

Teemu Petjala

TUNNELEIDEN ISÄNNÖINTI KUNNOSSAPITOURAKASSA

Opinnäytetyö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä (tekijät)	Tutkinto	Aika
Teemu Petjala	Rakennusinsinööri	Toukokuu 2016
Opinnäytetyön nimi		
Tunneleiden isännöinti kunnossapitourakassa		76 sivua 6 liitesivua
Toimeksiantaja		
YIT Rakennus Oy		
Ohjaaja		
Lehtori Juha Karvonen, Yliopettaja Tarmo Kontro		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koota kattavampi ohjeistus tunnelien isännöintiin tunnelin käyttövaiheessa. Työn lähtökohtana oli tarve saada aikaisempien tunnelien isännöinnin pohjalta yhtenäisempi linjaus isännöinnin tehtävistä ja toimintatavoista. Näin saataisiin selkeytettyä tunnelien isännöintiä tulevaisuudessa. Aikaisempien kokemusten yhteen keräämisen ohessa tavoitteena oli myös löytää kehitysideoita tunneli-isännöinnin toiminnan kehittämiseen.</p>		
<p>Opinnäytetyöhön on koottu perustietoa tunneleista. Tarkoituksena on aluksi selvittää lukijalle, minkälaisia rakenteita, laitteistoja ja eri järjestelmiä tunneleihin yleisesti kuuluu. Pohjatiedon myötä on helpompi muodostaa kokonaiskuva tunnelista ja ymmärtää myös paremmin tunnelin isännöinnin tehtäviä ja sen merkitystä. Opinnäytetyö perustuu pääasiassa YIT Rakennus Oy:n tunneli-isännöinnin aineistoon, Liikenneviraston ohjeisiin ja määräyksiin sekä muihin aiheeseen liittyviin kirjallisiin ja sähköisiin lähteisiin.</p>		
<p>Työn tuloksena syntyi tunnelin isännöinnin tueksi ylläpidon vuosikello, josta tunnelille tehtävät vuosittaiset toimenpiteet ovat selkeästi hahmotettavissa. Tunnelin isännöinnin kannalta varsinaisia kehitysideoita syntyi työn aikana liittyen isännöintityön menestyksikkään hoitamisen avaintekijöiden korostamiseen. Avaintekijöinä toimivat isännöitsijän oma-aloitteinen asioiden hoitaminen, yhteistyön vaaliminen muiden osapuolten kanssa sekä asioista selvää ottaminen olemalla mukana tunnelille tehtävissä toimenpiteissä.</p>		
Asiasanat		
tunneli, isännöinti, vuosikello, kunnossapito		

Author (authors)	Degree	Time
Teemu Petjala	Bachelor of Engineering	May 2016
Thesis Title		
Facility Management of Tunnel in Infrastructure Maintenance Project		76 pages 6 pages of appendices
Commissioned by		
YIT Rakennus Oy		
Supervisor		
Juha Karvonen, Senior Lecturer and Tarmo Kontro, Principal Lecturer		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis was to gather more comprehensive guidance for the facility management of tunnels in the use phase. The starting point for the work was the need to create a policy how the facility management works in general on the basis of previous tunnels facility management experiences. This would clarify tunnels facility management in the future. The aim was to find development ideas for tunnel facility management operation along with collecting previous experiences of tunnel facility management.</p> <p>The thesis contains basic information about the tunnels, with a purpose is to discuss what kind of structures, hardware, and various systems generally are incorporated in tunnels. The basic information will make it easier to create an overview of the tunnel and also to understand better the tunnel facility management tasks and their importance. The thesis is mainly based on YIT Construction Ltd's tunnel hosting files, the Finnish Transport Agency guidelines and regulations as well as other topics related to written and electronic sources.</p> <p>The result of the thesis was a maintenance year clock to support tunnel facility management. Annual measures for tunnel management can be easily grasped from the year clock. The actual development ideas about tunnel facility management emerged during the thesis process. They are related to highlighting the key factors of handling the management work successfully. Key factors were property managers' initiative in measures, fostering co-operation with other parties, as well as finding out relevant facts involved in procedures performed.</p>		
Keywords		
tunnel, facility management, year clock, maintenance		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KUNNOSSAPITO	7
2.1	Alueurakat	8
2.2	Alueurakoitsijat hoitokaudella 2015-2016	9
3	YLEISTÄ TUNNELEISTA	11
3.1	Tunnelin tarkoitus	11
3.2	Tunneli kokonaisuutena.....	11
3.3	Liikennetekniset vaatimukset.....	12
3.4	Tietunneleihin vaikuttavat säädökset	13
3.5	Määräykset ja turvallisuusvaatimukset.....	16
3.6	Tunnelirakenteet.....	20
3.7	Rakenteelliset vaatimukset.....	23
3.8	Tunnelin laitteisto	31
4	TUNNELIEN VASTUUORGANISAATIOT.....	35
4.1	Hallintoviranomainen	35
4.2	Hallinnoija.....	36
4.3	Turvallisuusvastaava (aluevastaava).....	37
4.4	Tarkastusyksikkö.....	38
4.5	Liikenneviraston tieliikennekeskus.....	39
4.6	Hätäkeskus, pelastuslaitos ja poliisi.....	39
5	TUNNELIEN ISÄNNÖINTI.....	40
5.1	Isännöintiin kuuluvat tehtävät ja velvollisuudet.....	41
5.2	Isännöintiä koskevat tunnelin käytön ja kunnossapidon ohjeet	42
6	TUNNELIEN TOIMINTA	44
6.1	Järjestelmien toiminta	44
6.2	Onnettomuus- ja häiriötilanteiden hallinta	53
7	TUNNELIEN YLLÄPITO	57
7.1	Järjestelmien hoito.....	57
7.2	Rakenteiden hoito	60

7.3	Laite- ja huoltokortit	64
7.4	Tien hoito	64
7.5	Tarkastukset ja testaukset	65
7.6	Henkilöstön koulutus ja harjoitukset.....	67
8	VUOSIKELLO	69
9	YHTEENVETO	70
9.1	Pohdinta	70
9.2	Kehitysideoita	71
	KUVALUETTELO	72
	LÄHTEET	74
	77

LIITTEET

Liite 1. TEN-verkko

Liite 2. Esimerkki liikenteenohjaussuunnitelmasta

Liite 3. Esimerkki tunnelin huoltokortista

Liite 4. Esimerkki tunnelin laitekortista

Liite 5. Työn turvallisuussuunnitelmapohja

Liite 6. Tunnelin isännöinnin vuosikello

1 JOHDANTO

Valtion tieverkon kunnossapito on muuttunut vuosien mittaan monimuotoisemmaksi ja haastavammaksi infrastruktuurin kehittymisen myötä. Kunnossapitourakoihin on tullut uusia ylläpidettäviä kohteita, tästä hyvänä esimerkkinä ovat tunnelit. Tunnelien isännöinnin menettelytapojen ja toimintaohjeiden tarkentamiseksi sekä kehittämiseksi on tämän opinnäytetyön aiheeksi valittu kunnossapitourakan tietunneleiden isännöinti. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä aiheesta yhteenveto sekä tehdä samalla ohjeistus tietunneleiden isännöinnistä kunnossapitourakoiden tueksi.

