikeakäyttöinen” saivat joitakin vastauksia. Vastaukset olivat samansuuntaisia molemmissa kohteissa, mutta Merihaan urheiluhalli koettiin hieman useammin vaikeakäyttöiseksi kuin Foru-

min pysäköintihalli.

Kysyttäessä tilan hyviä puolia Forumin pysäköintihallissa korostuivat tilan hyvä sijainti, kätevät yhteydet kauppoihin, avaruus ja siisteys, tilan valvonta ja lämpimyyden sekä pysäköintipaikkojen riittävyys. Hyvinä puolina esiin nostettiin myös hallissa taustaan kuuluva linnunlaulu, vesiautomaatit, tuulilasinpesumahdollisuus ja lasten leikkiautot. Huonoina puolina nostettiin esiin puutteet opastuksessa, jalankulku autojen seassa sekä pysäköinnin kalleus.

Keskeisinä asioina, joita pysäköintihallin suunnittelussa on huomioitava, vastaajat nostivat esiin turvallisuuden, helppokäyttöisyyden, selkeän opastuksen, hyvät yhteydet (esim. kauppoihin), ilmastoinnin, tilan avaruuden ja korkeuden sekä kaikkien käyttäjäryhmien (esim. lapsien) huomioimisen.

Merihaan palloiluhallissa tilan hyvinä puolina korostuivat hyvä sijainti, ulospääsyreittien hyvä opastus ja tilan avaruus. Huonoina puolina mainittiin ikkunoiden puute, huono ilmanvaihto sekä hälyisyys. Keskeisinä asioina tällaisten tilojen suunnittelussa nostettiin esiin tilan valoisuus ja avaruus.

Vuonna 1998 tehdyssä Helsingin kaupungin rakennusviraston selvityksessä (Rönkä 1998) saatiin samanlaisia tuloksia. Tutkimuksessa selvitettiin haastatteluilla käyttäjien mielipiteitä kävelytunneista (Sokos-Forum-Stockmann) sekä sitä milloin he valitsevat maanalaisen reitin ja mitä mieltä he ovat maan alla kulkemisesta. Tuloksena todetaan, että Helsingin keskustassa jalankulkijat ovat tyytyväisiä kävelytunneihin. He pitävät kävelytunneita tarpeellisina ja ovat sitä mieltä, että ne helpottavat keskustassa liikkumista varsinkin ruuhka-aikoina. Maanalaisen reitin valintaan vastaajilla vaikuttivat yhteyden nopeus, sää sekä katuliikenteen ruuhkat ja liikennevalot. Kriittikkiä nousi esiin tunnelien suuaukkojen opasteista ja niiden löytämisestä.

Myös tässä selvityksessä vastaajat kokivat olonsa tunneleissa turvalliseksi. He kokivat tunnelit myös helppokäyttöisiksi ja viihtyisiksi sekä opasteet ja valaistuksen riittäviksi. Kyselyssä tosin vaihtoehtoina olivat vain "kyllä", "ei" ja "en osaa sanoa", joten tarkempia vivahteita esimerkiksi turvallisuuden kokemisesta ei saatu selville. Myös turvattomuutta koettiin (on turvallista, paitsi "hissi", "illat", "mutta ei asemalla", "juoppoja", "kun muita ihmisiä"),

ja selvityksessä todetaan, että vaikka turvattomuuden kokeminen oli tilastollisesti melko vähäistä, asian huomioiminen ns. heikkona signaalina on tärkeää.

Selvityksessä todetaan, että uusia tunneleita suunniteltaessa kannattaa kiinnittää huomiota valoisuuteen, väljyyteen, ja korkeatasoiseen arkkitehtuuriin. Myös opasteiden määrään ja niissä katutilaan ja rakennuksiin viittaamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Kuvailulehti

Tekijä(t)

Eija Kivilaakso, Jukka Tarkkala, Seija Narvi, Matti Neuvonen (Ksv), Jannis Mikkola, Marja-Liisa Hynynen (Sito OY) ja Juha-Pekka Laaksonen (L2-Paloturvallisuus Oy)

