Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Mikko Holopainen

Ohje tunnelirakennustyömaan palotur-vallisuudesta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari AMK

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

21.11.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Mikko Holopainen Ohje tunnelirakennustyömaan paloturvallisuudesta 53 sivua + 1 liitettä 21.11.2019
Tutkinto	Rakennusmestari AMK
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Lehtori Anu Ilander Palomestari Joonatan Suosalo

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda yhtenäinen ohjeistus tunnelirakennustyömaan rakennusaikaisen paloturvallisuuden suunnitteluun ja hallintaan. Ohjeistus koostuu tällä hetkellä yksittäisistä ohjeista ja määräyksistä, eikä työmaan paloturvallisuuden kokonaiskuvan hahmottaminen ole riittävän selvää.

Työssä tarkasteltiin tunnelirakentamisen keskeisiä työvaiheita sekä pelastuslaitoksen operatiivista toimintaa vaativissa savusukelluskohteissa, jollaiseksi tunnelirakennustyömaa tulee lukea. Maanalaisen louhinta- ja räjäytystyön työmenetelmät ja niiden sisältämät riskit saattavat olla vieraita osalle pelastuslaitoksen henkilökunnasta ja sen vuoksi työmaan olosuhteet voivat olla yllätyksellisiä tulipalotilanteessa. Työmenetelmien avaaminen auttaa pelastuslaitoksen operatiivista henkilöstöä hahmottamaan rakentamisen aiheuttamia riskejä oman toiminnan kannalta.

Pelastuslaitoksen operatiivinen toiminta tunnelirakennustyömaalla poikkeaa suuresti maan päällä suoritetuista sammutus- ja pelastusoperaatioista. Työssä selostetaan pelastustoimen operatiiviset tehtävät sekä toimintamallit vaativissa kohteissa. Pelastuslaitoksen operatiivisen toiminnan perusteiden tunteminen mahdollistaa työmaan työnjohdon ja turvallisuussuunnittelun ottamaan huomioon pelastustyön edellytysten helpottamisen tärkeyden.

Yhtenäinen ohje helpottaa työmaan päätoteuttajaa lain vaatimusten täyttämisessä paloturvallisuuden osalta. Lisäksi ohjeella pyritään helpottamaan pelastuslaitoksen riskienhallinnan osaston työtä tunnelirakennustyömaan työnaikaisen paloturvallisuuden valvonnassa. Ohjetta käytetään työmaan suunnittelu- ja perustamisvaiheessa ja sitä sovelletaan työmaakohtaisesti yhteistyössä pelastusviranomaisen ja työmaan päätoteuttajan kesken.

Avainsanat	Paloturvallisuus, tunnelirakentaminen, louhinta

Author Title Number of Pages Date	Mikko Holopainen Fire Safety Instructions for Underground Blasting 53 pages + 1 appendices 21 November 2019
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructors	Anu Ilander, Senior Lecturer Joonatan Suosalo, Fire Officer

The purpose of this thesis was to create common guidelines for planning and managing fire safety procedures at a tunnel construction project because the current ones are only isolated instructions and regulations; therefore, understanding fire safety is not understood as a whole.

The thesis analyzed the main stages of tunnel construction and the operative functions of the rescue service in demanding smoke diving operations such as tunnel construction sites. Since the techniques and risks of underground excavation and blasting sites might be unfamiliar to some rescue service staff, circumstances can be unexpected in the event of a fire. Information about the risks at construction sites helps the rescue team understand how the risks can affect their operations.

The rescue service's operative functions in a tunnel construction site differ greatly from above ground missions. Therefore, the thesis gathered the operative functions and guidelines for difficult and demanding locations so that also the site management and safety planners might understand the importance of facilitating the rescue service's operations.

The guidelines in the thesis help the main contractor to comply with the statutory fire safety procedures. In addition, the guidelines ease the work of the fire officials while overseeing the fire safety during tunnel construction. These guidelines will be applied to the planning and establishing the construction sites, and in collaboration between the fire officials and the main contractor.

Keywords	Fire safety, tunnel construction, blasting, excavation

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Tunnelirakentamisen työvaiheet ja -menetelmät 2

2.1 Poraaminen 6
2.2 Räjäytystyöt 9
2.2.1 Räjähdysaineet ja panostaminen 9
2.3 Tuuletus 12
2.4 Rusnaus 13
2.5 Kalliolujitus 15
2.6 Injektoinnit 19
2.7 Louheen lastaus ja kuljetus 20

3 Pelastustoiminta 20

3.1 Pelastustoiminnan järjestäminen 20
3.2 Pelastustoiminnan sisältö 21
3.3 Pelastustoiminnan johtaminen 21
3.4 Helsingin pelastuslaitoksen operatiivinen johtamisjärjestelmä 22
3.4.1 Pelastustoiminnan muodostelmat 22
3.5 Pelastustoiminta maanalaisissa tiloissa 24
3.5.1 Tiedustelu 26
3.5.2 Pelastaminen 27
3.5.3 Sammuttaminen 28
3.5.4 Savusukellus 32
3.5.5 Savutuuletus 36
3.5.6 Viestiliikenne 39

4 Tunnelirakentamisen turvallisuusmääräykset 41

4.1 Turvallisuuteen vaikuttava lainsäädäntö 41
4.2 Pelastustoimintaan liittyvät määräykset maanalaisessa louhinnassa 42
4.2.1 Paloturvallisuus 42
4.2.2 Poistumis- ja pelastautumisturvallisuus 43
4.2.3 Ilmanvaihto 46
4.2.4 Räjähteet 46
4.2.5 Järjestelypiirustukset 49

5 Johtopäätökset 49

Lähteet 52

Liitteet

Liite 1. Ohje tunnelirakennustyömaan paloturvallisuudesta

1 Johdanto

Maanalaista rakentamista on merkittävä kokonaisuus Helsingin rakennuskannassa. Maanalaisia tiloja on rakennettu eri vuosikymmeninä moniin eri käyttötarkoituksiin. Maan alle on sijoitettu esimerkiksi pysäköintihalleja, liikennetunneleita, väestönsuojia, liiketiloja sekä yhteiskäyttötunneleita, jotka toimivat, kaukolämmön, kaukojäähdytyksen, talousveden ja sähkön pääjakeluverkkoina.

Helsingissä on lainvoimainen, vuonna 2011 vahvistettu maanalainen yleiskaava, joka sisältää suuret ja tärkeät maanalaiset tilavaraukset ja ohjaa maanalaista rakentamista. Maanalaista yleiskaavaa ollaan tällä hetkellä päivittämässä, koska siinä olevat tilavaraukset ovat osittain jo vanhentuneet ja ne tulee päivittää ajan tasalle. Maanalaisen yleiskaavan päivityksen yhteydessä on tehty Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimialan toimesta maanalaisten tilojen yleinen turvallisuusselvitys, jossa käsitellään maanalaisten tilojen turvallisuutta yleisellä tasolla. Selvityksessä käsitellään sekä valmiita maanalaisia tiloja että maanalaisia kalliorakennustyömaita.

Maanalaisten tilojen sekä tunneleiden rakentamisesta aiheutuu aina turvallisuusriskejä. Rakennustyön alkuvaiheessa suurimmat riskit aiheutuvat rakennustyömaalla työskenteleville, mutta töiden edetessä rakenteilla olevista tiloista joudutaan usein tekemään liityntöjä muihin, jo käytössä oleviin tiloihin. Tällöin työmaan toiminta aiheuttaa henkilö- ja materiaaliriskejä laajemmalla alueella. Tulipalot maan alla ovat aina vaarallisia sekä työmaan henkilöstölle että läheisten tilojen tai alueiden ihmisille. Tämä korostuu tiheästi asutulla alueella. Louhintatöiden työvaiheet sisältävät myös muita riskejä, joiden toteutuminen voi aiheuttaa toimintaa pelastuslaitokselle. Esimerkiksi kalliotilan katosta irtoavat kivet, eli komut, voivat aiheuttaa suuria vahinkoja ihmisille ja työkoneille.

Työmaan päätoteuttajan velvollisuuksiin kuuluu tehdä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville [1]. Lisäksi rakennuttajan on laadittava rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten turvallisuusasiakirja, jossa on selvitettävä ja esitettävä toteutettavan rakennushankkeen ominaisuuksista, olosuhteista ja luonteesta aiheutuvat vaara- ja haittatekijät [1].

Keskeneräiset maanalaiset tilat ovat operatiivisen pelastustoiminnan kannalta aina vaikeita kohteita. Maan alla operoitaessa haasteiksi nousevat opastuksen puutteellisuus, hyökkäysteiden vähäisyys, savutuuletuksen toteuttaminen ja pitkät savusukellusmatkat.

Helsingin pelastuslaitoksella ei ole tällä hetkellä voimassaolevaa ohjeistusta maanalaisen työmaan työnaikaisen turvallisuuden hoitamiseksi. Tämän takia uudelle ohjeelle oli tarve ja Helsingin pelastuslaitos halusi teettää sen opinnäytetyönä. Kohteen suunnitteluvaiheessa otetaan kantaa lähinnä valmiin kohteen turvateknisiin järjestelmiin ja poistumisratkaisuihin. Työnaikaisista turvallisuusjärjestelyistä sovitaan aloituskokouksessa yhdessä rakennuttajan ja päätoteuttajan kanssa.

Ohjeistuksella pyritään ennaltaehkäisemään onnettomuuksia ja helpottamaan rakentajaorganisaation turvallisuussuunnittelua. Ohje auttaa myös Helsingin pelastuslaitosta maanalaisten rakennustyömaiden onnettomuuksien ja tulipalojen operatiivisissa tilanteissa.

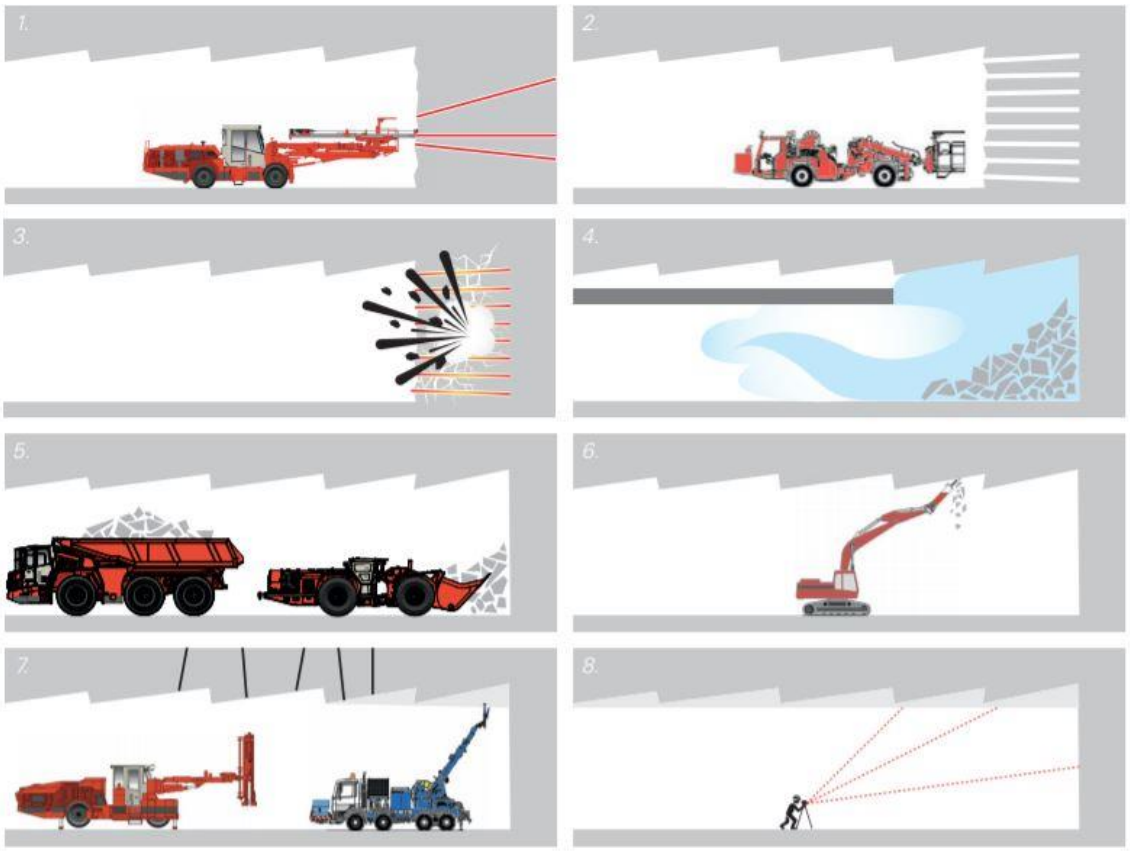
Ohje helpottaa pelastusviranomaisen ja työmaan päätoteuttajan työtä. Tällä hetkellä eri kohteissa ja hankkeissa työn aikaiset turvallisuusjärjestelyt joudutaan käymään aina erikseen läpi ja yhtenäisten, kaikille työmaille soveltuvien turvallisuuskäytäntöjen luominen on ollut hankalaa.

2 Tunnelirakentamisen työvaiheet ja -menetelmät

Maanalainen louhinta eroaa maan päällä tehtävästä louhinnasta eli avolouhinnasta lähinnä työmaan olosuhteiden vuoksi. Rakenteen päälle jää pysyvä kalliokatto ja louhinnan alkuvaiheessa kaikki louhintaan liittyvät toimenpiteet tehdään samaa reittiä pitkin. Esimerkiksi räjähdyskaasuilla on vain yksi purkautumissuunta ja irronneen kalliomassan poiskuljetus voi tapahtua vain yhtä reittiä pitkin. Räjäytystyöt voidaan tehdä maan alla usein rauhassa ja riittää kun työmaan henkilöstö on pois alueelta räjäytysten aikana. Avolouhinnassa tulee aina huomioida myös sivulliset ihmiset ja rakennukset. Tunnelilouhintaa nimitetään maanrakennusalalla myös peränajoksi tai päätylouhinnaksi. Tunneliin mahdollisesti tehtävien pystysuuntaisten kuilujen tekemistä kutsutaan kuilunajoksi. [2, s. 215-220.]

Tunnelilouhinnassa työtapa on jaksottainen. Työvaiheet tehdään peräjälkeen järjestyksessä poraus, panostus, räjäytys, tuuletus ja louheen kuormaus sekä poiskuljetus ja

käsittely (kuva 1). Louheen poiskuljetuksen jälkeen työn alla olevalla alueella joudutaan aina suorittamaan tarvittavat rusnaus-, lujitus- ja injektointityöt [2 s. 215]. Lisäksi ennen poraustyötä voidaan kalliota joutua tiivistämään vesivuotojen takia esi-injektoinneilla [3 s. 255].



Kuva 1 Tunnelilouhinnan työvaiheet (kuva Länsimetro Oy, www.lansimetro.fi)

Kuvassa 1 esitetyt työvaiheet ovat seuraavat:

1. Poraaminen
2. Panostus
3. Räjäyttäminen
4. Räjähdyskaasujen tuuletus

5. Louheen kuormaus ja poiskuljetus

6. Rusnaus

7. Lujitustyöt

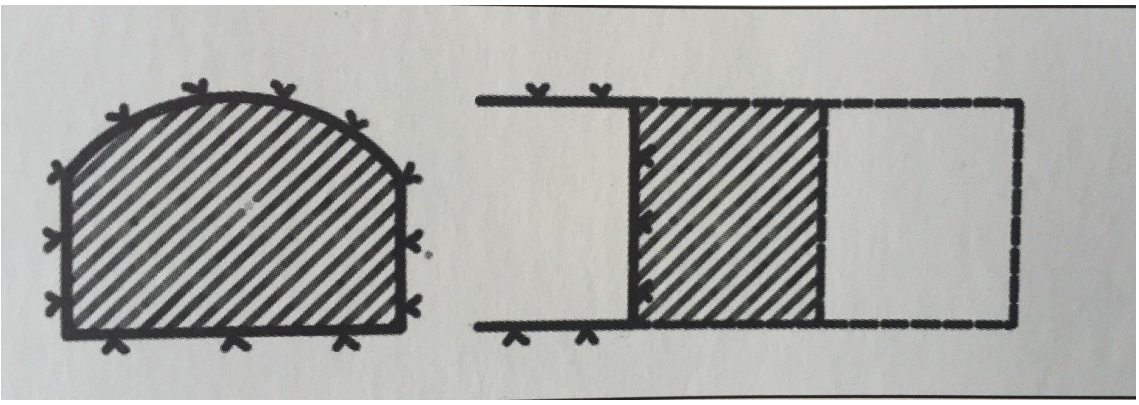
8. Halutun louhintatuloksen varmistaminen

Tunnelit voidaan poikkipinta-alansa perusteella jakaa kolmeen ryhmään:

- pienet tunnelit 2-15 m²
- keskisuuret tunnelit 15 – 100 m²
- suuret tunnelit yli 100 m²

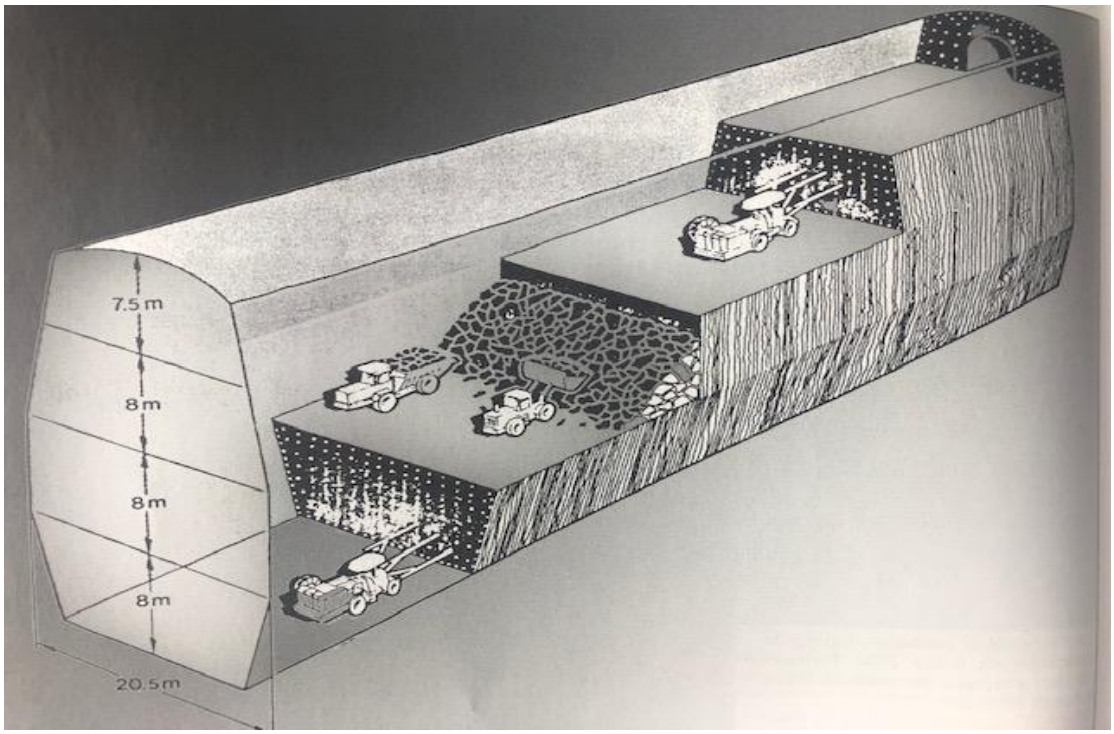
Pienet tunnelit louhitaan aina päätylouhintana (kuva 2). Kerrallaan porattavan katkon (yhdellä räjäytyksellä saavutettavan etenemän pituus tunnelin perällä) pituus on 3-4 m. Keskisuuret tunnelit louhitaan yleensä päätylouhintana, katkon pituuden ollessa 4-6 m.

Keskisuurien tunnelien louhinnassa voidaan soveltaa myös ns. pilottitunnelia. Tällöin ensin louhitaan päätylouhintana lopullista tunnelia pienempi pilottitunneli, joka suurennetaan lopulliseen kokoonsa louhimalla vaakasuuntaisilla porauksilla tunnelin levitykset 1-2 katkoa jäljempänä.