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa yleisiä ohjeistuksia ja linjauksia niihin kunnossapitourakoihin, joihin sisältyy tunneleiden kunnossapitoa. Tähän mennessä monissa urakoissa ei ole ollut käytössä valmiita yleisiä ohjeistuksia tunneleiden isännöintiin, vaan kunnossapito-ohjeet on laadittu aina erikseen tunnelikohtaisesti. Tämän opinnäytetyön pääasiallinen tarkoitus on helpottaa uusien kunnossapitourakoiden tunneleiden isännöinnin aloittamista, ja se toimii näin hyvin esimerkiksi suuntaa antavana pohja-aineistona. Opinnäytetyössä käsitellään tunnelin rakenteita, järjestelmiä, vaatimuksia, tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä yleisellä tasolla, jotta työtä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman monipuolisesti. Tarkasteltavia asioita on ensisijaisesti kuitenkin tarkoitus käsitellä juuri tunnelin isännöinnin näkökulma huomioiden, joten se toimii työssä sisältöä rajaavana tekijänä.

Pääasiallisena tunneleiden isännöinnin pohja-aineistona toimivat laaditut aikaisemmat ohjeistukset ja kokemukset Espoon hoidonjohtourakassa 2014–2019 koskien Mestarin tunnelia ja Hiidenkallion tunnelia. Kotkan alueurakasta 2013–2020 materiaalia on hyödynnetty Markkinamäen tunnelista sekä Husulan ja Kolsilan tunneleista. Näiden materiaalien tukena hyödynnetään lisäksi myös Liikenneviraston laatimia ohjeistuksia sekä muita saatavilla olevia teoksia.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii YIT Rakennus Oy, Infrapalvelut. YIT Oyj on yksi suurimmista rakennusalan toimijoista Suomessa, ja se on toiminut rakennusalalla yli 100 vuotta, jo vuodesta 1912 lähtien. Se tarjoaa palveluita esimerkiksi rakentamalla asuntoja, toimitiloja, infrastruktuuria sekä myös koko-

naisia asuinalueita. Suomessa YIT on jo suurin asuntojen rakentaja ja Venäjällä taas vastaavasti suurin ulkomainen rakentaja. Myös toimitila- ja infrarakentamisen puolella YIT kuuluu Suomen suurimpiin. (YIT Oyj 2015d.)

YIT-konserni jakautuu nykyään kolmeen toimialaan, joista ensimmäinen toimiala on Asuminen Suomi ja CEE eli Viro, Latvia, Liettua, Slovakia, Tšekki ja Puola. Tämän alle kuuluvat asunnot, vapaa-ajan asunnot sekä aluekehittäminen kyseisissä maissa. Toisen toimialan muodostaa Asuminen Venäjä, jonka palveluihin kuuluvat myös asunnot, vapaa-ajan asunnot sekä aluekehittäminen Venäjällä. Kolmannen toimialan muodostavat Toimitilat ja Infra, jonka alle kuuluvat toimistot, kauppapaikat, logistiikka ja tuotantotilat, julkiset rakennukset sekä liikenneväylät, maa- ja pohjarakentaminen, kalliorakentaminen, vesi- ja ympäristörakentaminen, tuulivoima ja infrastruktuurin kunnossapito. Tämän toimialan toiminta-alueina ovat Suomi, Venäjä, Viro, Latvia, Liettua sekä Slovakia. (YIT Oyj 2015d.)

YIT:n tavoitteena on tulevaisuudessa olla johtava eurooppalainen hankekehittäjä, rakentaja sekä palveluntarjoaja (YIT Oyj 2015d). YIT:n vaalimia arvoja ovat välittäminen, yhteistyö, tuloksellisuus ja jatkuva kehittyminen (YIT Oyj 2015c). YIT:n vuoden 2014 liikevaihto oli noin 1,8 miljardia euroa ja yhtiö työllisti noin 6 000 henkilöä (YIT Oyj 2015d).

2 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on yksi infra-alan osa-alueista, jonka tarkoituksena on pitää huolta rakennetusta infraympäristöstämme. Kunnossapito on ympärivuotista palvelua ja se on elintärkeää, jotta elinympäristömme pysyy toimivana ja arvokkaana tulevaisuudessakin. (YIT Oyj 2015a.)

Kunnossapitotöitä on paljon erityyppisiä riippuen hoidettavasta kohteesta tai alueesta. Rakennettuun ympäristöön liittyen sen tärkeimpiä töitä ovat kuitenkin teiden ja katujen hoito, joka sisältää myös esimerkiksi tunneleiden ja siltojen ylläpitoa. Lisäksi kadun- ja tienrakennustyöt ovat osa kunnossapitoa. Myös viher- ja kunnallistekniset työt kuuluvat yhtenä tärkeänä osana kunnossapitoon, kuten esimerkiksi viheralueiden, puistojen, leikkikenttien ja liikuntapaikkojen pitäminen käyttökunnossa sekä turvallisina. Teollisuusalueet vuorostaan

vaativat kunnossapitoa, samoin satamat, vesiväylät ja rataverkosto tarvitsevat säännöllistä ylläpitoa korjaus- sekä hoitotoimenpitein. (YIT Oyj 2015a.)

2.1 Alueurakat

Valtion tieverkon kunnossapidosta ja edistämisestä vastaa pääasiassa Liikennevirasto yhteistyössä paikallisten ELY-keskusten kanssa. Paikallisten ELY-keskusten tehtävänä on tilata omien alueidensa maanteiden sekä niihin liittyvien alueiden ja varusteiden hoito urakoitsijoilta. ELY-keskus valitsee urakoitsijan kilpailuttamalla oman urakka-alueensa. Urakat kestävät useimmiten 5 tai 7 vuotta ja niihin sisältyy laajoja palvelusopimuksia koskien kyseistä urakka-alueita ja sen toimintatapoja. Urakkaan kuuluvat työt ja hoidon laatutason ELY-keskus määrittelee palvelusopimukseen Liikenneviraston toimintalinjojen ja laatuvaatimusten pohjalta. (ELY-keskus 2015a.)