Nimike

Maanalaisten toimintojen yleinen turvallisuusselvitys

Sarjan nimike

Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä

Sarjanumero	2006:9	Julkaisu-aika	2.11.2006
Sivuja	60	Liitteitä	3
ISBN	-	ISSN	1458-9664
Kieli koko teos	FIN	Yhteenveto	FIN

Tiivistelmä

Maanalaisten toimintojen yleinen turvallisuusselvitys liittyy Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston valmisteilla olevaan maanalaisten toimintojen osayleiskaavaan. Suomessa ei ole erityisesti maanalaisille tiloille tarkoitettuja turvallisuuteen liittyviä suunnitteluohjeita ja -määräyksiä. Tässä selvityksessä on esitetty niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat turvallisuuteen erilaisten maanalaisten tilojen yhteydessä. Merkittävimpiä maanalaisten kohteiden suunnittelun osa-alueita ovat: kalliotekniikka, palo- ja pelastusturvallisuus, talotekniikka, kunnallistekniikka, liikenne, ympäristövaikutukset sekä vaikutukset ihmisiin.

Maanalaisilla tiloilla on hyvin monipuolisia käyttötarkoituksia. Maanalaisia tiloja ja tunneleita on rakennettu mm. varastoinnin, väestönsuojelun, yhdyskuntateknisen huollon, liikenteen, pysäköinnin, urheilun- ja vapaa-ajan sekä liiketoimintaa palvelevan huollon käyttöön. Uudet tilat tulevat muodostamaan entistä laajempia ja monikäyttöisempiä kokonaisuuksia. Tiloja yhdistettäessä on tapauskohtaisesti mietittävä, kuinka turvallisuus taataan toimintojen muodostaessa suuremman kokonaisuuden. Maanalaisten tilojen riskitekijöitä ovat mm. tulipalo, vesivuoto johtotunneleissa ja niiden seurannaisvaikutukset.

Koska maanalaista tilaa ei voi hahmottaa ulkopuolelta, on tilojen saavutettavuus ja käytön mahdollistavien sisäänkäyntien ja muiden maanpintayhteyksien löytäminen vaikeampaa kuin maanpäällisissä rakennuksissa. Maanpintaan johtavat yhteydet on suunniteltava niin, että ne ovat toimivia, turvallisia ja helposti ylläpidettäviä. Pelastusturvallisuuden takaamiseksi jokaisella tilalla on oltava osoite tai muu tilan yksilöllinen tunniste.

Maanalaisten kohteiden kaavoituksessa on kohteiden toteutuskelpoisuuden kannalta oleellista, että kalliosta on riittävän tarkat lähtötiedot. Yleissuunnittelussa on lisäksi kiinnitettävä huomiota mm. tulvavaaraan huolehtimalla kuilu- ja suuaukkorakenteiden riittävästä korkeusasemasta. Hyvällä suunnittelulla, jossa kaikki tärkeät suunnittelun osa-alueet otetaan riittävän aikaisessa vaiheessa huomioon, voidaan maan alle turvalisestisesti sijoittaa erilaisia toimintoja.

Asiasanat

MAANALAINEN TILA, TURVALLISUUS, MAANKÄYTTÖ, KALLIORAKENTAMINEN, RISKIT, TUNNELI

Sarjassa aikaisemmin julkaistu:

- 2006:1 Sörnäistenranta-Hermanninranta,
osayleiskaavaluonnoksen selostus
- 2006:2 Kalasataman elinkeinojen mielikuvakartoitus
- 2006:3 Toimitiloista asumiseen – käyttötarkoituksen
muutoksia Helsingin toimitilatonteilla
- 2006:4 Kuninkaantammi, osayleiskaava,
osayleiskaavaluonnoksen selostus
- 2006:5 Esikaupunkien renessanssi,
Täydennysrakentamisen yleissuunnitelman
lähtökohtia
- 2006:6 Helsinkiläinen kerrostaloatlas 2006
- 2006:7 Kaupunkiasumisen kehittämisen lähtökohtia
ja tavoitteita: kerrostaloasunto
- 2006:8 Townhouse, Kytetty omatonttinen pientalo
kaupungissa; Lähtökohtia ja tavoitteita