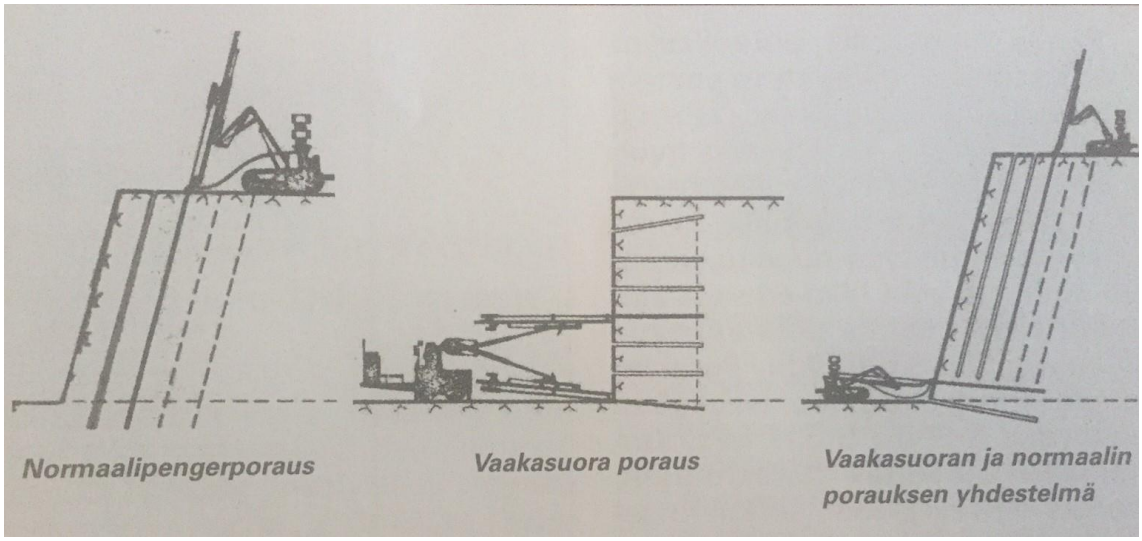
Kuva 2 Päätylouhinta (2, s. 215)

Suuret tunnelit, esimerkiksi tietunnelit, louhitaan yleensä kattoperä-pengerlouhintaa (kuva 3) käyttäen, mikäli tunnelin korkeus on yli 10 m. Tässä louhintamenetelmässä tunnelin yläosa (6-8 m) louhitaan päätylouhintana ja loppuosa pengerlouhintana. [2, s. 216.]



Kuva 3 Kattoperä-pengerlouhinta (2, s. 216)

Pengerlouhinta (kuva 4) on tavanomaisin kallion räjäytysmenetelmä. Se tehdään yleensä käyttäen pystysuoria porausreikiä, mutta esimerkiksi tunnelien rakentamisessa sovelletaan myös vaakasuoria reikiä. Lisäksi käytössä on molempien porausmenetelmien yhdistelmiä. [2, s. 128.]



Kuva 4 Pengerlouhintaa (2, s. 129)

2.1 Poraaminen

Kallioporauksen tehtävä on tehdä reikiä kallioon räjähdysaineen asentamista, kallion tutkimista tai kallion tiivistyksissä käytettävien injektointiaineiden asennusta varten [3, s. 155]. Kallioporauksessa on käytössä sekä iskevä että kiertävä porausmenetelmä. Iskuporaus on yleisin ja Suomen kovissa kivilajeissa lähes poikkeuksetta käytössä oleva porausmenetelmä. Käyttövoimansa puolesta porakoneet voidaan jakaa pneumaattisiin ja hydraulisiin koneisiin. Pneumaattisia laiteita ei Suomen tunnelirakentamisessa ole enää käytössä [2, s. 224]. Porakone valitaan halutun reikäkoon mukaan ja reikäkoko taas määräytyy tunnelin koon mukaan. Suuria tunneleita louhittaessa käytetään suurempaa reikäkokoa kuin pienemmissä tunneleissa. Yleisimmät reikäkoot ovat Suomessa 48 – 54 mm [2, s. 224].

Iskuporauksessa energia siirretään porakoneesta poratankoon ja kovametalliterään, joka tunkeutuu kallioon. Porausjätteen (murskattu kallio) poistaminen reiästä porauksen aikana on erittäin tärkeää [3, s. 158]. Porausjäte heikentää poraustehoa ja riittävän tehon ylläpitämiseksi on porausreiän pohjaa huuhdeltava jatkuvasti. Maanalaisessa poraamisessa huuhtelu tapahtuu pääsääntöisesti veden avulla. Iskuporauksessa suurimmat reikäkoot ovat halkaisijaltaan 165 mm. Poratankoina maanalaisessa poraamisessa käytetään yleisesti ns. drifter-tankoja. Käytössä on tällöin yksi poratanko, jota ei tarvitse jatkaa

poraamisen aikana. Terät ovat tässä menetelmässä usein kovametallisia nastateriä. [3, s. 173-174.]

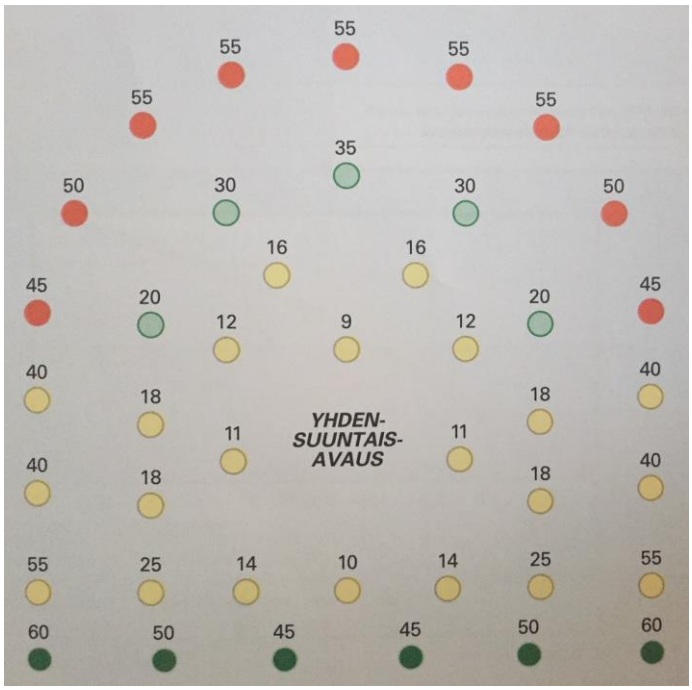
Kuva 5 Nastateriä (kuva Robit Oyj, www.robit.fi)

Kiertoporausta voidaan käyttää pehmeiden kivilajien poraamiseen tai esimerkiksi malminetsinnässä, kun halutaan tutkia kallion geologisia ominaisuuksia [3, s. 155].

Tunnelirakentamisessa on käytössä tänä päivänä porausjumboja (kuva 6), jotka ovat täysin syrjäyttäneet käsiporakoneet työmailta. Porausjumbot ovat kallioporaamiseen suunniteltuja ajoneuvoja, jotka koostuvat koneen alustasta, puomeista ja syöttölaitteista. Lisäksi ajoneuvossa on malleista ja käyttökohteista riippuen erilaisia ohjauskeskuksia, voimayksiköitä sekä vesi- ja hydrauliöljysäiliöitä. Useimmat jumbot ovat kumipyöräisiä ja niissä on dieselmoottori koneen siirtämistä varten. Porausjumbot on varustettu ilmastoiduilla ja lämmitetyillä ohjaushyteillä, joista käsin koneen käyttö turvallista. Ohjaushyteissä on nykyisin lisäksi hyvät tärinän- ja melunsuojausominaisuudet. [2, s. 224-225.]

Kuva 6 Sandvik DT1132i porausjumbo (kuva Sandvik AB, www.sandvik.com)

Nykyaikaiset porausjumbot voivat porata etukäteen tietokoneilla suunniteltujen porauskaavioiden mukaisia reikiä täysin automaattisesti. Poraamisessa voidaan käyttää myös toimintatapaa, jossa koneen käyttäjä ohjaa jumbon toimintaa manuaalisesti. Tällöin koneenkäyttäjä ohjaa jumbon näytön avulla puomit oikeaan paikkaan ja suuntaan, sekä käyttää itse porakoneita. [2, s. 224.] Konevalmistajien nykyaikaisten tietokoneohjelmistojen avulla voidaan myös seurata porausjumbojen sijaintia tunnelissa ja niistä saadaan lisäksi tietoa itse poraustapahtumasta (syöttövoima, iskuvoima, pyörityspaine) [2, s. 224]. Kuvassa 7 on esitetty erään tunnelin poraus- ja räjäytyssuunnitelma. Numeroilla on esitetty räjäytysjärjestys ja väreillä kyseisessä reiässä käytetty räjähdysaine.



Kuva 7 Poraus- ja räjäytyssuunnitelma 32,3 m² tunnelia varten (2, s. 230)

2.2 Räjäytystyöt

Räjähdysaineen tehtävänä on kallion rikkomisen lisäksi siirtää irronnut kiviaines haluttuun paikkaan [3, s. 183]. Räjäyttämisessä räjähdysaineet panostetaan ennalta suunnitellun porauskaavion mukaisesti porattuihin reikiin. Tarkoituksena on sijoittaa räjähdysaine siten, että haluttu räjäytystulos saavutetaan. Suunnittelussa huomioidaan mm. kallion laatu, käytettävä räjähdysaine, räjäytystärinöiden rajoittaminen sekä jäljelle jäävien kalliopintojen pysyvyys [2, s. 225].

Tunnelilouhinnassa kerrallaan räjäytettävän kalliomassan, eli katkon pituus ja tilavuus on pienempi kuin avolouhinnassa, koska irtoavalla kalliomassalla on vain yksi purkautumissuunta. Samasta syystä myös ominaispanostus ja -poraus suurenevat, kun tunnelin pinta-ala pienenee. [2, s. 226.]

2.2.1 Räjähdysaineet ja panostaminen

Maanalaisessa louhinnassa käytetään nykyisin yleensä patrunoituja räjähdysaineita, Anfoja ja räjähdysaine-emulsioita [2, s. 245].

Patrunoituja räjähdysaineita ovat esimerkiksi Kemix A-putkipanos, Forprime ja Redex-dynamiitti. Nimensä mukaisesti nämä räjähdysaineet on patrunoitu, yleensä vahattuun paperiin tai muoviin. Panostaminen vaakareikiin tapahtuu ns. keppipanostuksena ja pystysuuntaiseen reikään pudottamalla räjähdysainepatruuna reikään ja tarvittaessa panostuskepillä tiivistämällä. [2, s. 61-69, 245.]

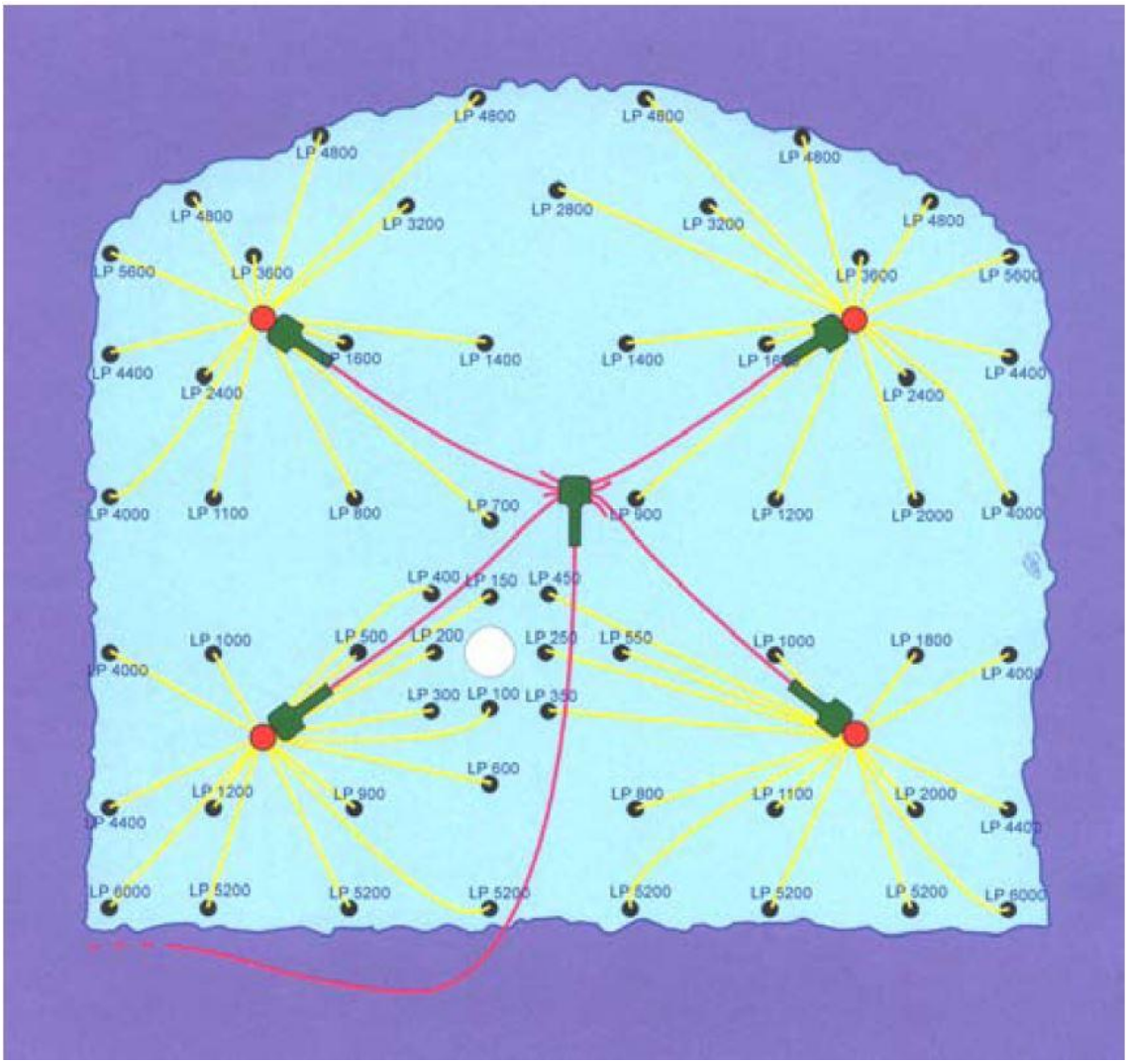
Anfo (ammoniumnitrate/fuel oil) valmistetaan imeyttämällä rakeiseen ammoniumnitraattiin polttoöljyä. Anfo on raemainen räjähdysaine, joka toimitetaan työmaalle joko suursäkeissä tai erillisellä sekoitusautolla. Anfon panostaminen tunnelityömailla tehdään useimmiten erityisestä panostusajoneuvosta käsin. Panostusajoneuvossa on säiliö, josta räjähdysaine siirretään paineilman avulla letkua pitkin panostusreikään [3, s. 189].

Kuva 8 Normet MC 605 DA short end -panostusajoneuvo (kuva Normet Oy, www.normet.com)

Emulsioräjähdysaineet ovat ammoniumnitraatin, öljyn, veden sekä emulgointiaineiden seoksia [4]. Räjähdysaineet panostetaan porareikään useimmiten erillisellä panostusajoneuvolla, mutta niitä voidaan panostaa myös käsin. Esimerkkinä voidaan mainita erityisesti tunnelilouhinnassa käytettävä Forcit Oy:n valmistama Kemitti 810 emulsioräjähdysaine, joka valmistuu vasta panostuskohteessa, kun se pumpataan porareikään. Panostusajoneuvon laitteisto herkistää emulsion räjähdysaineeksi kemiallisen prosessin avulla. Panostamisessa voidaan käyttää pitkälle vietyä automaatiota, jolloin ajoneuvon laitteisto säätää räjäytyskaavion perusteella kuhunkin reikään tarvittavan räjähdysainemäärän. Lisäksi etuna on käytettyjen räjähdysainemäärien tarkka dokumentointi. [4.]

Räjähdysaineet sytytetään nallin, aloituspanoksen ja sytytyslaitteen avulla. Räjähteiden sytytysjärjestys suunnitellaan sellaiseksi, että jokaisella reiällä on oma purkautumissuuntansa. Tunnelilouhinnassa on erittäin tärkeää, että syttymisjärjestys on oikea, jotta kallio ehtii rikkoontua ja puhaltua ulos ennen kuin seuraava reikä räjähtää. Reikien eriaikaisen syttymisen mahdollistaa nalleissa olevat syttymisjärjestyksen mukaiset hidasteet. [2, s. 89, 231.]

Tunnelilouhinnassa sytytysjärjestelmänä käytetään usein sähkötöntä impulssisytytysjärjestelmää, kuten esimerkiksi Exel LP -järjestelmää (ennen Nonel LP), jossa on erityisesti tunnelilouhintaan soveltuvat pitkät nallien hidasteajat [5]. Kuvassa 9 on esitetty sytytyskaavio, josta voidaan nähdä nallien hidasteajat. Hidasteajan yksikkönä on millisekunti (ms). [5.]



Kuva 9 Exel LP sytytyskaavio (kuva Orica Mining Services, www.orica.com)

Asutuskeskuksissa tapahtuvassa maanalaisissa louhinnassa joudutaan ottamaan huomioon seikkoja, joita ei tarvitse huomioida kaivosteollisuudessa tai louhittaessa esimerkiksi tieliikennetunneleita asuttujen alueiden ulkopuolella. [2, s. 36; 3, s. 198.]

Räjäytyspanos aiheuttaa kallioon jännitysaallon, joka aiheuttaa kiven rakoilun ja irtoamisen lisäksi tärinää. Tärinä saattaa vaurioittaa läheisiä rakennuksia sekä herkkiä laitteita ja häiritä myös lähellä louhintakohdetta asuvia ihmisiä. Räjäytyksiä valvotaan tärinämittausten avulla ja alueella asuvia ihmisiä informoidaan riittävästi toteutettavasta räjäytystyöstä ja sen mahdollisesti aiheuttamista haitoista. [3, s. 198.]

Kiven heitto ja sinkoutuminen ei ole maan alla tapahtuvassa louhinnassa niin suuri vaaratekijä ympäristölle kuin avolouhinnassa. Se on kuitenkin kolmanneksi yleisin syy maanalaisessa rakentamisessa aiheutuneisiin vahinkoihin ja onnettomuuksiin. [6, s. 21.] Tunnelilouhinnan alkuvaiheessa räjäytystyöt tapahtuvat maan päällä ja tällöin räjäytyskenttien asianmukaisesta peittämisestä, esimerkiksi raskain kumimatoin, on huolehdittava. Maan alla on huolehdittava räjäytysalueen riittävästä tyhjentämisestä ja muistettava, että myös kentän laukaisupaikan on oltava suojattu. [2, s. 35-36.]

2.3 Tuuletus

Tuuletus on huomioitava jo louhintaperiä suunniteltaessa ja riittävä ilmamäärä on turvattava valitsemalla sopiva tuuletusmenetelmä ja varmistamalla raittiin ilman saanti. Räjäytyksen jälkeen räjähdyskaasut on aina tuulettava pois tunnelista ennen seuraavan työvaiheen aloittamista. Tuuletusmenetelminä voidaan käyttää puhaltavaa tai imevää tuuletusta. Myös näitä molempia tuuletusmenetelmiä hyödyntäviä yhdistelmäratkaisuja on käytössä. [3, s. 323.]

Puhaltavassa tuuletuksessa raitis ilma puhalletaan erillisellä puhaltimella tuuletustorvea pitkin tunnelin päätyyn ja laimentunut likainen ilma kulkeutuu samaa tunnelia poistoilmareitille. Tuuletusputket tulee asentaa riittävän lähelle työkohdetta. Menetelmän etuina on helppohoitoisuus ja niin sanotun rättitorven käyttömahdollisuus [3 s. 322-323.] Kuvassa 10 on kaksi puhaltavaa tuuletinta ja niihin kytketyt rättiputket tunnelin suuaukolla.

Imevässä tuuletuksessa likainen ilma imetään perän päädystä ja ohjataan tuuletusputkea pitkin poistoilmareitille. Imevään tuuletusmenetelmään voidaan lisätä apupuhallin. Tällöin puhutaan imevästä ja puhaltavasta tuuletuksesta, koska kyseessä on menetelmien yhdistelmä. [3 s. 323.]

Tunnelityömaalla olevia puhaltimia sekä niihin liittyviä tuuletusputkia voidaan mahdollisesti hyödyntää myös tulipalossa tunnelin savutuuletuksessa. On huomioitava, että tuulettimet ja niihin liitetyt kiinteät putket, rättiputket ja kaapeloinnit eivät välttämättä kestä tulipalon aiheuttamaa kuumuutta. Työmaan työnjohdon tulee tietää puhaltimien sijainti, toimintaperiaate ja osata niiden käyttö.