Alueurakoitsijan velvollisuutena on toteuttaa varsinaiset työt parhaaksi havaitsemillaan menetelmillä ja huolehtia töihin tarvittavien materiaalien, koneiden sekä henkilöstön hankkimisesta (ELY-keskus 2015a). Alueurakoitsija hyödyntää useimmiten aliurakoitsijoita erityyppisten töiden suorittamiseen, jolloin jokaiseen työläjiin saadaan paras mahdollinen erikoisosaaminen sekä laadukas lopputulos (YIT 2015b). Urakoitsijan velvollisuus on myös vastata laadusta ja raportoinnista ELY-keskukselle, jonka tehtävänä on yleensä valvoa sopimuksen varsinaista toteutumista työmaakokouksissa, erityyppisillä pistokoetarkastuksilla sekä työmaalle tehtävissä katselmuksissa. Näin ELY-keskus pyrkii varmistamaan tasalaatuisen hoidon saman luokkaisilla teillä koko maassa. (ELY-keskus 2015a.)

Alueurakkaan sisältyviä yleisimpiä töitä ovat esimerkiksi teiden talvihoito, so-rateiden hoito, päällysteiden paikkaus ja liikennemerkkien pystytys ja huolto. Muita alueurakkaan mahdollisesti liittyviä töitä ovat levähdys- ja P-alueiden hoito, pysäkkien ja viheralueiden hoito, pientareiden niitto, vesakon raivaus, graffitien poisto, siltojen vuositarkastukset, mahdollisten urakassa olevien tunnelien isännöinti (sis. tunneleiden pesut, vuosihuollot ja viankorjaukset) sekä äkilliset hoitotyöt. (ELY-keskus 2015a.) Teiden kunnossapidossa tärkeänä ennakoivana työnä tienhoidon tehtäviin kuuluu tiestötarkastus, jonka tarkoituksena on havainnoida mahdolliset puutteet tieverkolla ajoissa, jolloin

ne pystytään korjaamaan välittömästi ennen suuremman vahingon aiheutumisesta.

Alueurakoissa uusi hoitokausi alkaa yleensä aina lokakuun ensimmäinen päivä ja päättyy seuraavan vuoden syyskuun viimeinen päivä. Hoitokausi on jaettu vielä erikseen tehtävien töiden puolesta talvihoitokauteen ja kesähoitokauteen. Talvihoitokausi alkaa lokakuun ensimmäinen päivä ja päättyy huhtikuun viimeiseen päivään. Kesähoitokausi taas alkaa toukokuun ensimmäinen päivä ja päättyy syyskuun viimeiseen päivään. Talvihoitokauden työt keskittyvät pääasiassa teiden talvihoitoon, kuten liukkaudentorjuntaan (suolaus/hiekoitus), lumen auraukseen, tienpintojen tasaukseen, lumivallien poistoon ja liikennemerkkien putsaamiseen. (ELY-keskus 2015b.)

2.2 Alueurakoitsijat hoitokaudella 2015–2016

Hoitokaudella 2015–2016 Suomessa on yhteensä 80 kappaletta alueurakoita, joita hoitaa 6 eri urakoitsijaa. Eniten alueurakoita on Destia Oy:llä, yhteensä 49 kappaletta, toiseksi eniten YIT Rakennus Oy:llä, yhteensä 17 kappaletta, ja jaetulla kolmannella sijalla ovat Lemminkäinen Infra Oy sekä NCC Roads Oy, joilla on molemmilla alueurakoita 5 kappaletta. (Kuva 1.)

3 YLEISTÄ TUNNELEISTA

3.1 Tunnelin tarkoitus

Tunneli on keskeinen osa tie- ja katuverkkoa. Sen rakentaminen, käyttö ja kunnossapito vaativat usein erityistoimenpiteitä muista tienosista poiketen. Tunneli asettaa erikoisrakenteena myös korkeat liikenne- ja käyttöturvallisuusvaatimukset, joita on noudatettava koko tunnelin elinkaaren ajan. Syitä tunnelin rakentamiseen on monia, mutta useimmiten kaupunkien kasvaessa etenkin kasvukeskuksissa maanpäälliset tilat ovat rajalliset, ja näin tunneli on monesti ainoa järkevä ratkaisu toimivien tieyhteyksien suunnittelussa. Myös liikenne-ruuhkat ja ympäristövaikutusten yhä kasvava merkitys sekä kustannustehokkuus ovat painavia ja keskeisiä syitä tunneleiden sekä maanalaisten tilojen tarpeelle. Tunnelin avulla voidaan entisestään korostaa tieverkon palvelutasa, alentaa liikenteestä aiheutuvaa melua, päästöjä ja muita ympäristöhaittoja sekä säilyttää ympäristön maisemallisia arvoja. (RIL 165-2-2006, 371.)

Suomessa suurin osa tietunneleista on Liikenneviraston ja ELY-keskusten hallinnoimia tunneleita, mutta tunneleita on myös kaupunkien katuverkoilla. Liikennevirastolla on tällä hetkellä yhteensä 20 kappaletta käytössä olevia sekä ylläpidettäviä tietunneleita ja muutamia on parhaillaan myös rakenteilla. Tunneleiden isännöinnistä vastaa yleensä kyseessä olevan tunnelin alueurakkaa hoitava alueurakoitsija. (Liikennevirasto 32/2014, 11.)

3.2 Tunneli kokonaisuutena

Tunneli ajatellaan kokonaisuutena monesti vain pelkkänä fyysisenä tunneliputken rajaamana alueena, mutta se on todellisuudessa teknisesti selkeästi laajempi kokonaisuus. Pelkästään tunnelin valaistus, liikenteenhallinta ja mahdolliset muut tekniset järjestelmät voivat sijaita jopa 500–1000 metrin päässä tunnelin suuaukolta. Ennen tunnelin suuta on varattava tarpeeksi tilaa liikenteenhallintalaitteille ja keskikaistan ylityskohdalle ja ulkopuoliset liittymät on suunniteltava tarpeeksi etäälle tunnelin suulta. Keskikaistan ylityskohta vaaditaan aina tunnelin yhteyteen, jotta pelastuslaitos ja muut mahdolliset sitä tarvitsevat erityisjärjestelyt voivat hyödyntää ylityskohtaa välttyen näin ylimääräiseltä kiertämiseltä. (RIL 165-2-2006, 371.)

Tunnelin suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon myös mahdollisesti tunnelin jälkeiseen liittymään muodostuvat jonot, koska ne eivät saa ulottua tunneliin asti turvallisuussyistä. Tunnelille on myös etukäteen varmistettava liikenteen sujuvuuden kannalta riittävä kiertotie tai muu vastaava yhteys, jolle liikenne voidaan poikkeustilanteissa tarvittaessa ohjata. Poikkeustilanteita voivat olla esimerkiksi säännölliset huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet, jolloin tunneli joudutaan sulkemaan liikenteeltä hetkellisesti joko osittain tai kokonaan. Muita harvinaisempia tunnelin liikenteen rajoittamiseen johtavia tilanteita voivat olla tunnelin järjestelmien yllättävät häiriötilanteet. Vakavien onnettomuuksien takia tunneli voi olla suljettuna pidempiäkin aikoja. (RIL 165-2-2006, 371.)

3.3 Liikennetekniset vaatimukset

Tunnelia ei voida pitää täysin osana normaalia liikenneväylää, koska sillä on poikkeavia ominaisuuksia, jotka olisi syytä ottaa aina huomioon. Suljettuna tilana se asettaa uusia haasteita ja vaatimuksia. Turvallisuuden merkitys kasvaa jo suunnitteluvaiheessa. Normaalina liikenneväylänä voidaan tässä tapauksessa pitää avointa tietä, joita suurin osa tiekilometreistä on. (RIL 165-2-2006, 375.)

Pelkästään jo talviolosuhteet ovat erilaiset tunnelissa kuin avoimella tiellä. Tunnelin suuaukot ovat rajapintoja, joissa tienpinta voi olla liukkaampi kuin muualla tunnelissa. Tunnelissa valaistusolot ovat stabiilit huomioimatta suuaukkoja ja tämä voi vaikeuttaa havainnointia hetkellisesti. Myös ajonopeuksia, kaltevuuksia sekä etäisyyttä edellä ajavaan autoon voi olla haasteellista arvioida tunnelissa. Moottoritietunneleissa nopeusrajoituksena toimii normaalisti 100 km/h ja sitä suurempia ajonopeuksia ei sallita. Muissa tietunneleissa nopeusrajoituksena on enintään 80 km/h, nopeusrajoitus määräytyy yleensä kyseessä olevan tien yleisnopeusrajoituksen mukaan. (RIL 165-2-2006, 375.)

Tunnelin suunnittelussa tärkeimpiä tunnelin poikkileikkaukseen ja tunneliputkien määrään vaikuttavia asioita ovat liikennemäärä, raskaan liikenteen osuus, tunnelin pituus sekä pituuskaltevuus. Yleisenä ohjeistuksena liikennemäärälle voidaan pitää 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tämän liikennemäärän ylittyessä tarvitaan yleensä kaksi tunneliputkea, joissa molemmissa

kulkee yksisuuntainen liikenne. Kahta tunneliputkea on myös syytä harkita pitkissä tunneleissa jo pienemmälläkin liikennemäärällä liikenteen sujuvuuden varmistamiseksi. (Liikennevirasto 14/2014, 12.)

Perussääntönä voidaan pitää, että kaistoja on aina oltava yhtä monta tunnelin sisällä kuin ulkopuolella. Jos kaistoja on eri määrä tunnelin sisällä kuin ulkopuolella, tulee kaistojen lukumäärien muutos tehdä tarpeeksi kaukana tunnelin suuaukoista. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että etäisyyden pitäisi olla vähintään matka, jonka ajoneuvo etenee tien nopeusrajoituksen mukaan 10 sekunnissa. Ajokaistan leveydelle taas on asetettu vaatimus, että se ei saa olla alle 3,5 metriä, mikäli tunneli on sallittu myös raskaalle liikenteelle. (Liikennevirasto 14/2014, 12.)

Tunnelin poikkileikkauksen suunnittelussa on syytä huomioida tarkkaan tunnelin varusteiden ja laitteiden tarvitsemat tilavaraukset sekä raskaiden ajoneuvojen mahdollisesti tarvitsema ylimääräinen tilan tarve korkeussuunnassa. Vapaa korkeus tunneleissa on yleensä 5,2 metriä. Huomioitavia asioita ovat myös pelastustoiminnan sekä tunnelin kunnossapitoon ja huoltoon tarvittavien levennyksien, kääntöpaikkojen, yhdyskäytävien ja poistumisyhteyksien tarpeet ja vaatimukset. Näistä asioista on hyvä olla yhteydessä tarvittaviin tahoihin jo heti alussa ja sopia mahdollisista muutoksista prosessin aikana niiden ilmentyessä, jotta pelastusviranomaiset sekä muut osapuolet pysyvät ajan tasalla. Suunniteltaessa pituusleikkausta on huomioitava tarkoin näkemät niin pysty- kuin vaakasuunnassa, sillä vähimmäisvaatimuksena on pysähtymisnäkemä joka kohdassa. Myös opasteiden näkyvyyteen on kiinnitettävä huomiota. (RIL 165-2-2006, 376.) Pituuskaltevuuden ollessa tunnelissa yli 3 % on tehtävä aina riskianalyysi ja tarvittaessa lisätoimenpiteitä, jotta turvallisuutta saataisiin parannettua. Yli 5 % pituuskaltevuutta käytetään yleensä vain, jos se on ainoa järkevä ja toimiva ratkaisu maantieteellisten olosuhteiden vuoksi. (Liikennevirasto 14/2014, 12.)

3.4 Tietunneleihin vaikuttavat säädökset

Tietunneleita suunniteltaessa, rakentaessa ja ylläpitäessä on otettava aina huomioon senhetkiset säädökset ja määräykset, niin kuin minkä tahansa

muunkin rakenteen kohdalla. Tietunneleiden kohdalla suunnittelun, rakentamisen ja hallinnoinnin käytännöt ovat vasta viime aikoina alkaneet yhtenäistyä. Viime vuosina valmiita ohjeistuksia ja oppaita tunneleita koskien on alkanut ilmestyä. Ne ovat alkaneet helpottaa uusien tunneleiden suunnittelua sekä jo olemassa olevien kunnossapitoa, kun yleiset vakiintuneet käytännöt on saatu ohjeisiin ja kaikkialla toimitaan yhden linjan mukaan. Jokainen tunneli on kuitenkin aina oma yksittäinen tapaus ja tunnelia on syytä tarkastella kyseessä olevan tunnelin lähtökohdat sekä ympäristön ominaisuudet huomioon ottaen. Jokainen tunneli on siis aina vähän erilainen, ja yleisiä ohjeistuksia on tarkasteltava tapauskohtaisesti soveltaen, jotta tunneli täyttää parhaiten juuri sille asetetut vaatimukset ja sopii tarkoituksenmukaisesti osaksi tieverkkoa. (Liikennevirasto 14/2014, 4.)