Kuva 10 Puhaltava tuuletin ja rättiputki tunnelin suuaukolla (kuva Zitron S.A., www.zitron.com)

2.4 Rusnaus

Rusnauksella tarkoitetaan kallion räjäyttämisen jälkeen irtonaisten kivien, eli komujen poistamista kalliopinnalta. Valtioneuvoston asetuksen räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta (205/2009) 18§ määrää, että räjäytyskohde on räjäytyksen jälkeen rusnattava tarpeellisessa laajuudessa [1]. Komujen hallitsematon irtoaminen on hengenvaarallista samassa kalliotilassa työskenteleville työntekijöille ja heidän pääsynsä rusnaamattomiin kalliotiloihin on aina estettävä. Kaikista maanalaisessa rakentamisessa aiheutuneista

vahingoista ja onnettomuuksista lukumääräisesti suurin osa on aiheutunut komuista. [6, s. 21.]

Rusnaustyöt tehdään tänä päivänä tunnelityömailla lähes kokonaan koneellisesti. Käsin tehtävä rusnaus on kuitenkin kalliorakentajan perustaito ja perussääntö onkin, että louhintakoneissa on rusnauskanki, jonka avulla työntekijä voi tarvittaessa varmistaa oman työkohteensa turvallisuuden [3, s. 240.]

Koneellinen rusnaus tehdään rusnausajoneuvolla välittömästi louheen lastauksen ja kuljetuksen jälkeen. Ajoneuvo on varustettu puomin päähän asennetulla hydraulivasaralla tai raapimispäällä. Kuvan 11 rusnausajoneuvon puomi on varustettu hydraulivasaralla. Tunnelin katto ja seinät vasaroidaan tai raavitaan järjestelmällisesti läpi ja tarkoituksena on, että kaikki irtonainen kiviaines saadaan irrotettua. Koneellinen rusnaus on turvallisempaa kuin käsin tehtävä, koska työntekijä on suojassa putoilevilta komuilta koneen ohjaamossa. [3, s. 240.]

Kuva 11 Normet Scamec 2000S -rusnausajoneuvo (kuva Normet Oy, www.normet.com)

2.5 Kalliolujitus

Kalliolujitus on kallion vahvistamista erilaisilla menetelmillä. Ennen tunnelilouhinnan aloittamista alueen kalliomassan laatu, heikkousvyöhykkeiden sijainti ja kallion jännitystilat on tutkittava. Tehtyjen tutkimusten perusteella tehdään lujitussuunnitelma ja osa kalliolujituksista joudutaan tekemään ennen varsinaisen louhinnan aloittamista. Lujitussuunnitelma päivittyy koko louhinnan ajan ja jo suunniteltuja lujitusmenetelmiä voidaan joutua muuttamaan nopeallakin aikataululla. [3, s. 454.] Työnaikaiset kalliolujitukset tulee tehdä aina, jos työkohteeseen jää räjäytyksen jälkeen turvallisuutta vaarantavia rakoja tai komuja [1]. Lujitus vahvistaa rikkonaista kalliota ja pitää kallion muodonmuutokset sallituissa rajoissa. Kallion lujitus jaetaan lyhytaikaiseen ja pitkäaikaiseen lujitukseen [3, s. 244].

Lyhytaikaisen lujituksen tarkoituksena on lujittaa kalliota louhinnan aikana, jotta työ voidaan tehdä turvallisesti. Lyhytaikaisessa lujituksessa käytetään aktiivisia kalliopultteja, joiden vaikutus alkaa välittömästi pultin asennuksen jälkeen.

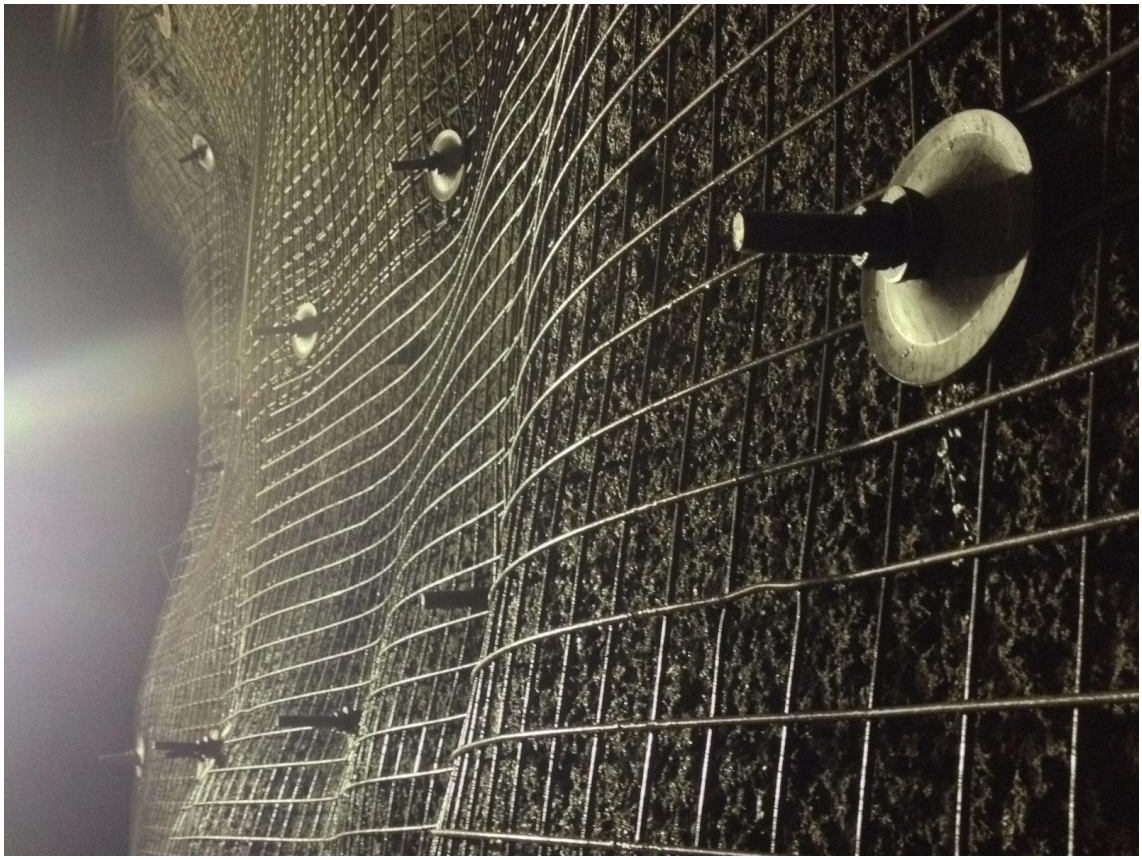
Pitkäaikaista lujitusta käytetään pysyviksi tarkoitetuissa rakenteissa, joissa lujitustarve jatkuu vielä pitkään louhintatöiden päätyttyä. Pitkäaikaisessa lujituksessa käytetään usein passiivisia kalliopultteja, joiden vaikutus alkaa vasta sitten kun kalliossa tapahtuu liikkumista. [3, s. 242.]

Yleisin lujitusmenetelmä on kalliopultitus ja pultit tavallisimmin 2-3 metriä pitkiä terästankoja, joiden kiinnittämiseksi on olemassa erilaisia tapoja. Muita kalliolujitusmenetelmiä ovat vaijeripultitus, kallioverkotus ja -pannoitus sekä ruiskubetonointi. Näitä kaikkia lujitusmenetelmiä käytetään tunnelirakentamisessa hyvin usein samanaikaisesti, esimerkiksi kallioverkon päälle tulee usein vielä ruiskubetonointi. Kaikki lujitusmenetelmät tehdään ainakin suuremmilla tunnelityömailla nykyisin koneellisesti ja ainakin osittain automatisoidusti [3, s. 243].

Kuva 12 Sandvik DS 311 -pultitusjumbo (kuva Sandvik AB, www.sandvik.com)

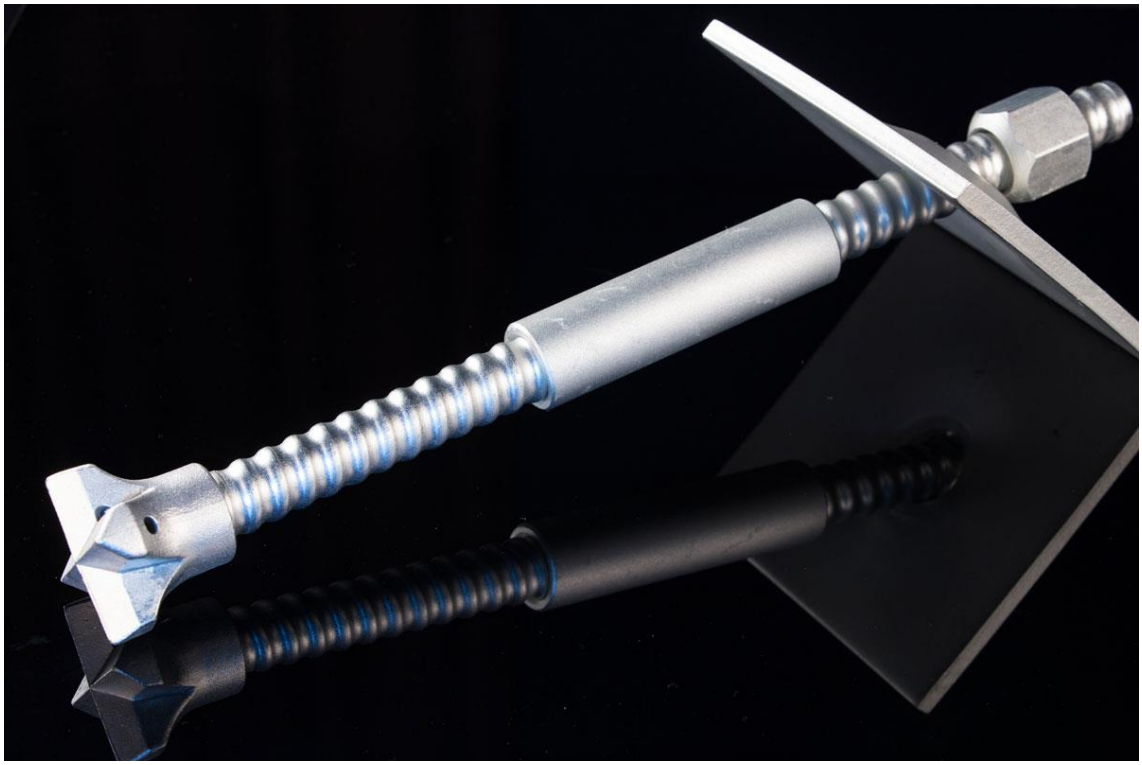
Vaijeripultitusmenetelmässä porareikään asennetaan koneellisesti metallinen jännepunos, joka juotetaan koko pituudeltaan kiinni porareikään betonilla. Vaijeripultitusta käytetään suurten kivimassojen lujittamiseen ja siinä käytetyillä vaijereilla onkin suuri murtolujuus. Vaijeripultitus ei ole yleisesti käytössä kalliorakentamisessa, vaan sitä käytetään enemmänkin kaivosteollisuudessa. [3, s. 241-245.]

Kallioverkkoja käytetään yhdessä kalliopulttien kanssa estämään pienten kivien putoileminen pulttien välistä. Kallioverkot asennetaan joko käsin tai koneellisesti, riippuen hieman verkon tyypistä. Verkkoja käytetään usein myös yhdessä ruiskubetonoinnin kanssa, jolloin verkko toimii raudoitteena betonille.



Kuva 13 Asennettua kallioverkkoa tunnelissa (kuva Normet Oy, www.normet.com)

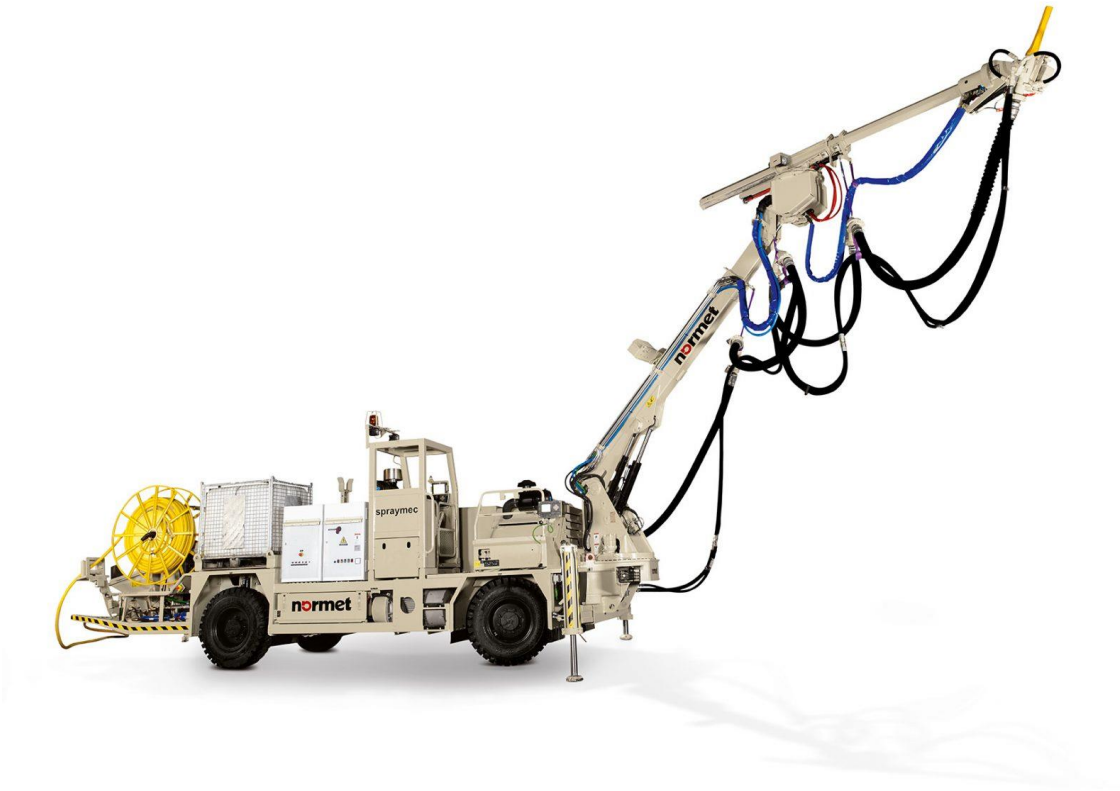
Louhinnan aikana käytettävät kalliopultit tukevat kalliota välittömästi asennuksen jälkeen. Näitä aktiivisia pultteja ovat esimerkiksi mekaanisesti tai hartsilla ankkuroidut sekä esijännitetyt pultit ja kitkapultit. Näitä pulttityyppejä on markkinoilla useita erilaisia. [3, s. 245-247.] Esimerkkinä voidaan mainita NC-pultti, jota voidaan käyttää sekä lyhytaikaiseen että pitkäaikaiseen lujitukseen. Pultti työnnetään porareikään ja kiristetään koneellisesti, jolloin pultin päässä oleva paisuntakuoriankkuri saa aikaan välittömän kalliolujituksen. Pitkäaikainen lujitus saadaan, kun pultti injektoidaan sementtilaastilla reikään kiinni. Pultin keskellä kulkee pitkittäissuuntainen reikä, jota pitkin porareikä saadaan täytettyä sementtilaastilla [7].



Kuva 14 Itseporautuva kallioankkuri SDA (kuva Normet Oy, www.normet.com)

Ruiskubetonoinnissa betoni ruiskutetaan kohteeseen ruiskutussuuttimen avulla. Käytössä on yleisimmin märkäseosmenetelmä, jossa valmis betonimassa ruiskutetaan kalliopinnalle. Kallion pinnalle kovettunut betoni lujittaa kallion ja ehkäisee osittain vesivuotoja. Betonimassaan voidaan tarvittaessa lisätä metalli- tai muovikuituja parantamaan valmiin betonirakenteen sitkeyttä kohteissa, joissa kalliolaatu on heikko ja kallio saattaa vielä ruiskubetonoinnin jälkeen liikkua. [3, s. 249-251.]

Myös ruiskubetonointi tehdään maanalaisessa rakentamisessa tänä päivänä osittain tai täysin koneellisesti. Ruiskutustehojen kasvaessa on siirrytty ruiskubetonijumbojen käyttöön, koska niillä saavutetaan suurissa tiloissa hyvä työteho ja pitkien puomien avulla korkeatkin tilat saadaan ruiskubetonoitua helposti ja nopeasti [3, s. 254].



Kuva 15 Normet Spraymec 8100 VC -ruiskubetonointijumbo (kuva Normet Oy, www.normet.com)

2.6 Injektoinnit

Kallioinjektointien tarkoituksena on tiivistää kalliota pohjavesivuotoja vastaan. Yleinen tapa on porata kallioon reikiä ja pumpata reikään ohutta veden ja sementin seosta. Käytössä on nykyisin myös monenlaisia kemiallisia injektointiaineita, joilla saavutetaan hyvät tulokset varsinkin kohteissa, joissa on korkeat tiivistysvaatimukset tai olosuhteet ovat vaikeat. [3, s. 255-256.]

Jos kallio tiivistetään louhinnan edellä, on kyseessä esi-injektointi. Tunneliin myöhemmin ilmestyvien vesivuotojen tukkimista kutsutaan jälki-injektoinniksi. [3, s. 255.]

Injektoinnit eivät useinkaan pysäytä kaikkia vesivuotoja, vaan vettä tihkuu aina jonkin verran tunneliin. Kalliotiloihin asennetaan usein ruiskubetonoinnin alle salaojitus, jonka tehtävänä on ohjata vuotovedet viemäriverkostoon tai erillisiin kuivatusojiin. [3, s. 458.]

2.7 Louheen lastaus ja kuljetus

Räjäytyksen jälkeen irronnut kalliomassa on kuljetettava tunnelista pois. Lastauskalustona käytetään pääasiassa pyöräkuormaajia sekä pistokauhalla varustettuja erikoiskaivinkoneita. Kuljetuskalustona on usein kuorma-autot ja minidumpperit. Tunnelirakennustyömaalla saattaa olla louhintavaiheen aikana runsaasti ajoneuvo- ja työkoneliikennettä, joka aiheuttaa helposti vaaratilanteita pimeissä ja ahtaissa tiloissa [3, s. 421; 2, s. 215].

Kuva 16 Normet Variomec LF090 D -minidumpperi (kuva Normet Oy, www.normet.com)

3 Pelastustoiminta

3.1 Pelastustoiminnan järjestäminen

Pelastustointa johtaa ja valvoo valtakunnallisesti sisäministeriö. Pelastustoimen valvontaa ja sen palveluiden saatavuuden ja tason valvontaa hoitaa omalla toimialueellaan kyseisen alueen aluehallintovirasto. [8.]

Kunnat vastaavat pelastustoimesta yhteistoiminnassa pelastustoimen alueilla, valtioneuvoston tekemän aluejaon mukaisesti. Pelastustoimen tehtävien hoitamiseksi alueilla

tulee olla pelastuslaitos, joka vastaa pelastustoimen palvelutasosta ja pelastustoimen asianmukaisesta järjestämisestä. Pelastuslaitos vastaa pelastustoiminnasta alueellaan. [8.]

Valtion pelastusviranomaisia ovat sisäministeriön pelastusylijohtaja ja hänen määräämänsä sisäministeriön ja aluehallintoviraston virkamiehet. Alueen pelastustoimen pelastusviranomaisia ovat pelastuslaitoksen ylin viranhaltija ja hänen määräämänsä pelastuslaitoksen viranhaltijat. [8.]

3.2 Pelastustoiminnan sisältö

Pelastustoimintaan kuuluu pelastuslain mukaan hälytysten vastaanottaminen, väestön varoittaminen, uhkaavan onnettomuuden torjuminen, onnettomuuden uhrien ja vaarassa olevien ihmisten, ympäristön ja omaisuuden suojaaminen ja pelastaminen, tulipalojen sammuttaminen ja niiden aiheuttamien vahinkojen rajoittaminen. Lisäksi tehtäviin kuuluu edellä mainittuihin tehtäviin liittyvät johtamis-, viestintä-, huolto- ja muut tukitoiminnat. [8.]

Alueen pelastuslaitos laatii yhteistoiminnassa Hätäkeskuslaitoksen kanssa hälytysohjeen, jonka mukaan onnettomuuksiin hälytetään tarvittavat, lähimpänä onnettomuuskohdetta sijaitsevat voimavarat ja yksiköt. [8.]

3.3 Pelastustoiminnan johtaminen

Pelastustoiminnan johtaja on siltä pelastustoimen alueelta, jossa onnettomuus on saanut alkunsa. Pelastustoimintaa johtaa alueen pelastusviranomainen, joka toimii virkavastuun alaisena. Pelastustoiminnan johtajan toimivaltuudet on määritelty pelastuslaissa. Pelastustoiminnan johtajalle on tulipalon sammuttamista ja sen leviämisen estämistä varten myönnetty melko laajat toimivaltuudet. Pelastustoiminnan johtaja voi esimerkiksi määrätä annettavaksi pelastustoiminnan käyttöön rakennuksia, ajoneuvoja, viestiyhteyksiä sekä muuta tarpeellista kalustoa. Pelastustoiminnan johtaja voi myös määrätä toteutettavaksi sellaisia toimenpiteitä, joista saattaa aiheutua vahinkoa kiinteälle tai irtaimelle omaisuudelle. Mainittakoon, että pelastusviranomainen suorittaa kaikesta käytetystä materiaalista täyden korvauksen ja korvaa käyttöön otetulle omaisuudelle aiheutuneen vahingon. [8.]

3.4 Helsingin pelastuslaitoksen operatiivinen johtamisjärjestelmä

Helsingin pelastuslaitoksen operatiivisen johtamisen toimivaltuudet perustuvat pelastuslaitoksen voimassaolevaan toimintasääntöön (1.2.2019). Pelastustoimen toimintavalmiutta koskevissa asioissa ylintä päätäntävaltaa käyttää pelastuskomentaja P1. Toimintasäännön mukaan pelastustoiminnan operatiivisesta valmiudesta vastaa pelastusjohtaja [9, s. 7-9].

Pelastustoiminnan operatiivisesta johtamisesta vastaavat P30 sekä pelastustoiminnan kenttäjohtajat (P32, P42). P30:lla on käskyvalta operatiivista toimintaa koskevissa asioissa pelastustoiminnan kenttäjohtajiin. Päivystysorganisaatiossa pelastustoiminnan ylintä määräysvaltaa käyttää P30. Pelastustoiminnan kenttäjohtajalla on käskyvalta operatiivista toimintaa koskevissa asioissa kaikkiin alaisiinsa nähden. [9, s. 9.]

Johtamisvalmiudessa ovat P30:n ja P32:n lisäksi pelastuskomentaja (P1), pelastusjohtaja (P2) ja tarvittaessa päällystöstä määrätty ryhmä (P20). Suuronnettomuustilanteessa tai päivystysorganisaation johtamisen tukemisen sitä muuten vaatiessa, johtamisvastuun ottaa pelastuskomentaja P1 tai hänen ollessa estynyt, pelastusjohtaja P2 tai toissijaisesti johtamisryhmä P20. [9, s. 9.]

Johtamisen tukemiseksi määrätään tarvittaessa esikunta, jonka henkilöstö määrätään erillisen suunnitelman mukaisesti [9, s. 9].

Helsingin pelastuslaitos ylläpitää ensihoitovalmiutta Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) kanssa tehdyn sopimuksen mukaisesti [10, s. 3]. Vastuu ensihoidon päivittäisestä johtamisesta on päivystävällä ensihoitolääkärillä P10 ja hänen ollessaan estyneenä, ensihoidon kenttäjohtajalla P11 [9, s. 9].

3.4.1 Pelastustoiminnan muodostelmat

Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen ohjeen pelastustoiminnasta (4/13) mukaisesti Helsingin pelastuslaitos käyttää pelastustoiminnassaan seuraavia muodostelmia:

1. Pelastusyksikkö, joka koostuu yksikön esimiehestä, kuljettajasta sekä vähintään yhdestä ja enintään kahdesta työparista. Pelastusyksikkö lähetetään tehtäviin, joissa hätäkeskuksen tekemän riskinarvion perusteella ei ole useita ihmisiä

vaarassa eikä onnettomuudella ole laajenemisvaaraa. Esimerkkeinä roskalaatikkopalot ja automaattisen paloilmoittimen antamat hälytykset.

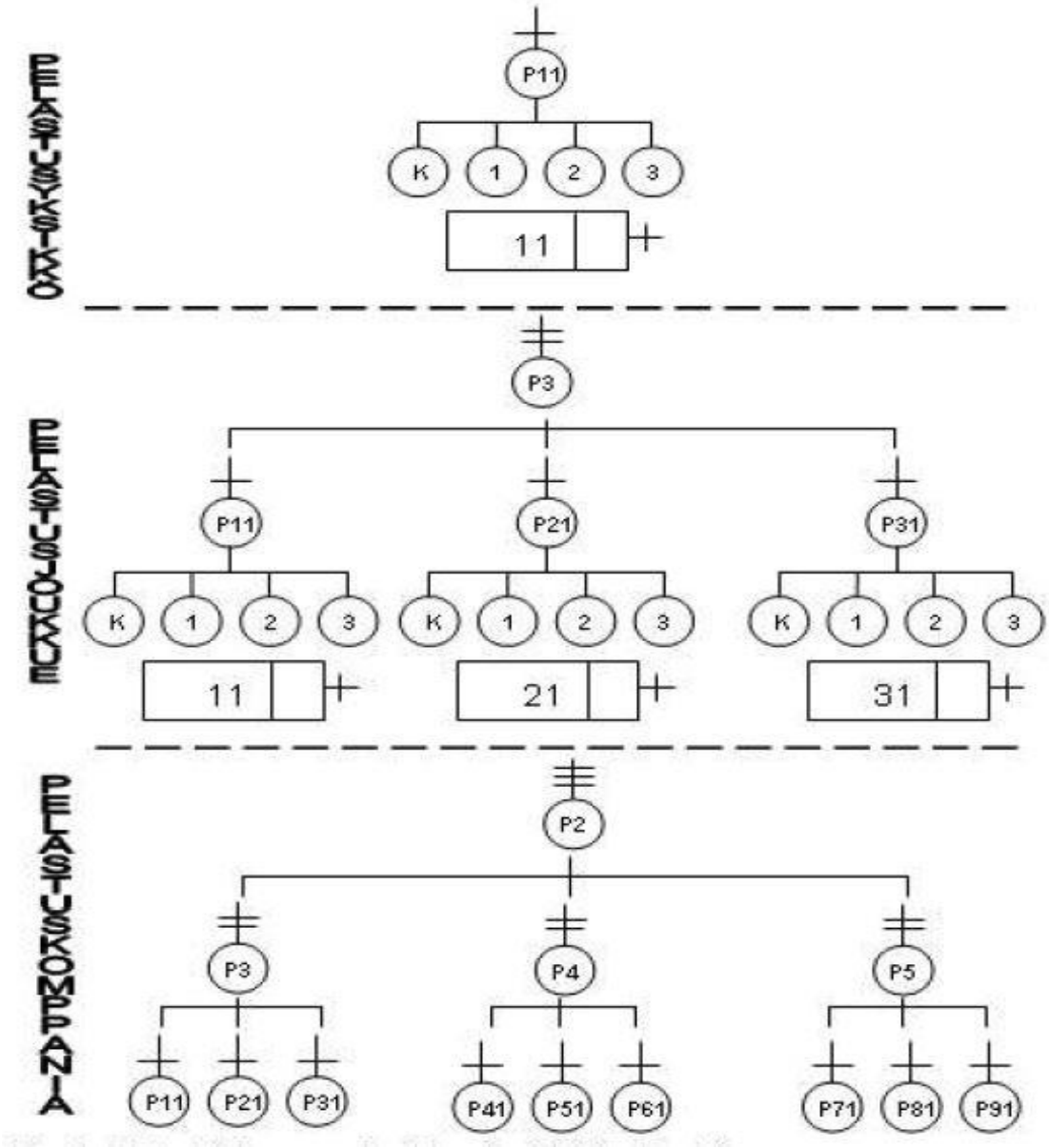
2. Pelastusjoukkue, joka koostuu johtajasta sekä vähintään kahdesta ja enintään viidestä pelastusyksiköstä. Pelastusjoukkue lähetetään tehtäviin, joissa on riskinarvion perusteella useita ihmisiä uhattuna ja onnettomuudella on laajenemisvaara. Esimerkkeinä asuinhuoneiston tulipalot ja varastohallien tulipalot.

   Käytössä on myös kahden pelastusjoukkueen muodostelma, joka voidaan lähettää, jos uhattuna on kymmeniä ihmisiä, erittäin suuria omaisuusarvoja tai onnettomuudella on laajenemisvaara.

3. Pelastuskomppania, joka koostuu komppanian päälliköstä, toiminta-alueen johtoelimestä sekä vähintään kolmesta ja enintään viidestä pelastusjoukkueesta. Pelastuskomppania hälytetään tehtäviin, joissa on uhattuna suuria ihmismääriä, mittavia omaisuusarvoja ja onnettomuudella on laajenemisvaara.

4. Pelastusyhtymä, joka koostuu johtajasta, onnettomuuden laajuuden vaatimista toiminta-alueen johtoelimistä sekä vähintään kolmesta ja enintään viidestä pelastuskomppaniasta. Pelastusyhtymän määrää hälytettäväksi pelastuskomentaja ja hän myös johtaa sen toimintaa. Yhtymä hälytettäessä hälytetään myös kaikkien pelastuslaitoksen osastojen henkilökunta pelastusasemille.

Muodostelmien määritelmät perustuvat sovellettuina sisäministeriön toimintavalmiusohjeeseen A71/2003 [10, s. 2]. Kuviossa 1 on kuvattu taktisin merkein kolme pelastustoiminnan muodostelmaa. Yksikkötunnukset ovat nykyisin muuttuneet valtakunnallisesti toteutetun yksikkötunnusuudistuksen vuoksi.



Kuvio 1 Pelastustoiminnan muodostelmat (lähde: Pelastustoiminnan johtamisen yleisohje 2010)

3.5 Pelastustoiminta maanalaisissa tiloissa

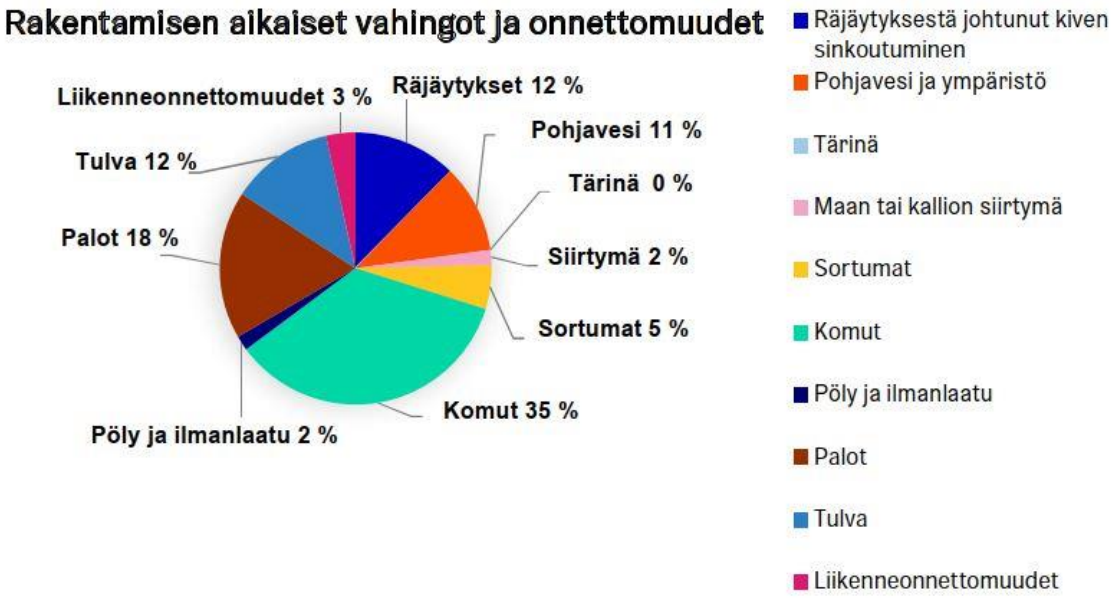
Operatiivinen pelastustoiminta maan alla sisältää enemmän riskejä kuin maan päällä. Yksi keskeinen riskitekijä on se, että tunneliin ja sieltä pois johtaa usein vain yksi kulkutie, jota sammutustoiminnassa pitää käyttää savusukelluksen sisäänmenoreittinä ja samalla savutuuletusreittinä. Pelastushenkilöstö joutuu myös käyttämään samaa reittiä mahdolliseen omaan hätäpoistumiseensa. Työmaan alkuvaiheessa ajoväylät ja kulkutiet ovat usein epätasaisia ja osin vaikeakulkuisia. Yleisvalaistus on usein puutteellinen ja

työkoneista ja kalliosta tunnelin pohjalle mahdollisesti kertynyt vesi vaikeuttaa toimintaa. Toimivien viestiyhteyksien luominen rakenteilla olevaan tunneliin on usein hankalaa, koska tiloissa ei ole vielä Virve-verkon käytön mahdollistavaa tekniikkaa asennettuna. Lisäksi maan alla louhinnan aikana käytössä olevat räjähdysaineet muodostavat riskin pelastustoiminnalle. [11.]

Tunnelirakennustyömaalla operatiivista pelastustoimintaa mahdollisesti Helsingin pelastuslaitokselle aiheuttavia tapahtumia ovat esimerkiksi työmaan työntekijöille sattuvat työtapaturmat tai sairauskohtaukset, suuret vesivuodot, sortumaonnettomuudet ja tulipalot. Louheen lastauksessa ja kuljetuksessa käytettävien koneiden liikennöinti maan alla muodostaa myös riskin tunnelirakennustyömaan henkilöstölle. [11.]

Tulipalot ovat pelastuslaitoksen omalle toiminnalle eniten riskejä aiheuttavia tapahtumia. Tulipalo aiheuttaa aina vaaratilanteen myös työmaan omalle henkilökunnalle ja sen takia tulipalojen ennaltaehkäisyn tulee olla keskeisessä osassa työmaan turvallisuussuunnittelussa. [11.]

Kaaviossa 1 on esitelty vuosina 2000-2017 rakentamisen aikana sattuneiden vahinkojen ja onnettomuuksien syyt maanalaisten tilojen rakennustyömailla. Kaaviossa esitetyt luvut koskevat koko Suomen aluetta.



Kaavio 1 Rakentamisen aikana sattuneet vahingot vuosien 2000-2017 aikana (6, s. 21)

Operatiivinen pelastustoiminta tulipalossa koostuu palavan kohteen tiedustelusta, mahdollisesta ihmisten pelastamisesta, kohteen sammuttamisesta ja kohteen savutuuletuksesta. Lisäksi pelastustoimintaan katsotaan kuuluvaksi sellaiset kohteen raivaustyöt, joista saattaisi aiheutua vaaraa ulkopuolisille raivaustöiden tekijöille. Päätöksen pelastustoiminnan päättämisestä tekee pelastustoiminnan johtaja. [11.]

3.5.1 Tiedustelu

Tiedustelu on erittäin tärkeä osa toimintaa pelastustoiminnan onnistumisen kannalta. Tiedustelu alkaa välittömästi hälytysilmoituksen vastaanottamisen jälkeen ja tilanteen alkuvaiheessa se saattaa olla pelastusorganisaation päätehtävä. Tiedustelutiedon kerääminen on jatkuvaa ja se päivittyy koko onnettomuustilanteen ajan. Matkalla onnettomuuskohteeseen tietoa saadaan hätäkeskukselta ja pelastuslaitoksen tilannekeskukselta. [12.]

Tiedustelun tarkoituksena on kerätä tietoa tapahtuneesta onnettomuudesta riittävän tilannekuvan luomiseksi ja operatiivisen pelastustoiminnan päätöksentekoa varten. Onnettomuuskohteessa tiedustelutietoja saadaan esimerkiksi haastattelemalla onnettomuudessa mukana olleita ihmisiä, hätäilmoituksen tehneitä henkilöitä ja muita kohteessa olevia henkilöitä. [12.]

Pelastustoimi suorittaa ensivaiheen tiedustelua myös oman henkilöstönsä avulla. Tiedustelutiedon keräämiseksi voidaan suorittaa esimerkiksi erillinen savusukellus, jonka tarkoituksena on kerätä tietoa kohteen olosuhteista, kulkureiteistä, mahdollisista uhreista ja tehdä arvio käytettävistä pelastus- ja sammutusmenetelmistä. Suurissa kohteissa tiedustelua voidaan tehdä myös ajoneuvoilla tai muulla kuljetuskalustolla. Kuvassa 17 on Helsingin pelastuslaitoksella käytössä oleva ohjaamollinen mönkijä. [12.]

Kuva 17 Umpinaisella ohjaamolla varustettu mönkijä (kuva Jouni Saurila)

3.5.2 Pelastaminen

Onnettomuus- tai tulipalotilanteessa ihmisten pelastaminen on aina pelastustoiminnan tärkein tehtävä. Pelastustaktiikat ja -tekniikat päätetään ensivaiheen tiedustelussa saatujen tietojen perusteella.

Ihmisten pelastaminen maanalaisista tiloista vaatii lähes aina suurempia ponnisteluja kuin maan päällä. Pitkä matka maan pinnalta pelastettavien luo aiheuttaa helposti suuria haasteita pelastustoiminnalle. Pimeässä ja savuisessa tunnelissa eteneminen jalkaisin on raskasta ja hidasta ja mahdollisesti korkeaksi kohonnut lämpötila saattaa tehdä etenemisen kokonaan mahdottomaksi. Lämpötilan alentaminen esimerkiksi savutuuletuksen avulla ei onnistu, koska poistoilmareittejä ei ole saatavilla. Kaikki tulipalossa syntynyt lämpö kerääntyy ympäröiviin rakenteisiin ja tunnelin jäähtyminen tulipalon jälkeen kestää pitkään.

Onnettomuuden uhrien tuominen tunnelista maan pinnalle kävellen on suorituksen raskauden vuoksi aikaa vievä toimenpide ja uhrien kuljettamisen tulisikin tapahtua ajoneuvoa käyttäen. Helsingin pelastuslaitoksella on käytössä maanalaisia tiloja varten mönkijöitä, joihin kytketyn perävaunun avulla voidaan kuljettaa myös makuuasennossa olevia uhreja. Työmaan kalustoa, esimerkiksi lava-autoja voidaan myös hyödyntää potilaiden

kuljettamisessa. Kuljetuskalustoa voidaan käyttää myös pelastuslaitoksen kaluston ja miehistön kuljettamiseen lähemmäksi onnettomuuskohdetta. Savuiset ja mahdollisesti vähähappiset olosuhteet aiheuttavat helposti ongelmia polttomoottorikäyttöisille ajoneuvoille ja saattavat tehdä niiden käyttämisen mahdottomaksi. [11.]

Helsingin pelastuslaitos on suunnittelemassa ja hankkimassa maanalaisia tiloja varten erillistä sähkökäyttöistä ajoneuvoa. Ajoneuvo on varustettu kiinteällä paineilmahengitysjärjestelmällä, joka mahdollistaa ajoneuvon käyttämisen savuisissa tiloissa. Ajoneuvon varustukseen kuuluu lisäksi lämpökamerat, sammutus- ja raivauskalustoa sekä erilliset paineilmahengityslaitteet kaikille miehistön jäsenille. Ajoneuvosta on parhaillaan käynnissä hankesuunnittelu eikä sen lopullinen käyttöönottopäivä ole vielä selvillä. [11.]

3.5.3 Sammuttaminen

Tunnelirakennustyömaalla tulipalon mahdollisia aiheuttajia voivat olla työmaan ajoneuvot ja työkoneet, räjähdysaineet, rakentamisessa käytettävät kemikaalit ja muut rakennusmateriaalit [11]. Tulipaloon vaikuttavat palavan aineen laatu, kohteen palokuorma, hapensaanti ja tehdyt alkusammutustoimenpiteet [13, s. 60-64, 159-160].

Palamistapahtuma tarvitsee jatkuakseen palavaa materiaalia, riittävän lämpötilan ja riittävästi happea. Lisäksi tarvitaan palamista ylläpitävä palamisen katkeamaton ketjureaktio. [13, s. 17.] Poistamalla yksikin näistä edellytyksistä, tulipalo sammuu [13, s. 17].