Tietunneleita koskevia yleisiä Suomessa käytössä olevia säädöksiä ovat Tietunnelidirektiivi, maantielaki, tieliikennelaki ja tieliikenneasetus, pelastuslaki ja Valtioneuvoston asetus, vaarallisten aineiden kuljetukset sekä Liikenneviraston antamat määräykset ja ohjeet koskien tunneleita. **Tietunnelidirektiivi** eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/54/EY koskee koko Euroopan laajuisen tieverkon (TEN-tieverkko) vähimmäisvaatimuksia tunneleiden turvallisuudelle. Se koskee suoraan pelkästään TEN-tieverkolla sijaitsevia direktiivissä olevia yli 500 metrin pituisia tietunneleita. Tietunnelidirektiivi on sisällytetty Suomen kansallisiin säädöksiin, maantielakiin sekä tieliikennelakiin ja -asetukseen siltä koskevin osin, kuten myös Liikenneviraston määräyksiin ja ohjeisiin. **Maantielaki** (203/2005) sisältää maanteitä, maanteidenpitoa sekä tiepitäjiä koskevat säädetyt oikeudet ja velvollisuudet. Maantielain 109 § (20.7.2012/446) kolmas momentti toteaa: *Liikennevirasto antaa Euroopan laajuisen tieverkon tunnelien turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2004/54/EY sekä tieturvallisuusdirektiivin täytäntöönpanoa ja soveltamista koskevat yleiset määräykset sen jälkeen, kun Liikenteen turvallisuusvirasto on antanut niistä arvionsa.* Tämä laki on astunut voimaan 1.8.2012. Tietunnelidirektiivi siis toimii määräävänä ohjeistuksena ja Liikennevirasto täyttää direktiivin 2008/96/EY (tieturvallisuusdirektiivi) mukaisen hallintoviranomaisen vaatimukset ja antaa näin tarkemmat soveltavat Suomea koskevat yleiset määräykset tunneleista (Liikennevirasto 14/2014, 7).

Tieliikennelaki (267/1981) sen sijaan koskee liikennettä tiellä ja tienkäyttäjiä koskevia yleisiä määräyksiä: mikä on sallittua liikenteessä ja mikä ei. Siinä on myös pykälä, jotka koskevat suoraan liikennettä tunnelissa. Tieliikennelain 27 § esimerkiksi kieltää ajoneuvon pysäyttämisen tai pysäköinnin tunnelissa. Pykälä 33 b (5.5.2006/343) sen sijaan koskee tunnelimerkin alueella ajamista. Merkkien vaikutusalueella ajoneuvoa ei saa peruuttaa eikä kääntää tulosuuntaan. Pysäyttäminen ja pysäköiminenkin hätätilanteissa on sallittu vain sille osoitetuilla alueilla. Lisäksi sama pykälä kertoo, että merkin vaikutusalueella on käytettävä ajovaloja tunnelissa. **Tieliikenneasetuksen** (182/1982) tehtävänä on antaa ohjeita liikenteelle ja liikenteen ohjaukseen tieliikennelain 2 §:ssä tarkoitetulla tiellä. Asetus pitää sisällään myös kaikki käytössä olevat liikennemerkit kuvineen ja kertoo niiden tarkoituksen. Tieliikenneasetuksesta löytyvät myös kaikki tunneleita koskettavat merkit sekä niiden selitykset. (Liikennevirasto 14/2014, 7–8.)

Pelastuslaki (379/2011) käsittää turvallisuutta koskevia määräyksiä ja sen tarkoituksena on vähentää onnettomuuksien syntymistä. **Valtioneuvoston asetus** (407/2011) koskee tarkemmin pelastustoimia ja pelastussuunnitelman laadintaa. Pelastuslain 15 § ja valtioneuvoston asetuksen 1 § liittyen pelastussuunnitelman tekoon koskee myös yli 100 metriä pitkiä tietunneleita, jotka sijaitsevat yleisellä tieverkolla. Mikäli tunnelille on kuitenkin tehty turvallisuusasiakirja, pelastussuunnitelmaa ei enää erikseen vaadita. (Liikennevirasto 14/2014, 8.) Tunnelin käyttöönottovaiheessa turvallisuusasiakirja sisältää tunnelin käyttöön liittyvät turvallisuusasiat, kuten vastuorganisaatiot ja niiden tehtävät, ohjeet turvalliseen käyttöön ja kunnossapitoon, tunnelille tehtävät tarkastukset, laitteiden kunnossapidon ja henkilöstön koulutuksen sekä toimintaohjeet mahdollisten onnettomuus- tai häiriötilanteiden varalta. (Liikennevirasto 14/2014, 29–30.)

Vaarallisten aineiden kuljetuksille tiellä on tehty kansainvälinen ADR-sopimus, jonka pohjalta Suomessa on myös erikseen säädetty laki (719/1994) vaarallisten aineiden kuljetuksesta ja samalla asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä (194/2992). LVM:n eli Liikenne- ja viestintäministeriö on myös laatinut oman asetuksensa (277/2002) vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä. Liikenteen turvallisuusvirasto voi tarvittaessa tehdä tien- tai kadunpitäjän pyynnöstä rajoituksia koskien tien- tai kadunpitäjän hallinnoimaa tunnelia, jos kuljetuksesta voi aiheutua merkittävää vaaraa. (Liikennevirasto 14/2014, 8.)

Vaarallisten aineiden kuljetuksista on ennen rajoitusten tai muutosten tekemistä tehtävä kuitenkin riskianalyysi, jonka perusteella tehdään tarkemmat johtopäätökset. Tunnelleihin liittyvinä toimenpiteinä voivat olla esimerkiksi kuljetuksen ilmoittautuminen ennen tunneliin saapumista tai kuljetuksen läpiajo tunnelista saattueen saattelena. (Liikennevirasto 14/2014, 32.)

Painoarvoltaan suurimpana ohjeistuksena tietunnelien hallintoihin ja turvallisuuteen Suomessa toimivat siis jo edellä mainitut **Liikenneviraston määräykset ja ohjeet**. Tietunnelidirektiivin menettelyt ja tekniset vaatimukset koskevat näin ollen suoraan vain TEN-tieverkolla olevia yli 500 metriä pitkiä tunneleita. Liikenneviraston ohje 14/2014 ”*Tietunnelien hallinta ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet*” antaa direktiivin mukaan soveltuvien osin voimassa olevat keskeisimmät vähimmäisvaatimukset muita tunneleita koskien. TEN-tieverkko on kuvattu tarkemmin liitteissä (Liite 1). (Liikennevirasto 14/2014, 9.)

3.5 Määräykset ja turvallisuusvaatimukset

Liikenneviraston ohjeiden soveltamisen selkeyttämiseksi tietunnelit on jaettu neljään eri ryhmään. Ryhmät ovat lajiteltu lähinnä tunnelien pituuksien mukaan sekä rakenteellisten ominaisuuksien perusteella. Ryhmät ovat nimeltään **TA, TB, TC** ja **TD**. Ryhmä TA koostuu yli 500 metriä pitkistä TEN-tieverkon tunneleista ja tähän ryhmään kuuluvat kaikki tienpitäjät. Tätä ryhmää kohtaan annetut määräykset ja ohjeet ovat jokaisen kohdan osalta sitovia. Ryhmään TB kuuluvat kaikki maanteiden muut yli 500 metriä pitkät tunnelit. Näitä tunneleita kohtaan on Liikenneviraston ohjeissa mainittu jokaisessa luvussa erikseen, miten kyseistä ohjetta sovelletaan. Lähtökohtana ryhmän TB tunneleille toimivat ryhmää TA koskevat sitovat määräykset ja ohjeet. Jos näistä ohjeista poiketaan väljempään suuntaa, tulee se aina perustella tapauskohtaisesti riskitarasteluun. (Liikennevirasto 14/2014, 10.)

Ryhmän TC tunnelit ovat maanteiden betonitunneleita, jotka ovat yli 100 metriä pitkiä ja joissa tunnelin sortuminen voi aiheuttaa katastrofin. Katastrofi voi syntyä esimerkiksi tunnelin päällä tai lähellä sijaitsevien rakennusten romahduksen johdosta, mikäli betonirakenne on toiminut kantavana rakenteena.

Ryhmään kuuluvat myös tunnelit, jotka ovat osittain kalliotunnelia ja betonitunnelia. Tätä ryhmää koskevat myös pääasiassa samat ohjeet kuin TB tunneleita eli mikäli luvussa ei erikseen mainita ohjeiden soveltamisesta, TC tunneleita kohtaan pätevät tällöin TA tunneleita koskevat sitovat määräykset. Jos näistä määräyksistä kuitenkin poiketaan, tulee se myös erikseen perustella. Viimeiseen TD-ryhmään kuuluvat kalliotunnelit, jotka ovat alle 500 metriä pitkiä. Tähänkin ryhmään kuten kahteen aikaisempaan sovelletaan luvuissa mahdollisesti olevia erillisiä ohjeita juuri TD tunneleita koskien. Muuten sitovina määräyksinä ja ohjeina toimivat myös ryhmää TA koskevat ohjeet ja tästä alaspäin poikettaessa on siitä oltava selkeät perustelut. (Liikennevirasto 14/2014, 10.)

Turvallisuusvaatimukset

Tietunneleille on säädetty turvallisuutta koskien vähimmäisvaatimukset, jotka koskevat sellaisenaan suoraan ryhmien TA, TB ja TC tunneleita. Ryhmän TD tunneleita kohtaan vaatimukset eivät ole suoraan sitovia ja niitä voidaan tarvittaessa soveltaa, mutta vaatimuksia kevennettäessä tulee syy olla perusteltu. Turvallisuusvaatimukseen vaikuttavat pääasiassa liikennemäärä, raskaan liikenteen osuus, tunnelin pituus, tunneliputkien määrä, tiegeometria sekä monet muut liikennetekniset ratkaisut. Turvallisuussuunnitteluun onkin syytä panostaa suuresti, koska ennaltaehkäisevillä toimenpiteillä pystytään parhaiten vaikuttamaan yleiseen turvallisuustasoon ja välttymään näin suurempien onnettomuuksien syntymiseltä. (Liikennevirasto 14/2014, 12.) Seuraavissa osuuksissa tunneleiden turvallisuusvaatimuksia käydään tarkemmin läpi ja selviää mitä kaikkea niihin liittyy ja on syytä huomioida, kun on tunneleiden kanssa tekemisissä.

3.5.1 Poistumistiet ja hätäuloskäynnit

Tunnelissa on oltava vähintään 1,2 metriä leveä poistumiskäytävä. Poistumiskäytäväksi kelpaa myös leveä osa piennarta tai hätäkaista. Tienkäyttäjät voivat hyödyntää poistumiskäytävää onnettomuustilanteissa tai esimerkiksi ajoneuvon rikkoutuessa. Poikkeuksia poistumiskäytävän puuttumiselle voi olla ainostaan, jos tunnelin rakenneominaisuudet tekevät sen mahdottomaksi, tur-

han kalliiksi tai jos tunnelin liikenne on yhteen suuntaan ja siinä on kiinteä valvonta sekä kaistansulkujärjestelmä. Häätuloskäynti on kuitenkin pakollinen osa tunnelin turvallisuusvaatimuksia, ja se tulee järjestää joko suorana poistumisena tunnelin suuaukon kautta, kahden tunneliputken välisen yhdyskäytävän kautta tai erillisenä poistumiskäytävänä, josta on mahdollista päästä ulkoilmaan. Osastoituja yhdyskäytäviä sijoitetaan yleensä kaksiputkisiin tunneliin mahdollistamaan kulku toiseen tunneliin tarvittaessa. Yhdyskäytävien suositeltu etäisyys toisistaan on enintään 250 metriä. Kaksisuuntaiset tunnelit, jotka ovat yli 1000 metriä pitkiä ja joiden liikennemäärät ylittävät 4000 ajoneuvoa vuorokaudessa, on syytä varustaa hätäpysäyttämisaikoina. Niiden tulee sijaita toisistaan enintään 500 metrin päässä. Hätäpysäyttämisaikoina ei kuitenkaan tarvita, jos pientareet ovat tarpeeksi leveät eli yhden ajokaistan levyiset. (Liikennevirasto 14/2014, 12–13.)

3.5.2 Hätäasemat, kuivatusjärjestelmä ja vesihuolto

Muita turvallisuuden kannalta huomioitavia seikkoja tunneleissa ovat esimerkiksi hätäasemat, kuivatusjärjestelmä, palokestävyys, valaistus, vesihuolto ja valaistus. Hätäasemia on sijoitettava aina hätäpysäyttämisaikojen yhteyteen, mutta niitä tulee sijoittaa myös tunnelin suuaukolle sekä sisäpuolelle. Suositeltava hätäasemien etäisyys toisistaan on enintään 150 metriä ja niiden varusteena kuuluu olla ainakin hätäpuhelin, kaksi sammutinta sekä paloilmoinin, jos tunneli sisältää paloilmoinin tunnelin käyttäjille. Hätäpuhelimesta on oltava suora yhteys hätäkeskukseen. Jos tunneli on sallittu vaarallisten aineiden kuljetuksille, pitää tunnelissa olla sellainen kuivatusjärjestelmä, jonka avulla palonarat ja myrkylliset nesteet saadaan kulkeutumaan tunnelista pois. Tulipalo ja palovaaralliset tai myrkylliset nesteet eivät saa levitä tunnelin sisään tai mahdollisesti toiseen tunneliputkeen, joten kuivatusjärjestelmä pitää olla tarkoin suunniteltu ja toteutettu. Tulipalon sattuessa on tärkeää, että tunnelissa on mahdollisuus saada sammutusvettä, ja vesiposteja on oltava suuaukkojen lähellä sekä sisäpuolella. Vesipostien etäisyys toisistaan saa olla enintään 250 metriä. Mikäli tunnelissa ei ole vesihuoltoa, on vedensaanti tunneliin turvattava muilla keinoin. (Liikennevirasto 14/2014, 13–14.)