Tulipalosta aiheutuu lämpöä ja savua, joka sisältää pääosin vesihöyryä sekä kaasumaisia ja hiukkasmaisia palamistuotteita, kuten esimerkiksi hiilimonoksidia ja nokea [13, s. 14, 16]. Tulipalon lämpötila riippuu palavasta aineesta, palamisilman saannista ja palavan aineen lämpöarvosta [13, s. 22]. Esimerkiksi puun palamislämpötila on n. 1000ºC ja bensiinin n. 950ºC. Tunnelin lämpötila kohoaa tulipalossa helposti, koska muodostuva lämpö ei pääse poistumaan vapaasti ulkoilmaan. Lämpöä kertyy tunnelin rakenteisiin ja myös palamistuotteina syntyvät palokaasut pysyvät pitkään kuumina. [13, s. 56-57.] Lämpö muodostaa riskin sekä ihmisille että tunnelin rakenteille. Taulukossa 1 on esitetty lämpötilan vaikutus ihmiseen. Korkea lämpötila saattaa myös vaurioittaa tehtyjä

kalliolujituksia. Esimerkiksi ruiskubetonointi saattaa halkeilla ja irrota kallion pinnalta lämmön vaikutuksesta [16, s. 20].

Taulukko 1 lämpötilan vaikutus ihmiseen (16, s. 18)

Lämpötila (°C)	Vaikutus
127	Vaikea hengittää
140	Sietokyvyn raja 5 minuuttia
149	Vaikea hengittää suun kautta, raja pakenemiselle
160	Sietämätön kipu
182	Palautumattomia vaurioita 30 sekunnissa
200	Hengityselimet painuvat kokoon 4 minuutissa

75% tulipaloista sammutetaan alkusammutusvälineillä (käsisammutin, sammutuspeitto, pikapaloposti), 15% noin 10 kuutiometrillä vettä ja 10% edellä olevaa suuremmilla vesimäärillä. Vesi on yksi yleisimmistä sammutteista ja veden sammutusvaikutus perustuu tulipalon jäähdyttämiseen ja osittain myös tukahduttamiseen. Tulipalossa vesi sitoo lämmetessään ja höyrystyessään itseensä lämpöä ja tulipalon lämpötila laskee. Samanaikaisesti muodostuva vesihöyry syrjäyttää palotilassa happea sekä kuumaa savua ja tähän perustuu veden tukahduttava sammutusvaikutus. [13, s. 97.] Vesi jäähdyttää sekä varsinaista palokohdetta että palamisreaktion synnyttämiä kuumia palokaasuja, joita suljetussa tilassa syntyy nopeasti paljon [13, s. 57, 97].

Helsingin pelastuslaitos käyttää vedenkuljetuksessa jokaisessa pelastusyksiköissä kiinteänä olevia vesisäiliöitä (vesisäiliön tilavuus 2 m³) ja erillisiä säiliöautoyksiköitä (vesisäiliön tilavuus 10 m³). Yleisimmin sammutustyössä käytettävät vesiletkut ovat läpimitaltaan 42 mm (työjohto) tai 76 mm (pääjohto). Pääjohtoa käytetään yleisesti sammutusveden kuljettamiseksi sammutusyksiköltä lähemmäs palokohdetta, jossa sammutusvesi jaetaan helpommin käsiteltäville työjohdoille. Lisäveden syöttämiseksi pelastusyksiköille ja säiliöyksiköille käytetään joko kaupungin palopostiverkostoa tai kiinteistöissä sijaitsevia seinäpaloposteja. [11.]

Työjohdon päähän liitetään suihkuputki, jolla sammutusvesisuihku ohjataan haluttuun paikkaan. Suihkuputkessa on toimintoja, joilla haluttua vesimäärää ja vesisuihkun leveyttä ja voimakkuutta voidaan säätää. Kuvassa 17 on nykyaikainen TFT G-force-merkkinen suihkuputki, jossa on monipuoliset säätömahdollisuudet. Pääjohtoa voidaan

käyttää myös sammutustyössä, mutta sen käyttäminen on sammuttajille raskaampaa [13, s. 200, 207].

Kuva 18 TFT G-Force suihkuputki (kuva Veljekset Kulmala Oy, www.veljeksetkulmala.fi)

Tulipalon sammuttamiseen tarvitaan riittävä sammutusvesivirta. Tarkkaa sammutusvesivirran määrää on tulipaloon vaikuttavien monien eri tekijöiden vuoksi vaikea laskea. Tarvittava sammutusvesivirta ilmoitetaan yksiköllä l/s/m².

Sammuttamiseen käytettävän 42 mm läpimittaisen letkun tyypillinen vesivirta on 5 l/s ja 76 mm läpimittaisen pääjohdon 15 l/s [12, s. 224]. Helsingin kaupungin toimialaohjeessa

21/2005 todetaan, että laaja-alaisissa palossa sammutustoimintaan on varattava yksi työjohto jokaista arvioitua palavaa 120 m²:ä kohden.

Kuva 19 Sammutuspari työssään palavan huoneiston ovella (kuva Ossi Pietiläinen)

Veden kuljettaminen putkistoja tai letkuja pitkin aiheuttaa aina painehäviöitä vedenkuljetusjärjestelmässä. Painehäviöt aiheutuvat letkukitkan tai hydrostaattisen paine-eron vuoksi. Pitkien vedenkuljetusmatkojen takia pelastusyksiköiden palovesipumput sekä paloletkut joutuvat suuremmalle rasitukselle, koska järjestelmään joudutaan syöttämään vettä kovemmalla paineella. Läpimitaltaan erikokoisissa letkuissa on erisuuruinen letkukitka. [12, s. 212-224.]

Maan alle sijoitetut suuriläpimittaiset palovesiputkistot helpottavat pelastuslaitoksen työtä, koska ne vähentävät letkuselvityksiin kuluvaa aikaa ja suorien sileäpintaisten metalliputkien kitka on pienempi kuin kumisten paloletkujen [12, s. 221]. Kalliorakentamisen monissa työvaiheissa tarvitaan vettä ja maan alle on vedetty työmaan käyttöä varten usein jonkinlainen vedenkuljetusjärjestelmä.

Pelastustoiminnan helpottamiseksi tähän järjestelmään tulisi asentaa liittimiä sopivin välein (esimerkiksi 100 m) pelastuslaitoksen sammutusletkujen kytkemisen mahdollistamiseksi. Vaihtoehtoisesti maan alle voidaan rakentaa kokonaan erillinen palovesilinja.

3.5.4 Savusukellus

Savusukellus on työturvallisuuslain 11§:n mukaista erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä, jossa on sairastumisen tai tapaturman vaara. Tällaista työtä saa tehdä vain siihen pätevä ja henkilökohtaisten edellytystensä puolesta siihen soveltuva henkilö. [14, s. 5.]

Helsingin pelastuslaitoksen savusukellustoimintaa ohjaa sisäministeriön pelastussukellusohje (48/2007). Ohjeessa on keskeiset määritelmät henkilöstön psyykkisestä ja fyysisestä kelpoisuudesta savusukellukseen, henkilöstön koulutusvaatimuksista ja savusukelluksen operatiivisesta toteuttamisesta.

Savusukellus on sammutus- ja pelastustyötä, joka edellyttää tunkeutumista palavaan tilaan, jossa on savua. Savusukelluksessa käytetään asianmukaista henkilökohtaista suojavarustusta ja paineilmahengityslaitetta. [14, s. 2.] Savusukelluksen suorittaa savusukelluspari tai savusukellusryhmä. Savusukellusparin muodostaa kaksi savusukelluskelpoisuuden omaavaa henkilöä ja savusukellusryhmän kolme kelpoisuuden omaavaa henkilöä. [15, s. 2.] Kuvassa 18 savusukelluspari on aloittamassa työtään.

Kuva 20 Savusukellus alkamassa (Varsinais-Suomen pelastuslaitos)

Helsingin pelastuslaitoksella on voimassa oleva toimintaohje (21/2005) koskien vaativia savusukellustehtäviä. Ohjeessa mainitaan esimerkkeinä vaativasta kohteesta maanalaiset tilat sekä tilat, jotka vaikean saavutettavuutensa takia nostavat savusukelluksen vaativuustasoa. Tätä ohjetta sovelletaan näillä perusteilla myös rakenteilla olevassa tunnelissa. [15, s. 5.]

Savusukelluksessa on sisäisiä ja ulkoisia riskejä. Sisäiset riskit aiheutuvat organisaation omasta toiminnasta. Sisäisiä riskejä ovat esimerkiksi varustuksen puutteellisuus, henkilöstön koulutuksen puutteellisuus tai operatiivisen organisaation riittämätön toimintakyky. Ulkoisilla riskeillä tarkoitetaan onnettomuuskohteesta johtuvia riskejä, joita ovat esimerkiksi vaativat kohteet, sortumat ja räjähdykset. [14, s. 5.]

Helsingin pelastuslaitoksen toimialaohjeen (21/2005) mukaan vaativa savusukellus tulee aina aloittaa savusukellusryhmän toimesta ja toimintapaikalla tulee olla aina vähintään kaksi savusukellusparia ennen toiminnan aloittamista. Kolmannen savusukellusparin on oltava matkalla kohteeseen. Lisäksi paikalla on oltava savusukellusvalvonta, jonka avulla seurataan savusukeltajien viestejä, savusukellusaikaa ja ilmoitetaan savusukellusta suorittavalle henkilöstölle muista toimintaan mahdollisesti vaikuttavista seikoista. [15, s. 2.]

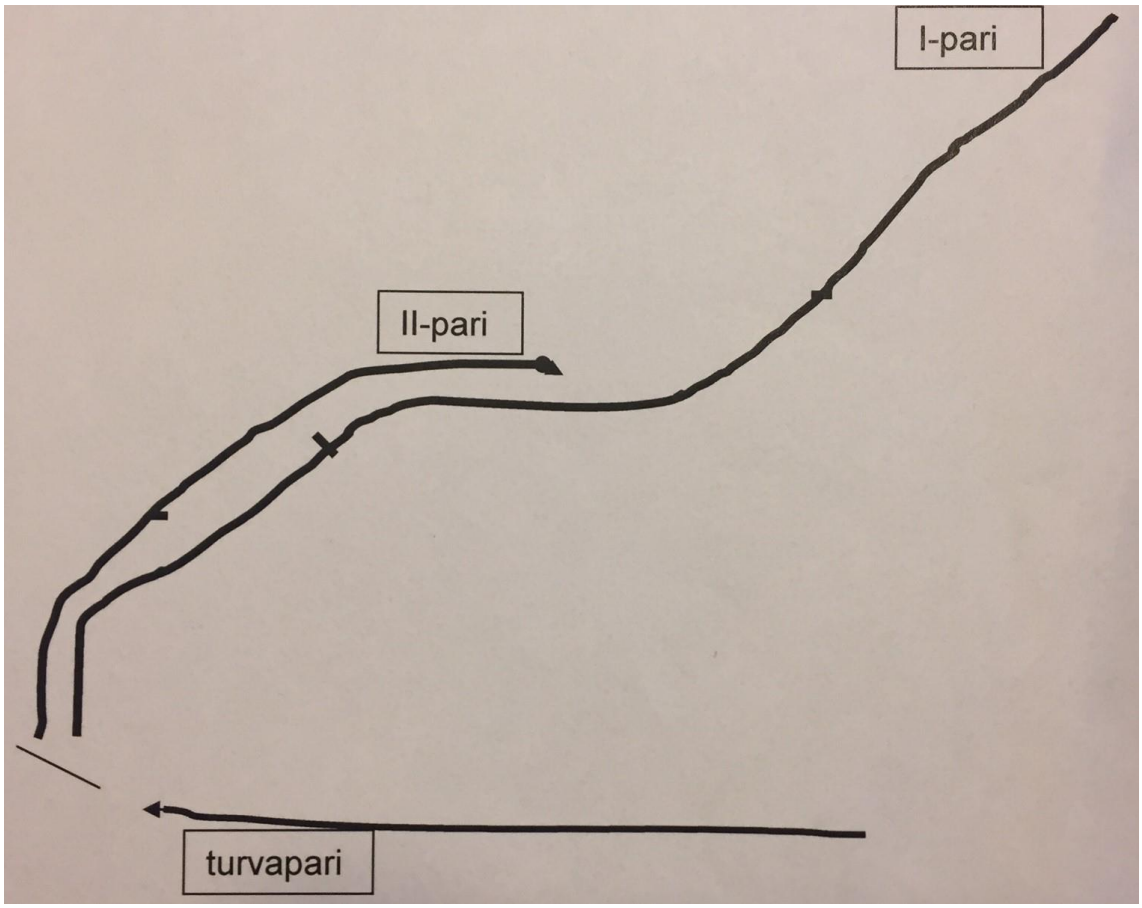
Vaativat savusukellustehtävät voidaan aloittaa tavallisilla paineilmahengityslaitteilla, mutta jos savusukellusmatka ja työskentelyaika kohteessa ovat pitkiä, siirrytään mahdollisimman nopeasti käyttämään paineilmalaitteita, jossa on suurempi ilmamäärä. Helsingin pelastuslaitos käyttää tähän tarkoitukseen kahden samanaikaisen paineilmapullon käytön mahdollistavaa, paineilmalaitteeseen liitettävää jakotukkia. Tällä tekniikalla savusukelluksen toiminta-aika pitenee noin kaksinkertaiseksi. [15, s. 3.] Kuvassa 19 on Helsingin pelastuslaitoksen käyttämä Dräger-merkkinen paineilmahengityslaite, johon on kiinnitetty kaksi paineilmapulloa.

Kuva 21 Dräger PSS 4000 -paineilmalaite (kuva Dräger, www.drager.com/fi)

Ennen savusukellusta pyritään riittävän tiedustelun avulla arvioimaan kohteena olevan tilan laajuus. Jokaisella savusukellusparilla tai -ryhmällä on oltava savusukelluksen aikana riittävästi sammuttamiseen käytettävää työjohtoa mukana. Työjohtoa käytetään myös ohjaamaan savusukeltava henkilöstö takaisin savusukelluksen aloituspisteeseen. Opastamiseen ja eksymisen välttämiseksi voidaan käyttää myös tähän tarkoitukseen soveltuvaa narua, esimerkiksi opasnarua, jonka pituus on 600 metriä. Tämä opasnaru kuuluu jokaisen pelastusyksikön varustukseen. [15, s. 3.] Helsingin pelastuslaitoksella on käytössä myös Lyslina-merkkinen, 200 metriä pitkä led-valokaapeli (kuva 20), joka on tarkoitettu kohteisiin, joissa ei ole valaistusta ja eksymisen riski on kasvanut [11].

Kuva 22 Lyslina led-valokaapeli (kuva Lystech AB, www.lystech.se)

Kuvassa 21 on esitetty letkuselvitysmalli, jossa ensimmäisen savusukellusparin tai -ryhmän aloittaessa vaativan savusukelluksen, on toisen parin tai ryhmän seurattava noin yhden työjohdon mitan (20 m) päässä. Tällä menettelyllä varmistetaan nopea avunsaanti, jos jompikumpi pareista tai ryhmistä joutuu vaaratilanteeseen. [15, s. 4.]



Kuva 23 Vaativan savusukelluksen letkuselvitysmalli (13, s. 4)

3.5.5 Savutuuletus

Tulipaloissa syntyvä savu aiheuttaa vaaraa sekä työmaan henkilöstölle että pelastushenkilöstölle. Se aiheuttaa suurimman osan palokuolemista ja vaikeuttaa merkittävästi tulipaloista pelastautumista. Lisäksi savu aiheuttaa palokohteessa levitessään usein merkittäviä rakenteellisia savuvahinkoja. Tulipalossa syntyvä savu sisältää useita myrkyllisiä aineita, kuten esimerkiksi syaanivetyä, akroleiiniä, hiilimonoksidia ja kloorivetyä. [13, s. 53-55.]

Muodostuvan savun määrä riippuu palavan aineen laadusta ja määrästä. Palamisessa kehittyvän savun määrä on suuri, vaikka palavan materiaalin määrä olisi pieni. Esimerkiksi 10 kg:n määrä palavaa koivuvaneria muodostaa savua niin paljon, että tilavuudeltaan 7500 m³:n kokoinen halli täyttyy savulla siten, että näkyvyys hallissa pienenee 2,5

metriin. [12, s. 48-49, 54-55.] Pakettiauton palaessa täydellä teholla, syntyy savua n. 40 – 60 m³ sekunnissa [16, s. 13].

Savu leviää tunnelissa nopeasti, riippuen vallitsevista ilmavirtauksista, tunnelin kallistuksesta, palotehosta ja tunnelin seinämien materiaaleista ja karheudesta [16, s. 31]. Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto Repparfjord- ja Benelux-tunneleissa tehtyjen polttokokeiden yhteydessä mitatuista savun leviämisnopeuksista. Taulukosta voidaan havaita, että tietyissä olosuhteissa savun leviämisnopeus saattaa olla lähes 2 m/s. Ihmisen normaali reipas kävelyvauhti hyvissä olosuhteissa on n. 1,4 m/s. [16, s. 19.]

Taulukko 2 Savun leviäminen tunnelissa (16, s. 31)

Savukoe	Palo	Ilmavirtaus (m/s)	Kallistus-%	Savun etenemis-nopeus (m/s)	Etäisyydellä palosta (m)
Repparfjord	Linja-auto	-0,3	~ 0,6	0,2	0 - 100
	Metrovaunu	0,5	~ 0,6	0,6	0 - 300
	Junavaunu	0,5	~ 0,6	0,4	0 - 300
Benelux	Allaspalo	0 - 1	3,3 - 4,4	1,8	0 - 200
	Pakettiauto	1	3,3 - 4,4	1,3	0 - 200

Kriittinen miniminäkyvyysvaatimus turvalliselle liikkumiselle on 5 metriä. Jos näkyvyys tilassa laskee tämän alle, on siellä liikkuvalla ihmisellä vaikea hahmottaa tilan muotoa ja kokoa ja eksymisen riski kasvaa. [12, s. 48; 16, s. 19.]

Savutuuletuksen tarkoituksena on palavassa tilassa olevien ihmisten poistumisen turvaaminen siten, että poistumistiet pidetään savuttomina. Savutuuletuksella myös helpotetaan pelastuslaitoksen tekemää sammutus- ja pelastustyötä poistamalla savuisista tiloista savua sekä lämpöä ja parantamalla täten pelastuslaitoksen toimintaedellytyksiä. [12, s. 49.]

Savutuuletus voidaan toteuttaa painovoimaisesti, eli luonnollisena tuuletuksena, tai koneellisesti. Luonnollisessa tuuletuksessa tilan yläosaan avataan savunpoistoluukku ja samanaikaisesti tilaan virtaava korvausilma aiheuttaa savun poistumisen luukun kautta.

Koneellisessa savunpoistossa hyödynnetään rakennukseen asennettuja savunpoistopuhaltimia ja savunpoistojärjestelmään liitettyjä tai manuaalisesti avattavia savunpoistoluukkuja. Ilmavirran suuntaa ja voimakkuutta voidaan näissä järjestelmissä usein säätää.

Pelastuslaitos käyttää savunpoistossa siirrettäviä savunpoistopuhaltimia, joiden avulla savunpoisto voidaan esimerkiksi huoneistopalossa toteuttaa hallitusti. Koneellisina savutuuletusmenetelminä voidaan käyttää ylipaine- ja alipainetuuletusmenetelmää. [13, s. 173, 186.]

Ylipainetuuletuksessa savutuuletin sijoitetaan tilan ulkopuolelle ja ilmaa puhalletaan avonaisesta aukosta sisään. Alipainetuuletuksessa tuuletin sijoitetaan niin, että se imee savua pois tilasta. Alipainetuuletus voidaan toteuttaa myös siten, että tuuletin viedään pitkälle savuiseen tilaan ja savu johdetaan ulos tuulettimeen kiinnitetyn muoviputken tai -sukan kautta. [13, s. 195.]

Tunnelirakennustyömaalla ja varsinkin peränajon aikana tapahtuvan tulipalon synnyttämän savun poistaminen on vaikeaa, koska savulla on ainoastaan yksi poistumisreitti. Räjähdyskaasujen poistamiseen tarkoitettuja työmaan omia tunnelipuhaltimia voidaan hyödyntää myös tulipalon savunpoistossa. Jos rakenteilla olevaan tunneliin on tehty pystykuiluja, voidaan savutuuletuksessa harkita käytettävän ylipainetuuletusta. Tällöin tunnelin suuaukolta puhalletaan ilmaa tunneliin ja savu poistuu pystykuilun kautta ulkoilmaan.

Pelastusyksiköiden mukana olevat savutuulettimet ovat puhallusteholtaan liian heikkoja, jotta niillä voitaisiin toteuttaa tunnelirakennustyömaan savunpoisto tehokkaasti. Näiden sähkökäyttöisten savutuulettimien tuuletusteho on n. 10000 m^3/h.