3.5.3 Rakenteiden ja varusteiden palonkestävyys

Rakenteiden ja varusteiden palonkestävyys tunnelissa on erittäin tärkeässä roolissa. Palonkestävyyden on aina oltava riittävä, jotta tulipalon sattuessa ai-nekset mahdollisen katastrofin syntymiseen olisivat vähäiset. Tämä on erityi-
sesti huomioitava tunneleissa, joiden rakenteet toimivat kantavina esimerkiksi
yläpuolella oleville rakennuksille tai jos tunnelin sortuessa vaarana voisi olla
sen täyttyminen kokonaan vedellä, kuten vedenalaisissa tunneleissa. Tunnelin
varusteiden osalta palonkestävyyden vähimmäisvaatimuksena tulisi olla tun-
nelin välttämättömien turvallisuustekijöiden toiminnan takaaminen tulipalon
syttyessä. (Liikennevirasto 14/2014, 14.)

Kantavien rakenteiden osalta palomitoituksen lähtökohtana on yleensä 120
minuuttia HCM-käyrän mukaista tulipalon kesto. Tunnelin päälle rakenne-
tuissa kohteissa palonkeston minimivaatimus on 180 minuuttia HCM-käyrän
mukaista tulipaloa. Tunnelin rakenteet on myös syytä suojata sopivan paksui-
sella paloeristeellä, ettei rakenteen pinnan lämpötila nouse yli HCM-käyrän
mukaisen vaurioitumislämpötilan. Verhousrakennetta suojaa yleensä suojabe-
tonikuori, joka on mitoitettu HCM 60 minuutin palonkestovaatimuksen mu-
kaan. (Liikennevirasto 14/2015, 27–28.)

3.5.4 Valaistus ja ilmanvaihto

Valaistusolosuhteiden tulisi olla stabiilit, jotta tunnelissa säilyisi riittävä näky-
vyys kaiken aikaa. Sähkökatkojen varalta tunneli on syytä varustaa varavalais-
tuksella, jonka avulla tunnelista pystyy poistumaan ajoneuvolla. Hätätilantei-
den varalta tienkäyttäjien pitää pystyä myös poistumaan tunnelista jalkaisin, ja
tätä varten tunnelissa on oltava hätävalaistus, joka tulee sijoittaa maksimis-
saan 1,5 metrin korkeuteen. (Liikennevirasto 14/2014, 14.)

Ilmanvaihdolla voidaan suuresti vaikuttaa tunnelin ilmanlaatuun ja tulipalon
sattuessa myös poistaa lämpöä ja savukaasuja tunnelista ulos. Hyvin toimi-
valla ilmanvaihdolla saadaan tunnelin päästöt ja pitoisuudet sallittuihin rajoihin
ja pidemmissä, yli 1000 metrin pituisissa tunneleissa koneellisen ilmanvaihdon
asennus on jo välttämätöntä. Koneellista ilmanvaihtoa on syytä miettiä tark-
kaan myös lyhyemmissä tunneleissa, jotka sijaitsevat tärkeillä vilkkaammilla

liikenneväylillä. (Liikennevirasto 14/2014, 14.) Alla olevassa kuvassa (Kuva 2) on havainnollistettu vielä turvallisuusvarustus poikkileikkauksen avulla ja tiivistetyin selityksin.

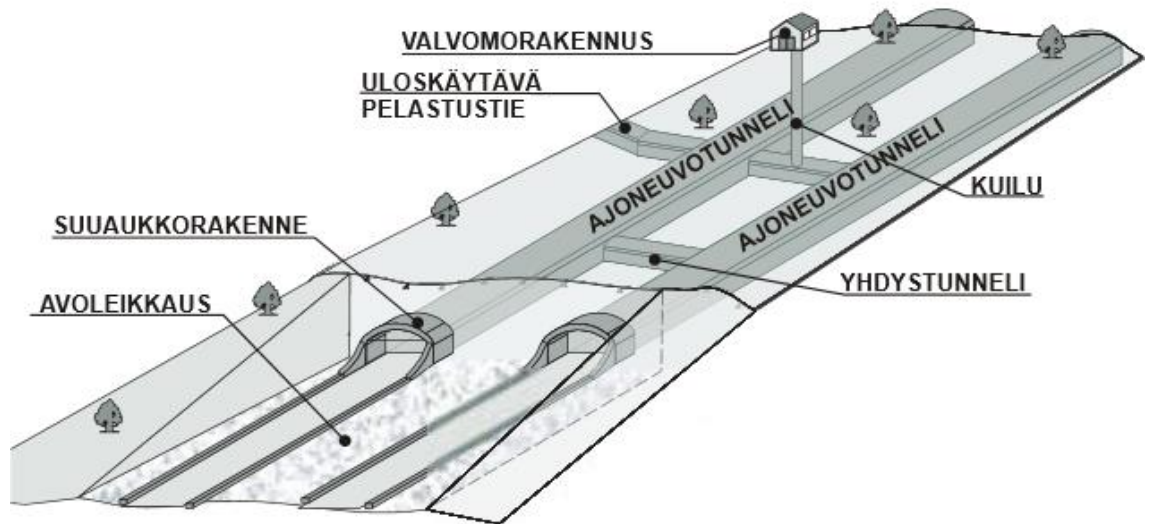
Tunnelien turvallisuusvarustus



Kuva 2. Tunnelien turvallisuuteen liittyviä varusteita.

3.6 Tunnelirakenteet

Tietunnelin rakenneratkaisuja pääpiirteittäin tarkasteltaessa voidaan todeta, että tietunneli muodostuu yhdestä tai useammasta ajoneuvotunnelista. Suomessa suurin osa tietunneleista sijaitsee moottoriteillä ja ne ovat kaksoistunneleita eli molemmissa tunneleissa on yhdensuuntainen liikenne ja yleensä aina vähintään kaksi kaistaa. Poikkeuksena ovat muutamat seututeiden tunnelit, jotka ovat yksiaukkoisia kaksisuuntaisia kahden tai neljän kaistan tunneleita riippuen liikennemäärästä. Alla olevassa kuvassa (Kuva 3) näkyy vielä selkeämmin tunnelin kokonaisuutta ja siihen kuuluvia osia. (Liikennevirasto 32/2014, 11.)



Kuva 3. Tunnelin kokonaisuus ja päärakenneosat.