Helsingin pelastuslaitoksella on käytössä laajojen tilojen savutuuletusta varten polttomoottorikäyttöinen, kuorma-auton lavalle sijoitettu savutuuletin. Sen teho riittää ylipaineisen savutuuletuksen toteuttamiseen pitkissäkin tunnelitiloissa, jos kohteen muut olosuhteet tukevat savutuuletusta. Savutuulettimen ilmamäärän tuotto on n. 1 000 000 m^3/h. [11.] Kuvassa 22 on edellä mainittu savutuuletin sijoitettuna tunnelin suuaukolle.

Kuva 24 Suurtehotuuletin (kuva Helsingin pelastuslaitos)

3.5.6 Viestiliikenne

Helsingin pelastuslaitoksen viestiliikennettä ohjaa viestiohje 28/16. Siinä ohjeistetaan koko pelastuslaitoksen viestiliikenne erilaisissa onnettomuustilanteissa ja eri pelastusmuodostelmissa. Viestiliikenne perustuu valtakunnallisen viranomaisverkon (Virven) käyttöön. Viranomaisverkossa yksittäiset Virve-radiot liittyvät verkkoon tukiasemien kautta. [17, s. 5.] Rakenteilla olevissa tunneleissa ja maanalaisissa tiloissa yhteyttä tukiasemiin ei useinkaan ole ja Virve-verkon käyttö ei tällöin onnistu. Virve-radioissa on näitä tilanteita varten suorakanavatoiminta (DMO), joka mahdollistaa viestiliikenteen päätelaitteiden välillä, ilman yhteyttä tukiasemiin. [17, s. 9.] Kuvassa 23 Helsingin pelastuslaitoksen käyttämä Virve-käsiradio.

Kuva 25 THR 880i plus -käsiradio (kuva Virve Tuotteet ja Palvelut Oy, www.virve.com)

Sisäministeriön pelastussukellusohjeen mukaan savusukeltavilla henkilöillä tulee olla yhteys keskenään ja viestiyhteys yksikön esimieheen ja savusukellusvalvontaan. Helsingin pelastuslaitoksen toimialaohjeen 21/2005 mukaan vaativissa savusukellustehtävissä käytetään viestiyhteytenä ensisijaisesti Virve-radiota. Jos tilat ovat sellaiset, että Virve-radio ei kuulu, voidaan käyttää tunnelipuhelinjärjestelmää [15, s. 4].

Toimittaessa tunnelirakennustyömaalla on viestiliikenne ja sen mahdolliset ongelmat maan alla huomioitava heti tilanteen alkuvaiheessa. Suorakanavatoimintoon siirrytään etupainotteisesti, eikä maan alle lähdetä kokeilemaan Virve-verkon mahdollista toimintaa. [17, s. 25.]

On huomioitava, että radioiden kantavuus ei suorakanavatilassa ole kovin pitkä. Jos toiminta-alue on laaja tai sokkeloinen, on viestinnässä käytettävä ns. linkkimiehiä. Linkkimiehet toimivat viestinvälittäjinä onnettomuuskohteen ja pelastustoiminnan johtajan välillä. [17, s. 26.] Tunneliin on mahdollista sijoittaa myös suorakanavatoistin, jonka avulla Virve-radioiden suorakanavatoiminnon kuuluvuutta voidaan lisätä. [18, s. 10].

Maanalaisissa tiloissa viestimiseen voidaan käyttää myös kenttäpuhelinjärjestelmää. Kenttäpuhelimen toinen kutsumanimi on tunnelipuhelin. Kaikkiin Helsingin pelastuslaitoksen pelastusyksiköihin on sijoitettu kenttäpuhelimet sekä 100 m puhelimiin sopivaa kaapelia. Johtoyksiköihin on sijoitettu 600 m kenttäpuhelinkaapelia. Kenttäpuhelimilla voidaan luoda toimiva viestiyhteys ilman ulkopuolista virtalähdettä ja tukiasemaa. [17,

s. 26.] Kuvassa 24 esitelty kenttäpuhelinvarustus löytyy kaikista Helsingin pelastuslaitoksen pelastusyksiköistä.

Kuva 26 Kenttäpuhelin ja kaapelikela (kuva Helsingin pelastuslaitos)

4 Tunnelirakentamisen turvallisuusmääräykset

4.1 Turvallisuuteen vaikuttava lainsäädäntö

Työsuojelulla ymmärretään kaikkien niiden toimenpiteiden kokonaisuutta, joiden avulla työympäristö tehdään turvalliseksi ja terveelliseksi [19, s. 7]. Tunnelirakentamisen ja maanalaisen rakentamisen työturvallisuuteen vaikuttavia lakeja sekä niiden nojalla annettuja asetuksia ja päätöksiä on useita kymmeniä. Yleisiä koko alan kattavia sitovia järjestysohjeita ei enää voida lain nojalla antaa [19, s. 11].

Keskeisimmät työturvallisuussäädökset ovat työturvallisuuslaki (738/2002) ja työterveyshuoltolaki (1383/2001) [19 s. 11]. Muita alan keskeisiä säädöksiä ovat valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009), valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatöiden turvallisuudesta (644/2011), panostajalaki (423/2016) ja valtioneuvoston asetus räjähteiden valmistuksen, käsittelyn ja varastoinnin turvallisuudesta (1101/2015).

Säädösten yleisenä tavoitteena on parantaa räjäytys- ja louhintatyön turvallisuutta. Räjäytys- ja louhintatyöstä on tehtävä vaarojen selvittämisen ja arvioinnin perusteella kirjallinen turvallisuussuunnitelma, jota on noudatettava ja pidettävä ajan tasalla. Turvallisuussuunnitelmasta tulee tarpeellisessa laajuudessa ilmetä turvallisuuden varmistamiseksi tehtävät toimenpiteet. Turvallisuussuunnitelmassa on lisäksi oltava riittävästi tietoja esimerkiksi työkohteesta, louhintamenetelmistä, yhteydenpitojärjestelmistä, pelastautumismenetelmistä, poistumisreiteistä, räjähteistä yms. [19, s. 8.]

Työsuojeluviranomaiset valvovat räjähteiden varastoinnin ja säilytyksen sekä räjähteen työmaavalmistuksen turvallisuutta työturvallisuuslakia soveltamalla. Räjähteiden varastointiin ja säilyttämiseen sekä räjähdysaineen työmaavalmistukseen liittyvä lupamenettely kuuluu Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (TUKES) ja pelastusviranomaiselle. Ilmoitus räjäytystyömaan aloittamisesta tehdään poliisille [19, s. 8].

Räjäytys- ja louhintatyö liittyy usein johonkin suurempaan rakentamiskokonaisuuteen. Rakentamiseen liittyvässä räjäytys- ja louhintatyössä on noudatettava muun lainsäädännön ohella valtioneuvoston asetusta rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) [19, s. 12].

4.2 Pelastustoimintaan liittyvät määräykset maanalaisessa louhinnassa

4.2.1 Paloturvallisuus

Paloturvallisuus tulee aina selvittää riskinarvioinnin perusteella tehtävässä turvallisuussuunnitelmassa. Rakennustyön turvallisuudesta säädetyssä valtioneuvoston asetuksessa (205/2009) säädetään, että rakennustyömaa ja rakennustyö tulee järjestää siten, että tulipalon vaara ehkäistään ennakolta. Tällöin palovaaran torjunnan suunnittelu on osa turvallisuus- ja työmaa-alueen käytön suunnittelua [19, s. 66].

Asetuksessa säädetään lisäksi, että rakennustyömaalla on oltava asianmukaiset palonsammutus- ja palohälytysvälineet sekä turvallisuuskilvet. Tarvittaessa on myös selvitettävä, onko rakennustyömaalle tarvetta hankkia erilliset palonhavaitsemislaitteet (automaattinen paloilmoitinjärjestelmä tms.).

Alkusammutus käsittää erilaiset sammutteet, palopostit, käsisammuttimet, sankoruiskut ja muut alkusammutusvälineet.

Palovaarallisen ja herkästi syttyvän aineen tuominen maanalaisiin tiloihin on rajoitettava vain välttämättömään tarpeeseen. Työmaiden olosuhteet voivat vaihdella paljonkin palavien materiaalien ja syttymisherkkyyden osalta. [19, s. 66] Esimerkiksi betonivaluissa käytettävät puiset muottimateriaalit tulisi varastoida muualle kuin maan alle.

Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatöiden turvallisuudesta (644/2011) säätää, että työntekijöille on annettava tarpeelliset ohjeet tulenkäsittelystä, tulipalon vaaraa aiheuttavasta työskentelystä, tulenvaarallisten ja räjähtävien aineiden käsittelemisestä ja säilyttämisestä sekä menettelystä tulipalon sattuessa [19, s. 75].

Ohjeet tulipalon varalta sisältävät ainakin vaarassa olevien ihmisten pelastamisen, alkusammutuksen, hälytyksen, palon rajoittamisen ja palokunnan paikalle opastamisen [19, s. 75]. Tulitöitä tekevät ja tulenarkoja aineita käsittelevät työntekijät on perehdytettävä kyseisten aineiden käsittelyyn. Työntekijän tulee hallita ainakin alkusammutuskaluston käyttö ja tuntea käsiteltävien aineiden käyttöturvallisuustiedotteet sekä työpaikan pelastautumissuunnitelman sisältö ja toteutus [19, s. 75-76].

4.2.2 Poistumis- ja pelastautumisturvallisuus

Työnjohdon ja työntekijöiden välillä on oltava yhteydenpito- ja varoitusjärjestelmä, jolla voidaan varmistaa työntekijöiden sijainti. Yhteydenpito voidaan hoitaa puhelimella ja/tai kulunvalvonnalla. Maanalaisessa louhinnassa tulee lisäksi olla viestintäjärjestelmä, jonka avulla tiedetään kaikkien maanpinnan alla työskentelevien henkilöiden nimet ja heidän todennäköinen sijaintinsa. Reaaliaikaisen henkilömäärätiedon ylläpitämiseksi työmailla voidaan käyttää manuaalista ns. narikkalippujärjestelmää tai sähköisiä kulunvalvontajärjestelmiä. [19, s. 72.] Mahdollisessa vaara- tai onnettomuustilanteessa on tärkeää, että työntekijöiden määrä tiedetään tarkasti. Tämä mahdollistaa pelastustoiminnan johtamisen tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. [11.]

Työntekijöiden varoittaminen tulipalosta tulee järjestää siten, että hälytys havaitaan tehokkaasti kaikkialla työpaikalla. Hätäilmoitus on voitava tehdä viivytyksettä ja luotettavalla tavalla ja tieto tulipalosta tai muusta vaaratilanteesta on voitava nopeasti välittää jokaiselle työntekijälle [19, s. 75]. Hätäilmoitusjärjestelmän toiminnan tulee olla etukäteen suunniteltu ja se tulee perehdyttää työmaan koko henkilöstölle.

Pelastautumisen järjestäminen tulee suunnitella ja toteuttaa ajan tasalla olevan työmaan turvallisuussuunnitelman mukaisesti. Pitkäkestoisissa louhintakohteissa on järjestettävä varapoistumistie turvallisuussuunnitelman mukaisesti ja jos kulkemiseen tarvitaan huomattavaa fyysistä ponnistusta, on toinen kulkuteistä järjestettävä kuljetuslaitteella. Vakiintuneen tulkinnan mukaan pitkäkestoisella louhintakohteella tarkoitetaan yli kuusi kuukautta kestävää kohdetta [19, s. 72].

Pitkäkestoisiin louhintakohteisiin on järjestettävä asianmukaiset palonkestävät suojapaikat ja maanalaisessa suojapaikassa tai muussa maanlaisessa tilassa on oltava riittävästi asianmukaisia paineilmasäiliöitä ja niiden käyttämiseen perehtyneitä henkilöitä. Työkohteesta tulisi olla suojapaikkaan enintään 400 metrin matka. Työnjohto ja työntekijät on perehdytettävä paineilmasäiliöiden oikeaan käyttöön ja työntekijät on lisäksi opastettava pelastustyöhön. [19, s. 72-73.]

Kuva 27 Dräger ERS -turvakontti (kuva Dräger, www.drager.com/fi)

Maanalaisessa tilassa työskentelevällä tulee olla mukanaan henkilökohtainen pelastautumislaite ja pelastautumislaitteen tarve arvioidaan turvallisuussuunnitelmassa [19, s. 73]. Pelastautumislaite voi olla esimerkiksi paineilmahengityslaite, jonka avulla työntekijä voi onnettomuuden tai tulipalon sattuessa siirtyä suojapaikkaan tai maan pinnalle. Pelastautumislaitteen tulisi olla maanalaisessa tilassa työskentelevän työntekijän mukana tai välittömässä läheisyydessä, esimerkiksi ajoneuvossa ja sen toiminta-ajan tulisi olla vähintään 30 minuuttia. Jos pelastautuminen maan alta voidaan luotettavasti ja riittävästi järjestää muilla tavoin, ei henkilökohtaista pelastautumislaitetta välttämättä tarvita. Pelastautumisen toteuttaminen tulee selvittää kohteen turvallisuussuunnitelmassa.

Kuva 28 Dräger Saver PP henkilökohtainen pelastautumislaite (kuva Dräger, www.drager.com/fi)

Pelastautumista ja pelastautumisvälineiden käyttöä on harjoiteltava tarpeellisessa laajuudessa säännöllisin väliajoin ja jos työn arvioidaan kestävän yli kuusi kuukautta, on työmaalla järjestettävä vähintään yksi harjoitus [19, s. 73]. Harjoitus on järjestettävä

tarvittaessa yhteistyössä pelastusviranomaisen kanssa. Maanalaisella työpaikalla säännöllisesti työskenteleville on opastettava ainakin pelastussuunnitelma, sammutuslaitteiden käyttäminen, varakulkuyhteydet, suojapaikat, hälytyksen tekeminen ja hälytyksen jälkeinen toiminta niin tarkoin, että vaaratilanteessa osataan toimia oikein [19, s. 73].

4.2.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto maan alla on järjestettävä siten, että ilma on mahdollisimman puhdasta ja riittävän happipitoista. Hengitysilman happipitoisuuden tulee olla vähintään 18 tilavuusprosenttia. Ilmanvaihdossa on lisäksi otettava huomioon pako- ja räjähdyskaasujen lisäksi kallion laadusta aiheutuvat pölyt ja vaaralliset aineet samoin kuin palon vaara [19, s. 66].

Ilmanvaihdon riittävä tehokkuus voi suljetuissa tiloissa edellyttää koneellista ilmanvaihtoa, jos työtilassa syntyy tai esiintyy ilman epäpuhtauksia. Arvioitaessa ilman laatua sekä ilmanvaihdon ja ilmastoinnin riittävyyttä tulee huomioida myös tilassa oleskelevien henkilöiden ajoneuvojen, koneiden tai muiden happea kuluttavien toimintojen merkitys.

Räjähtävän ilmaseoksen muodostuminen, paikallistuminen ja kasautuminen on arvioitava ja estettävä. Arviointia on tarkistettava säännöllisesti ja aina, kun turvallisuuteen vaikuttavia muutoksia ilmenee [19, s. 71]. Räjähdyksenomaisesti syttyviä kaasuja syntyy esimerkiksi palavien nesteiden ja kaasujen vuodoissa ja orgaanisten liuotteiden sekä bitumipohjaisten liuosten haihtuessa. Myös pölyräjähdysten riski tulee huomioida ja ne tulee ennaltaehkäistä.

Ilmanvaihdosta on tarvittaessa laadittava riittävät yksityiskohdat sisältävä ilmanvaihtosuunnitelma, joka on pidettävä ajan tasalla ja saatavilla kaikilla työpisteillä [19, s. 67].

4.2.4 Räjähteet

Maanalainen louhinta sisältää lähes poikkeuksetta räjäytystöitä. Räjähteiden käytöstä, valmistamisesta ja varastoinnista on määräyksiä useissa eri laeissa ja asetuksissa. Maanalaisessa louhinnassa työmaalla olevat räjähteet muodostavat pelastustoiminnalle tulipalotilanteessa huomattavan riskin. Suurimman riskin muodostavat maan alla varastoituna olevat räjähteet sekä mahdollisessa sortumaonnettomuudessa räjäytyskenttään jääneet räjähtämättömät räjähteet.

Räjähteiden kuljetuksesta, käyttämisestä ja säilyttämisestä on säädöksiä kemikaaliturvallisuuslaissa (390/2005), valtioneuvoston asetuksessa räjähteiden valmistuksen, käsittelyn ja varastoinnin turvallisuudesta (1101/2015), valtioneuvoston asetuksessa räjähteiden valmistuksen ja varastoinnin valvonnasta (819/2016) sekä panostajalaissa (423/2016) ja -asetuksessa (458/2016). Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta (644/2011) määrää lisäksi räjäytystyössä käytettävistä turvallisuuteen liittyvistä menetelmistä ja toimienpiteistä.

Panostajan on tehtävä jokaisesta räjäytyskentästä kirjallinen räjäytyssuunnitelma, joka sisältää tiedot porauksesta, räjähteestä ja sen määrästä, panostamisesta, sytytyksestä ja sytytysjärjestyksestä, peittämisestä, räjäytysajankohdasta vaarallisesta alueesta ja varmistustoimenpiteistä sekä muista räjäyttämisen turvallisuuteen vaikuttavista toimenpiteistä [19, s. 40].

Räjäytystyötä johtaa ja valvoo työnantajan nimeämä räjäytystyön johtaja. Räjäytystyön johtaja hyväksyy räjäytyssuunnitelman eikä räjäytystyötä saa aloittaa ilman hänen hyväksyntäänsä [19, s. 45].

Räjähteet tulee olla asianmukaisesti sijoitettu, merkitty ja vartioitu. Työpaikalla, varastosuojan ulkopuolella saa olla vain räjäytyssuunnitelman mukaista päivän tarvetta vastaava määrä räjähteitä [19, s. 52]. Panostuspaikalla saa olla vain räjäytyssuunnitelman mukainen määrä välittömästi panostettava määrä räjähteitä. Panostuspaikalla saa olla kuitenkin enintään 25 kg räjähdysainetta, jos välittömään panostukseen suunniteltu määrä jää tätä pienemmäksi. Päivän tarpeen säilyttämispaikaksi soveltuu esimerkiksi varastokontti.

Räjähteet tulee työn keskeyttämisen, esimerkiksi yön, ajaksi siirtää varastosuojaan. Panostajalla on kuitenkin oikeus säilyttää työpaikalla enintään 60 kg räjähteitä [19, s. 52]. Varastosuojan tulee sijaita vähintään 10 metrin päässä yleisestä tiestä, asutusta rakennuksesta tai työmaan toimisto- ja taukotiloista. Suojan läheisyydessä ei saa olla syttyviä materiaaleja. Varastosuojassa ei saa säilyttää muita tarvikkeita tai materiaaleja ja se tulee merkitä asianmukaisin vaaramerkinnöin sekä tiedolla säilytyksestä vastaavasta henkilöstä [19, s. 55].

Räjähteitä voidaan varastoida myös maan alle, mutta tällöin varaston sijoituspaikka on perusteltava. Maanalainen räjähdevarasto on sijoitettava mahdollisimman etäälle

työpisteistä ja siten, ettei alueella suoritettava räjäytys vahingoita varastoa. Mahdollisen tulipalon leviäminen varastossa oleviin räjähteisiin on estettävä. Varaston läheisyydessä ei saa olla syttymislähteitä eikä paloa levittäviä materiaaleja. Räjähteet tulee maan alla varastoida erillisissä merkityissä umpiperäluolissa, joiden keskinäisen etäisyyden tulee olla vähintään 30 metriä eikä varastoja saa sijoittaa 100 metriä lähemmäksi luolan suuaukkoa [19, s. 54].

Työmaalle tuoduista, käytetyistä ja luovutetuista räjähteistä on pidettävä kirjaa. Kirjanpitoa valvoo turvallisuus- ja kemikaalivirasto (TUKES).

Räjäyttämisen jälkeen räjäytystyön johtajan on selvitettävä ja ilmoitettava, milloin vaaralliselle alueelle voi mennä. Alueelle ei saa mennä ennen kuin kaikki räjähteet ovat varmasti räjähtäneet tai kun räjähdyshetkestä on kulunut vähintään viisi minuuttia.

Räjähtämättömät räjähteet on poistettava välittömästi räjäytyspaikalta ja jos se ei ole mahdollista on niiden arvioidusta vaarasta ja torjuntatoimista ilmoitettava työntekijöille ja muilla mahdollisesti vaarassa oleville [19, s. 61].

Maanalaiset tilat on tuuletettava räjähdyskaasuista räjäytyksen jälkeen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä kulkuteiden, kuilujen, nousujen ja perien tuulettamiseen [19, s. 63].

Kuva 29 CLP asetuksen mukainen räjähdemerkintä (vasen) sekä kuljetuksissa käytettävä räjähteen vaaralipuke

4.2.5 Järjestelypiirustukset

Järjestelypiirustuksilla tarkoitetaan työpaikan alueen käyttösuunnitelmaa. Rakennusalalla tätä kutsutaan yleisesti aluesuunnitelmaksi. Aluesuunnitelmaan tulee merkitä selvästi ajantasaiset merkinnät työkohteista, kulkureiteistä, poistumisteistä, suojapaikoista ja muista työn turvallisuuteen vaikuttavista muista alueista. Aluesuunnitelmaan tulee merkitä esimerkiksi kaasupullojen ja räjähdevarastojen sijainti. Aluesuunnitelma tulee sijoittaa työmaalle näkyvälle paikalle siten, että se on kaikkien osapuolten helposti luettavissa. Hyviä sijoituspaikkoja ovat esimerkiksi työmaan henkilöstötilat sekä ajoportti. [19, s. 74].

Aluesuunnitelmalla on suuri merkitys myös pelastustyön toiminnalle. Pelastuslaitos voi hyödyntää myös työmaan aluesuunnitelmaa, mutta ainakin suuremmissa kohteissa tulee käytössä olla myös ns. pelastuslaitoskartta. Tässä kartassa ilmoitetaan erityisesti pelastustoiminnan kannalta tärkeitä asioita, esimerkiksi sammutusvesiputkiston sijainti, ulosottoliittimien paikat ja syöttöliittimien paikat.

5 Johtopäätökset

Helsingissä alueella on tällä hetkellä eri käyttötarkoituksissa yli 400 kallioon rakennettua tilaa [20, s. 4]. Uuden maanalaisen yleiskaavan valmistelu on aloitettu vuonna 2017 ja kaavaehdotus on tulossa kaupunkiympäristölautakunnan päätettäväksi näillä näkyvin

vuoden 2020 lopussa. Lopullisen päätöksen uudesta kaavasta tekee kaupunginvaltuusto. [21.]

Kaupungin kasvaessa ja kaupunkirakenteen tiivistyessä uuden rakentamisen myötä, syntyy tarve sijoittaa maan alle sinne parhaiten soveltuvia tiloja [20, s. 4]. Esimerkiksi infrastruktuurin (lämpökeskukset, sähköasemat, jäteveden puhdistamot) ja pysäköinnin sijoittaminen maanalaisiin tiloihin mahdollistaa osaltaan kaupunkirakenteen tiivistymisen ja huoltovarmuuden [20, s. 6]. Maanalainen rakentaminen tulee lähivuosina ja lähivuosikymmeninä jatkumaan Helsingissä todennäköisesti varsin vilkkaana.

Maanalaiset louhintatyömaat ovat Helsingin pelastuslaitoksen operatiivisen toiminnan kannalta vaativia toimintakohteita. Laajat tilat, pitkät savusukellusmatkat, savunpoiston vaikeudet ja työmaiden suuret työntekijämäärät aiheuttavat onnettomuus- ja varsinkin tulipalotilanteessa pelastuslaitokselle helposti suuria haasteita.

Pelastustoimet sitovat nopeasti paljon operatiivista henkilökuntaa pitkäksi ajaksi. Maanalaisilta työmailta on usein monia liityntöjä ympäröiviin tiloihin ja rakennuksiin varsinkin kantakaupungin alueella. Tulipaloissa syntyvä savu aiheuttaa ongelmia todennäköisesti laajalla alueella, jos palo-osastointi ja savutuuletus on hoidettu huonosti.

Urakoitsijoiden oma riskienhallinta ja riittävät onnettomuuksien ennaltaehkäisytoimet ovat avainasemassa maanalaisten työmaiden paloturvallisuuden kannalta. Valtioneuvoston asetuksen räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta (644/2011) huolellinen noudattaminen antaa hyvän pohjan työmaan paloturvallisuuden takaamiseksi. Turvallisuutta kannattaa ajatella myös muunkin kuin pelkästään työturvallisuussäädösten näkökulmasta. Työmailla tapahtuneet onnettomuudet ylittävät helposti uutiskynnyksen ja urakoitsijoiden kannattaa miettiä myös onnettomuuden aiheuttamia maine- ja taloudellisia riskejä.

Maanalaisen louhintatyömaan työntekijöiden tulisi tiedostaa pelastustyön haasteellisuus maan alla ja tämä tulisi huomioida mahdollisissa turvallisuuskoulutuksissa ja – perehdytyksissä. Omatoiminen pelastautuminen ja pelastuslaitoksen suorittamat pelastustoimet vievät maan alla aina enemmän aikaa kuin maan päällä. Työntekijöiden omat turvalliset työskentelytavat vähentävät onnettomuusriskejä ja toimimalla oikein onnettomuustilanteissa helpotetaan pelastuslaitoksen työtä ja mahdollistetaan työmaan nopeampi palaaminen normaalitilaan onnettomuuden jälkeen.

Kaikki maanalaiset louhintakohteet ovat erilaisia, vaikka ne toteutetaan pääosin samoilla työmenetelmillä. Työnaikaisista paloturvallisuusjärjestelyistä tulee sopia aina pelastusviranomaisen kanssa ennen töiden aloittamista. Näin voidaan varmistaa mahdollisimman hyvä turvallisuustaso kullekin työmaalle sopivin turvallisuusratkaisuin. Pelastusviranomaisen tehtävänä on valvoa paloturvallisuutta ja ennalta annettava neuvonta ja opastus auttavat tämän tehtävän suorittamisessa.

Uuden ohjeistuksen myötä Helsingin pelastuslaitoksen ja urakoitsijoiden on helpompi suunnitella työnaikaiset turvallisuusjärjestelyt siten, että työmaa on työntekijöille mahdollisimman turvallinen ja että pelastuslaitoksella on onnettomuustilanteissa hyvät edellytykset hoitaa pelastustehtävät menestyksekkäästi.

Lähteet

1 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 26.3.2009/205.

2 Vuolio, Raimo. 2012. Räjäytystyöt, Suomen Rakennusmedia Oy

3 Hakapää, Antero., Lappalainen, Pekka., Paalumäki, Tauno. Kaivos- ja louhintatekniikka. 2015. Opetushallitus.

4 Kemiitti 810 tuotetiedot. 2012. Verkkojulkaisu. https://www.forcit.fi/fi/explosives-2/tuotteet/show/12/kemiitti-810-emulsioraejaehdysaine. Oy Forcit Ab. Luettu 8.10.2019.

5 Exel LP tuotetiedot. 2019. Verkkojulkaisu. http://www.oricaminingservices.com/fi/fi/product/products_and_services/initiating_systems/page_initiating_systems/exel_lp/1235. Orica Finland Oy. Luettu 9.10.2019.

6 Maanalaisten tilojen yleinen turvallisuusselvitys. 2018. Helsingin kaupunki. Kaupunkiympäristön toimiala.

7 NC-Bolt M20 tuotetiedot. 2019. Verkkojulkaisu. https://www.pretec.fi/index.php?option=com_attachments&task=download&id=86. Pretec Finland Oy. Luettu 10.10.2019.

8 Pelastuslaki. 29.4.2011/379

9 Toimintasääntö. 1.2.2019. Helsingin kaupungin pelastuslaitos.

10 Operatiivisten yksiköiden miehitys ja hälytysvalmius. 2.6.2016. Ohje 23/2016. Helsingin kaupungin pelastuslaitos.

11 Pitkänen, Jani. 2019. Pelastuskomentaja vs. Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Haastattelu 22.10.2019.

12 Honkanen, Matti., Neuvonen, Tapio. 2012. Johtamisprosessi. Luentomoniste. Pelastusopisto.

13 Hyttinen, Veli., Tolonen, Pertti., Väisänen, Timo. 2007. Palofysiikka. Suomen pelastusalan keskusjärjestö.

14 Pelastussukellusohje. 2007. Sisäasiainministeriö.

15 Vaativat savusukellustehtävät. 9.11.2005. Toimialaohje 21/2005. Helsingin kaupungin pelastuslaitos.

16 Matikainen, Vesa-Matti. 2007. Yhteiskäyttötunneleiden riskinarvio. Helsingin kaupunki, kiinteistövirasto.

17 Viestiohje 28/16. 2016. Ohje. Helsingin kaupungin pelastuslaitos.

18 HIKLU pelastustoimen viestiohje. 11.3.2019. Ohje. Helsingin kaupungin pelastuslaitos.

19 Hietavirta, Jukka., Niskanen, Toivo. Räjäytys ja louhintatöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2018. Rakennustieto Oy.

20 Maanalainen yleiskaava. Maanalaisen yleiskaavan muutoksen suunnitteluperiaatteet. 2017. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto.

21 Maanalainen yleiskaava. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto. https://www.hel.fi/Helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/ajankohtaiset-suunnitelmat/maanalainen-yleiskaava. Luettu 24.10.2019.

OHJE TUNNELIRAKENNUSTYÖMAAN PALOTURVALLISUUDESTA

SISÄLLYSLUETTELO

1. Määritelmät 3
2. Säädösperusta 5
3. Turvallisuuskulttuuri 5
4. Rakenteellinen keskeneräisyys 6
5. Hätäilmoituksen tekeminen 6
6. Rakennusten turvallisuustaulut + palokunnan opastus 6
7. Aluesuunnitelma 7
8. Palokunnan opastaminen 8
9. Kaasupullojen säilytys 9
10. Tulityökäytännöt 9
11. Paloturvallisuusvastaava 9
12. Kulunvalvonta 9
13. Syttymisen estäminen 10
14. Palon ja savun leviämisen estäminen 11
15. Poistumisturvallisuus 11
16. Ajoväylät ja osoitteisto 12
17. Sammutusveden saatavuus maan alla 13
18. Alueen lisäsammutusveden saanti 13
19. Savunpoisto 14
20. Työmaan kaluston hyödyntäminen 14
21. Virve- ja gsm-verkko 14
22. Automaattinen paloilmoitin 15
23. Automaattinen sammutuslaitteisto 15
24. Kemikaalit 15
25. Liite 1: Työmaan paloturvallisuuden tarkistuslista 17

Tässä ohjeessa määritellään tärkeimmät palotekniset minimivaatimukset ja tärkeimmät suositukset maanalaisille louhintatyömaille Helsingissä. Tämä ohje tulee voimaan välittömästi.

1 MÄÄRITELMÄT

Alkusammutuskalusto Palonalkujen sammuttamiseen tarkoitettu välineistö, joka on kenen tahansa käytettävissä.

Automaattinen paloilmoitin

Laitteisto, joka havaitsee ja automaattisesti ja välittömästi ilmoittaa alkavasta palosta hätäkeskukseen.

Automaattinen sammutuslaitteisto

Laitteisto, joka on suunniteltu havaitsemaan tulipalo ja sammuttamaan tulipalo alkuvaiheessaan tai pitämään palo hallinnassa, kunnes sammutus saadaan suoritettua.

Kulkureitti Lattiapinnan kustakin kohdasta uloskäytävään johtava helppokulkuinen reitti.

Kuivalaskujohto Työmaalle asennettu sammutusveden siirtämiseen tarkoitettu vesiputki, jonka palokunta täyttää vedellä tulipalon sattuessa.

Märkälaskujohto Rakenteeltaan kuten kuivalaskujohto, mutta vedensaannin osalta tukeutuu kaupungin vesijohtoverkostoon tai muuhun valmiiksi paineelliseen vesijohtoon.

Palokuorma Kaikki palotilassa oleva palava materiaali, ja siitä vapautuvan lämpöenergian määrä materiaalin palaessa täydellisesti.

Paloliitin B Palokunnan syöttöjohdoissa käytettävä standardoitu 3”:n (76 mm) liitinmalli.

Paloliitin C Palokunnan työjohdoissa käytettävä standardoitu 1,5”:n (51 mm) liitinmalli.

Palo-osasto	Rakennuksen sisäpuolinen tila, josta palon leviäminen on määrätyn ajan estetty osastoivin rakennusosin tai muulla tehokkaalla tavalla.
Pelastustie	Ajotie tai muu ajoyhteys, jota käyttäen hälytysajoneuvot pääsevät palon sattuessa tai muussa hätätilanteessa riittävän lähelle rakennusta ja sammutusveden ottopaikkoja
Paloposti	Katualueella tai katualueen ulkopuolella sijaitseva maanalainen vesijohtoverkon osa, joka on tarkoitettu sammutusveden ottamiseen, josta veden saamiseksi tarvitaan pystyputki (palopostikalusto). Tuotto <1200 l/min
Maanpäällinen paloposti	Jäätymiseltä suojattu vesijohtoverkoston runkolinjaan liitetty nousuputki ja maanpäällinen liitin, jonka käyttämiseksi ei tarvita palopostikalustoa. Tuotto < 1200 l/min
Palovesiasema	Yhdellä tai useilla nousuputkilla ja liittimillä varustettu, suurelle vesimäärälle mitoitettu paloposti, joka on tarkoitettu palokunnan käyttöön. Tuotto >1200 l/min.
Rakennuspaloposti	Rakennukseen asennettu, jäätymiseltä suojattu palokunnan käyttötarkoitukseen (ei alkusammutustarkoitukseen) suunniteltu paloposti.

2 SÄÄDÖSPERUSTA

Pelastuslaki 379/2011, Työturvallisuuslaki: 738/2002, Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, Ympäristöopas 39, sfs 4317: palokalusto. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta; 205/2009; Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011. Säädöspohjaa sovelletaan maanalaisen rakentamisen paloturvallisuussuunnittelussa täydennettynä tällä ohjeella.

3 TURVALLISUUSKULTTUURI

Yhtenäisen ja yleisen hyvän turvallisuuskulttuurin luominen rakennustyömailla on usein vaikeaa, koska varsinkin suurissa kohteissa työmailla toimii samanaikaisesti monia yrityksiä ja usean eri työnantajan työntekijöitä. Työmailla on usein työntekijöitä monesta eri maasta ja myös tämä seikka saattaa vaikeuttaa yhtenäisten käytäntöjen luomista. Jatkuvasti muuttuvat olosuhteet ja osapuolten suuri määrä vaikeuttavat kokonaiskuvan havainnointia. Työmaalle aiemmin luotu yhtenäinen käsitys turvallisuusasioista ei välttämättä myöhemmissä työvaiheissa ole uusille aliurakoitsijoille selvää.

Työmaan päätoteuttajan velvollisuutena on huolehtia siitä, että kaikki työmaalla työskentelevät työntekijät on perehdytetty. Perehdytystilaisuus on hyvä hetki yhtenäisten turvallisuuskäytäntöjen ja turvallisuuskulttuurin luomiseksi sekä ylläpitämiseksi.

Tulipalot ja muut onnettomuudet tulee aina pyrkiä ehkäisemään ennalta. Työturvallisuuslainsäädännön tinkimätön noudattaminen ja urakoitsijan oma turvallisuussuunnittelu luovat perustan työmaan hyvälle turvallisuustasolle. Suurin osa tulipaloista ja onnettomuuksista on oikealla toiminnalla ennaltaehkäistävissä ja henkilöstön oikeanlainen turvallisuusosaaminen pienentää vahinkoja onnettomuustilanteissa. Kaikkia rakenteellisia paloturvallisuusratkaisuja (esimerkiksi palo-osastointia) ei työmaalla pystytä toteuttamaan, joten työntekijöiden oma turvallisuusajattelu ja -osaaminen on avainasemassa tulipalojen ja onnettomuuksien ehkäisyssä.

4 RAKENTEELLINEN KESKENERÄISYYS

Kohteen ollessa vielä työmaavaiheessa, lopulliset, loppukäyttöä palvelevat rakenteelliset sekä laitteistoilla aikaansaadut turvallisuusjärjestelyt eivät ole vielä turvaamassa rakentajien työskentelyä. Maanalaisissa tiloissa saattaa urakan loppuvaiheessa olla huomattava määrä eri työvaiheita meneillään ja suuri määrä työntekijöitä työskentelemässä. Tiloissa olevan palokuorman määrä saattaa olla jo niin suuri, että syttynyt tulipalo voi olla hallitsematon tapahtuma niin urakoitsijalle kuin pelastushenkilöstölle. Maanalaisissa tiloissa ennen käyttöönottoa tapahtuvat tulipalot saattavat muodostaa suuren taloudellisen menetyksen useille eri tahoille.

5 HÄTÄILMOITUKSEN TEKEMINEN

a) Ilmoita sijainti (miltä työmaalta soitetaan, tarkka osoite), paikallistaminen, palokunnan lähestymisreitti. Yleinen hätänumero **112**.
b) Kerro tapahtumatiedot (mitä on tapahtunut, onko ihmisiä vaarassa, jo tehdyt toimenpiteet esimerkiksi alkusammutus ym.)
c) Opasta pelastuslaitos kohteeseen
d) Ilmoita lisätiedot hätäkeskukseen tilanteen muuttuessa
e) Kerro montako ihmistä on työskentelemässä maan alla

6 TYÖMAAN TURVALLISUUSTAULUT

Työmaalle on näkyvään (maan alle johtavien reittien yläpäähän + sosiaalitiloihin + työmaatoimistoon) paikkaan asennettava reaaliaikaista työmaan tilannetta kuvaava riittävän kokoinen turvallisuustaulu, johon on merkitty seuraavia tietoja:

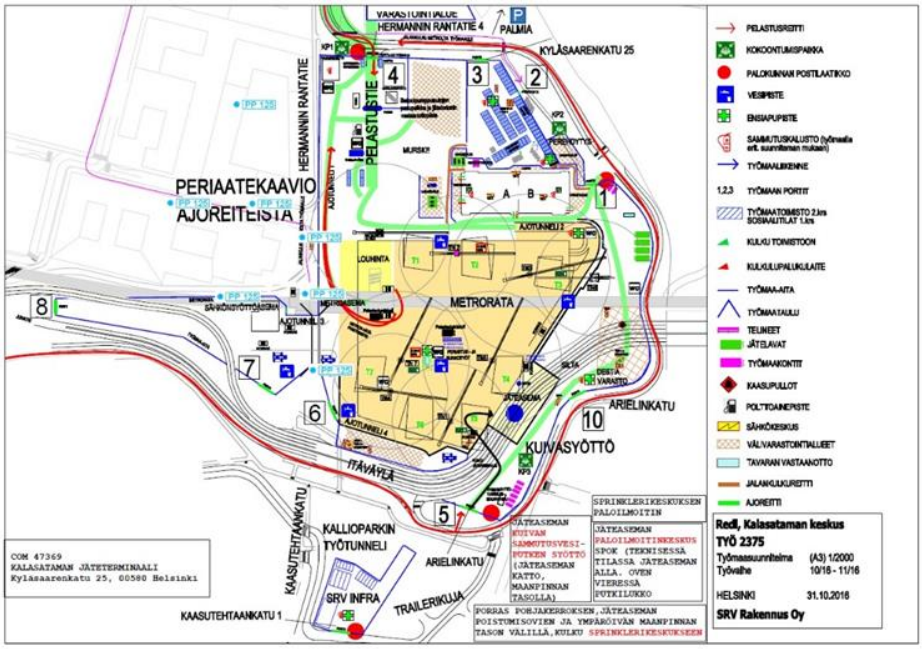
a) Louhintaperien ajantasainen sijainti
b) Pystykuilujen ajantasainen sijainti
c) Muiden mahdollisten maanalaisten rakenteiden sijainti (rakennetut tekniset tilat, liitynnät viereisiin tiloihin ja kiinteistöihin ym.)
d) Alkusammutuskaluston sijainti maan alla ja muualla työmaa-alueella
e) Sammutusveden ulosottoliitimet maan alla
f) Sammutusvesijärjestelmän syöttöliitimet
g) Mahdollisten savuovien sijainnit

h) Ensiapupisteiden sijainnit
i) Työnjohdon ja turvallisuushenkilöstön yhteystiedot
j) Ohjeet työntekijöille hätäilmoituksen tekemiseksi. Hätäilmoituksen tekeminen on käytävä myös perehdytyksessä läpi
k) Hyökkäysreitit palokunnalle
l) Leikkauspiirustus, jossa ilmenee rakennetut kerrokset, palo-osastoidut vyöhykkeet kerroksittain

7 ALUESUUNNITELMA

Suuren työmaan tärkeimmän/ tärkeimpien sisäänajoporttien läheisyyteen tulee asettaa alueopastetaulu, josta näkyy:

a) Urakoitsijan yhteystiedot
b) Pelastusreitit ja pelastustiet
c) Hyökkäysreitit palokunnalle
d) Kemikaalien ja räjähdysaineiden varastointipaikat
e) Kokoontumispaikka
f) Sammutusvesipisteet ja lähimmät katupalopostit
g) Kaksi ympäröivää katua nimettynä opasteessa (+pääsisääntuloväylät)
h) Työmaaportin aukaisutavat



Kuva: Esimerkki Redin työmaan aluesuunnitelmasta (laatija SRV Rakennus Oy)

8 PALOKUNNAN OPASTUS

a) Työmaan kaikille ajoporteille on maanalaisissa työmaissa sijoitettava pelastuslaitokselle postilaatikot (laatikon väri punainen), joista löytyy tarkennetut laminoidut pelastuslaitoskartat palokunnan käyttöön. Jokaisessa postilaatikossa on oltava 5 kpl laminoituja karttoja. Pelastuslaitoskartan sisältö tulee aina hyväksyttää pelastuslaitoksella. Päivitystarve määritellään yhteistyössä pelastuslaitoksen kanssa.

b) Pelastuslaitoskartan sähköinen versio tulee toimittaa myös pelastuslaitoksen tilannekeskukseen. Pelastuslaitoskartan merkittävät päivitykset tulee myös toimittaa tilannekeskukseen (sähköpostitse osoitteeseen: tilannekeskus@hel.fi)

c) Sähköpostin aiheeksi nimetään kyseisen työmaan nimi esim.: Pelastuslaitoskartta 20.10.2019 ”Töölön pysäköintilaitos”.

9 KAASUPULLOJEN SÄILYTYS

Kaasupullojen säilytys maan alla on lähtökohtaisesti kiellettyä. Maan alla voi kuitenkin säilyttää päivän töihin tarvittavan määrän kaasuja. Töiden päätyttyä, on kaasupullot tuotava maan pinnalle ja ne on varastoitava erillisessä varastotilassa, joka on merkitty asianmukaisesti.

10 TULITYÖKÄYTÄNNÖT

Tulityölupien myöntäjän tulee olla tietoinen tulitöiden eri suorituspaikoista. Tieto tulisi viedä päivittäin työmaan turvallisuustauluun, josta pelastuslaitos pystyy tarvittaessa paikallistamaan nopeasti esim. hitsauskaasupullojen sijainnin. Tulitöiden tekemisessä tulee noudattaa voimassa olevia vakuutusyhtiöiden suojeluohjeita.

11 TURVALLISUUSVASTAAVAT

Louhintatyömaan aloitusvaiheessa tulee rakennustyömaan organisaatiosta nimetä riittävät oikeudet omaava vastuuhenkilö, joka säännöllisesti kirjaa pelastusviranomaisen tai palokonsultin kanssa sovitut paloturvallisuuteen liittyvät havainnot. Turvallisuushavainnointi on luontevaa suorittaa työmaan TR-mittausten yhteydessä samalla kierroksella. Liitteessä 1 on esimerkki turvallisuuskierroksella tarkastettavista asioista

12 TYÖMAAN KULUNVALVONTA

Rakennustyömaan työnjohdolla tulee olla reaaliaikainen tieto maan alla työskentelevien henkilöiden lukumäärästä. Kulunvalvonta voidaan järjestää työmaalle käyttökelpoisimmalla järjestelmällä. Käytössä voi olla sähköinen tai manuaalinen järjestelmä. Kulunvalvontajärjestelmien keräämät työntekijätiedot tulee olla helposti saatavilla ja niiden tulee olla jatkuvasti ajantasaiset.

Työntekijän kypärässä voi olla sähköinen tunniste (tägi), jonka lukija lukee automaattisesti, kun työntekijä menee työalueelle ja poistuu sieltä. Toinen esimerkki sähköisestä järjestelmästä on puhelinsovellus, joka kirjaa työmaakäynnit, kun työntekijä soittaa sovellukseen liitettyyn

puhelinnumeroon. Manuaalinen järjestelmä voi olla ns. narikkalippujärjestelmä, jossa työntekijä ripustaa oman lappunsa kulunvalvontatauluun ja ottaa sen pois taulusta, kun työpäivä päättyy.

Rakennuksesta jo evakuoitujen määrä lasketaan kokoontumispaikalla, joka on jo etukäteen määritelty. Yksityiskohtaisista järjestelyistä on neuvoteltava tarvittaessa pelastusviranomaisen kanssa.

13 SYTTYMISEN ESTÄMINEN

a) Rakennustyömaa ja rakennustyö tulee järjestää siten, että tulipalon vaara ennaltaehkäistään.
b) Jätteet ja muut työn kannalta tarpeettomat rakennustarvikkeet ja aineet, jotka voivat syttyä, on poistettava. Jätteet tulisi kerätä maan alla yhteen sovittuun jätepisteeseen, josta ne kuljetetaan säännöllisesti jatkokäsittelyyn.
c) Alkusammutuskalustona on oltava käsisammuttimet (teholuokaltaan vähintään 27A144BC sammutin/alkava 300m²). Etäisyyden lähimmälle sammuttimelle oltava alle 30 metriä. Käsisammuttimet kiinnitetään seinään tai erillisiin telineisiin. Lisäksi kaikissa työkoneissa ja ajoneuvoissa on oltava asianmukaiset käsisammuttimet. Paikkoihin, joissa on paljon palokuormaa (työkoneiden maanalaiset pysäköintipaikat, jätepisteet ym.), tulisi sijoittaa useampi sammutin. Riippuen palokuormasta, sopiva määrä näille alueille on 2-4 kpl 12 kg (teholuokka 55A233BC) käsisammuttimia.
d) Tuhopolttojen estäminen (asiattoman kulun estäminen työmaalle).
e) Maan alla olevan palokuorman määrä tulee pitää niin pienenä kuin mahdollista.
f) Työmaaparakkien välittömässä läheisyydessä ei saa säilyttää syttyviä materiaaleja.
g) Rakennustarvikkeita tai muuta ylimääräistä tavaraa ei saa sijoittaa poistumisreiteille.
h) Maan alla käytössä olevat ajoneuvot dieselkäyttöisiä (Dieselin syttymisherkkyys huonompi kuin bensiinillä).

14 PALON JA SAVUN LEVIÄMISEN ESTÄMINEN

Osastointi

a) Maanalaisen louhintatyömaan työnaikaisen palo-osastoinnin tarve ja toteutustapa on suunniteltava yhdessä pelastusviranomaisen kanssa ennen töiden aloittamista.
b) Palo-osastoinnin toteuttamisessa tulee pyrkiä siihen, ettei koko työmaa olisi samaa palo-osastoa. Esimerkiksi tunnelin viereiset tilat tulisi erottaa omiksi osastoikseen.
c) Savun leviämisen estämiseksi voidaan käyttää helposti avattavia ja suljettavia savuovia, joita sijoitetaan pelastusviranomaisen kanssa sovittuihin paikkoihin. Savuovien ei välttämättä tarvitse olla osastoivia rakenteita.
d) Työmaan viereisiin, käytössä oleviin maanalaisiin ja muihin tiloihin liittyvät aukot ja kulkureitit on suljettava vähintään EI60 luokituksen täyttävillä osastoivilla rakenteilla. Palo-osastoinnin toteutustapa tulee esittää suunnitelmissa.
e) Poistumisteinä käytettävät reitit (esimerkiksi pystykuilut) tulee pyrkiä erottamaan omiksi palo-osastoikseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

15 POISTUMISTURVALLISUUS

Vaaratilanteissa työntekijöiden on voitava poistua nopeasti ja mahdollisimman turvallisesti kaikista työpisteistä. Poistumis- ja pelastautumisreitit on pidettävä esteettöminä ja niiden on johdettava turvalliselle alueelle mahdollisimman suoraan. Uloskäytävien ja kulkureittien ovien tulee olla hätätilanteessa helposti avattavia. Hätätilanteissa käytettävät uloskäytävät ja kulkureitit on osoitettava asianmukaisin merkinnöin. Hätäpoistumiseen soveltuvat rakennusosat (pystykuilut, liittymät muihin tiloihin) tulisi pyrkiä saamaan poistumisreiteiksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Esimerkiksi kuiluihin voi rakentaa väliaikaisia poistumisteitä rakennustelineistä.

a) Kaikki poistumistiet tulee varustaa asetusten mukaisilla, jälkiheijastavilla tai valaistuilla poistumistiemerkinnöillä. Merkintöjen tulee olla kooltaan riittävän suuria.
b) Poistumistiemerkintöjä tulee olla maan alla riittävän tiheästi, jotta reitti ulos tai muulle turvalliselle paikalle löytyy tarpeeksi helposti.
c) Poistumisteiden tulee olla riittävästi valaistuja. Jos kiinteitä valaisimia ei pystytä ilman kohtuutonta vaivaa asentamaan, voidaan valaistuksena käyttää esimerkiksi akkuvarmennettuja käsivalaisimia, jotka on sijoitettu poistumisreitille riittävän lyhyin välimatkoin (50 m).
d) Reitit poistumisteille ja uloskäytäville tulee säilyttää jatkuvasti selkeinä ja helppokulkuisina. Poistumisteiden esteettömyys tulee varmistaa säännöllisesti. Muutokset poistumisteissä tulee päivittää viipymättä turvallisuustauluun, aluesuunnitelmaan ja pelastuslaitoskarttoihin.
e) Kaikkia työmaalla työskenteleviä on pystyttävä varoittamaan mahdollisesta tulipalosta tai muusta vaaratilanteesta. Työmaan sisäisen hälytysjärjestelmän toiminta on tarvittaessa esitettävä pelastus- ja työsuojeluviranomaiselle.
f) Pitkäkestoisissa ja laajoissa kohteissa tulee harkita pelastautumistilojen sekä henkilökohtaisten pelastautumislaitteiden käyttöä. Jos poistumismatka työpisteeltä ulos on enemmän kuin 300 m, tulee kohteessa olla pelastautumistila tai työntekijöillä olla henkilökohtainen pelastautumislaite. Näiden kohteiden poistumisjärjestelyistä sovitaan yhdessä pelastus- ja työsuojeluviranomaisen kanssa.
g) Poistumis- ja pelastautumiskäytäntöjä tulee pitkäkestoisissa kohteissa harjoitella yhdessä pelastusviranomaisen kanssa. Harjoituksia suositellaan pidettäviksi myös lyhytaikaisissa kohteissa. Harjoitusten järjestelyistä sovitaan pelastusviranomaisen kanssa.

16 AJOVÄYLÄT JA OSOITTEISTO

a) Hälytysajoneuvoille on järjestettävä työmaalla kulkuyhteydet (työmaan pelastustiet) ja ne on pidettävä ajokelpoisina ja esteettöminä. Lisäksi on huolehdittava, että ne on merkitty asianmukaisesti. Kulkuyhteys tulee olla järjestetty jokaiselle sisäänkäynnille. Pelastusteille ei saa varastoida tavaraa eikä niitä saa käyttää pysäköintialueina.

b) Mikäli jo olemassa oleva, muita rakennuksia palveleva pelastustie on suljettava, on sille järjestettävä vaihtoehtoinen reitti, joka on opastettava selvästi.
c) Liikuteltavat työkoneet on siirrettävä käytön jälkeen pois pelastustieltä.
d) Työmaaportin avausjärjestelyistä on neuvoteltava pelastuslaitoksen kanssa.
e) Työmaa-alueiden tulee olla numeroitu/nimetty, jotta kyetään yksilöimään riittävällä tarkkuudella mahdollisen onnettomuuspaikan sijainti. Alueiden nimeämisessä voidaan käyttää ko. alueen lopullista nimeä tai se voidaan nimetä työaikaisesti (esimerkiksi tunneli 1, tunneli 2 jne.).
f) Tunnelissa tulee olla merkinnät, joiden avulla pystytään määrittämään oma sijainti tunnelissa (esimerkiksi paaluluku). Merkintöjen tulee päivittyä työmaan etenemisen mukaan. Merkintöjen tulee olla riittävän suuret ja helposti luettavat.

17 SAMMUTUSVEDEN SAATAVUUS MAAN ALLA

a) Pitkäkestoisissa ja laajoissa (yli 6 kk) maanalaisissa louhintakohteissa tulee palokunnalle pääsääntöisesti järjestää sammutusveden ulosottomahdollisuudet myös maan alle. Työmaan omaan käyttöön tarkoitettua vesilinjaa voidaan hyödyntää myös palokunnan käytössä. Tällöin siihen tulee asentaa ulosottoliitimet palokunnan käyttöön 100 metrin välein. Liittimien tulee olla malliltaan *paloliitin B (3”:n kynsiliitin)*. Palovesilinjan tarve määritellään kuitenkin aina yhdessä pelastusviranomaisen kanssa.
b) Palovesilinja voidaan toteuttaa joko märkä- tai kuivalaskujärjestelmänä. Kuivalaskujärjestelmässä vedensyöttöliitin on merkittävä selvästi. Merkintä on löydyttävä myös työmaan aluesuunnitelmasta ja pelastuslaitoskartoista.
c) Palovesilinjan syöttöliittimen läheisyyteen tulee järjestää lisäveden saantimahdollisuus. Lähimmän palopostin sijainnin tulee olla selvillä ja sen on oltava merkitty pelastuslaitoskarttaan. Järjestelyistä tulee aina neuvotella pelastusviranomaisen kanssa.
d) Maan alla olevien ulosottoliittimien tulee olla malliltaan *paloliitin B (3*”:n kynsiliitin)
e) Ulosottoliittimet tulee sijoittaa sammutusvesilinjaan enintään 100 m:n välein.

f) Palovesilinja tulee suojata jäätymiseltä.

g) Työnaikainen palovesilinja tulee pitää toimintakuntoisena työmaan loppuun saakka, tai kunnes kohteeseen määrätty automaattinen sammutuslaitteisto on toiminnassa.

18 ALUEEN LISÄSAMMUTUSVEDEN SAANTI

Laajoja maanalaisia tiloja varten tulee aina järjestää sammutusvesi palokunnalle. Lähimmän palopostin sijainnin tulee olla työmaan tiedossa. Sammutusveden tuottomäärästä ja sammutusvesi-infran järjestämisestä tulee neuvotella pelastuslaitoksen ja paikallisen vesilaitoksen kanssa.

19 SAVUNPOISTO

Savunpoistossa voidaan tarvittaessa hyödyntää työmaan mahdollista ilmanvaihtojärjestelmää. Räjähdyskaasujen tuulettamiseen käytettäviä puhaltimia voidaan käyttää myös tulipalossa syntyvän savun poistamisessa. Pystykuilujen sijaintien ja muihin tiloihin johtavien liityntöjen tulee olla merkitty työmaan turvallisuustauluun. Savunpoistoratkaisuista tulee työmaan edetessä neuvotella pelastusviranomaisen kanssa.

Pitkissä peränajoissa savun leviämistä tunnelissa tulisi pyrkiä rajoittamaan. Tunnelin jakaminen erilliseksi, mahdollisimman savutiiviiksi osastoiksi mahdollistaa pidempien poistumismatkojen sallimisen. Toteutustapa tulee hyväksyttää pelastusviranomaisella.

20 TYÖMAAN KALUSTON HYÖDYNTÄMINEN

Onnettomuus- ja tulipalotilanteessa pelastuslaitos voi käyttää tarvittaessa pelastustyöhön soveltuvaa työmaan kalustoa. Esimerkkeinä lava-autot, mönkijät, traktorit, kauhakuormaajat ym. kalusto. Pelastuslaitos voi hyödyntää myös työmaan viestivälineistöä, jos se soveltuu pelastustoimintaan (esimerkiksi VHF-radiokalusto). Työmaa on tarvittaessa velvollinen opastamaan pelastuslaitosta kaluston käytössä. Työmaan kaluston käytöstä neuvotellaan aina ensin pelastustyön johtajan ja työmaan työnjohdon kanssa. Korvaukset kaluston käytöstä määritellään pelastuslain mukaisesti.

21 VIRVE- JA GSM-VERKKO

a) Mikäli kohteeseen on edellytetty kattavaa viranomaisverkkoa (Virve), tulee verkon kuuluvuudesta huolehtia jo hyvissä ajoin ennen rakennuksen käyttöönottovaihetta.

b) GSM-verkon kuuluvuudesta tulee huolehtia maanalaisissa tiloissa jo rakennusaikana. Kuuluvuuden varmistamisen järjestelyistä tulee sopia suoraan operaattorin kanssa.

c) Jos GSM ei ole käytössä, tulee hätäilmoituksen tehokas tekeminen olla mahdollista jollain toisella tavalla. Toteutustapa tulee esittää pelastusviranomaiselle.

22 AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN

Mikäli kohteeseen on suunniteltu automaattinen paloilmoitin, tulee paloilmoittimen käyttöönoton vaiheistamisesta neuvotella pelastusviranomaisen kanssa.

23 AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO

Automaattisen sammutuslaitteiston käyttöönoton vaiheistamisesta tulee aina neuvotella pelastusviranomaisen kanssa.

24 KEMIKAALIT

a. Jos työmaalla varastoidaan suuria määriä kemikaaleja, tulee varastointi- ja käyttöjärjestelyistä neuvotella pelastuslaitoksen kanssa.

b. Työmaalla tulee olla luettelo varastoitavista kemikaaleista, sekä niiden käyttöturvallisuustiedotteet.

c. Eri kemikaalien varastointijärjestelyissä tulee noudattaa eri aineille asetettuja varastointivaatimuksia (säilytyspaikan sijoittelu, etäisyydet, valuma-altaat tai kaksivaippasäiliöt, merkinnät, palavat nesteet ja nestekaasu erillään yms.)

d. Vaarallisia kemikaaleja ei tulisi säilyttää maan alla ilta- ja yöaikaan, jolloin rakennustyöt eivät ole käynnissä. Varastointimäärä työmaalla tulisi vastata kunkin työpäivän päiväkohtaista tarvetta.

e. Urakoitsijalla tulee olla reaaliaikainen tieto vaarallisten kemikaalien määrästä ja laadusta niin varsinaisella työmaa-alueella, kuin myös varastointialueella.
f. Räjähdysaineiden käytössä ja varastoinnissa tulee noudattaa lainsäädännön ja ainekohtaisia vaatimuksia.

Jari Korkiamäki

Pelastusjohtaja vs.

LIITTEET

Liite 1: Työmaan paloturvallisuuden tarkistuslista

JAKELU

Aluepäälliköt
Asemamestarit
Operatiivinen päällystö
Paloesimiehet
Palotarkastajat
Turvallisuuskouluttajat
Varapaloesimiehet
Helmi-Intra

LISÄTIEDOT

Mikko Holopainen, paloesimies
puhelin:
sähköposti:

LIITE 1

TYÖMAAN PALOTURVALLISUUDEN TARKISTUSLISTA

TARKASTUKSEN SUORITTAJA _____

Uloskäytäväopasteet ovat puhtaat ja paikollaan		
Uloskäytäväopasteen yhteydessä on toimiva valaisin (riittävä yleisvalo)		
Uloskäytäväreitit ovat vapaat tavarasta		
Uloskäytäväopasteet johtavat osastoituun uloskäytävään tai ulkotilaan		
Alkusammutuskalusto on paikoillaan ja toimintakunnossa		
Sammutuskaluston opasteet ovat paikoillaan ja puhtaat		
Ensiapuvälineet ovat paikoillaan		
Varastointialueet on selkeästi merkitty ja varastointi tapahtuu näillä alueilla		
Vaarallisten kemikaalien varastot on merkitty asianmukaisilla vaaran tunnuksilla		
Vaarallisia kemikaaleja ei säilytetä muualla kuin niille tarkoitetuilla paikoilla		
Tulityöpaikoilla on tarvittava suojeluohjeen mukainen alkusammutuskalusto		
Tulityöluvat ovat kunnossa ja tulityökortit voimassa		
Matkapuhelinverkko kuuluu työmaalla		
Työntekijöillä on käsivalaisimet tai kypärä/otsavalaisimet		
Työmaa-aikainen palo-osastointi on kunnossa ja suunnitelman mukainen		
Turvallisuuskartat ovat paikoillaan ja puhtaat		
Kokoontumispaikat ovat selkeästi merkityt		
Työmaan henkilömääräseuranta kunnossa		

PUUTE-ERITTELY:

HAVAITTU PUUTE JA SIJAINTI	VAADITTAVAT TOIMENPITEET