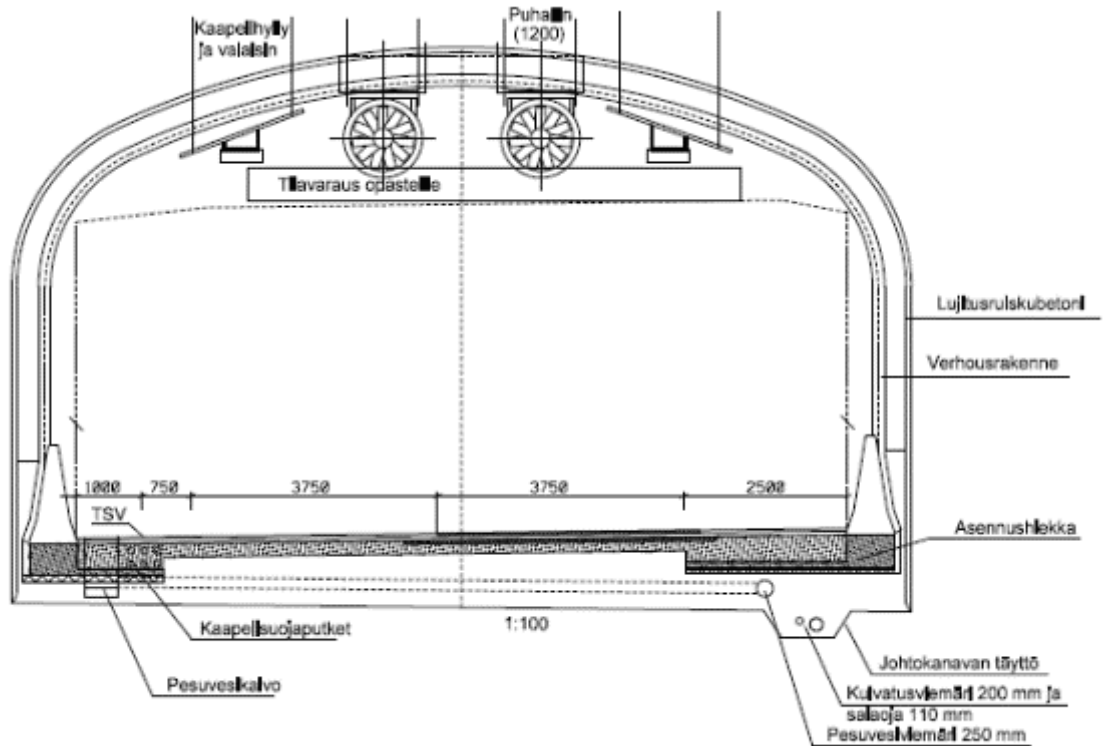
Suurin osa maamme tunneleista on kalliotunneleita. Kallioperämme soveltuu erinomaisesti tunnelirakentamiseen ehjän ja lujan kalliolaadun ansiosta. Kalliotunnelien rakentamista suositetaan myös muista syistä, esimerkiksi sen rakentaminen on yleensä suhteessa halvempaa kuin betoni- tai terästunnelin. (Liikennevirasto 32/2014, 13.)

Tunnelit koostuvat pääasiassa monista erilaisista toiminnallisista osista ja kokonaisuuksista. Yleensä tunnelin pääosat muodostuvat betonitunneliosasta, kalliotunneliosasta, terästunneliosasta sekä suuaukkorakenteista. Tunneleihin kuuluu myös vaihteleva määrä erilaisia tarkastus-, huolto-, yhdys- ja pelastustiloja sekä mahdollisesti vielä muitakin tunnelitiloja. Tunnelin ulkopuoli sen sijaan koostuu näkyvistä osista, kuten kallioleikkauksesta, suuaukkorakenteita ympäröivistä leikkauksista sekä etu- ja yläluisista. (Liikennevirasto 32/2014, 17.) Rakenteelliset pääosat muodostuvat kuitenkin rakenteista, jotka liittyvät tunnelin lujitukseen, stabiliteettiin, veden- ja lämmöneristykseen sekä itse väylään. Tietunnelin mitoituksessa taas rakenteet jaetaan kantaviin rakenteisiin eli primäärirakenteisiin, sekundäärirakenteisiin sekä varusteiden ja laitteiden kiinnitysosiin. Yleisesti ottaen tunnelirakenteet voidaan kuitenkin jakaa seuraavasti:

- Kalliorakenteet
- Ruiskubetonirakenteet
- Pultitusrakenteet
- Suuaukkorakenteet
- Verhous- ja erillisverhousrakenteet

- Seinän alaosa
- Yhdyskäytävien, ajotunneleiden ja kuilujen rakenteet
- Varusteiden ja laitteiden kiinnitykset
- Tierakenteet
- Runkomelueristys

(Liikennevirasto 32/2014, 14.)

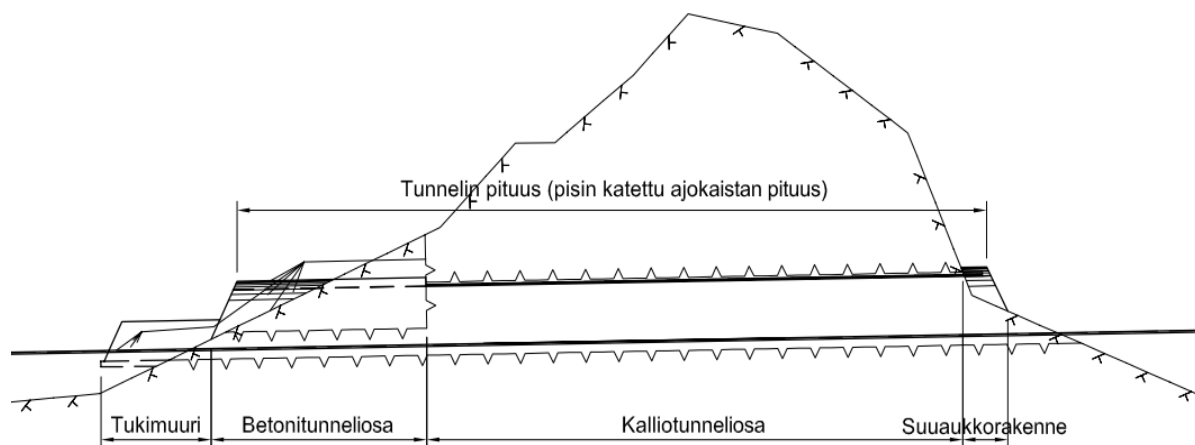


Kuva 4. Esimerkki tunnelin poikkileikkauksesta.

Kantavien rakenteiden perusteella tunneli on siis joko kallio-, betoni- tai terästunneli. **Kantavat rakenteet** muodostuvat rakenteista, jotka toimivat päärakenteina eli kuormia vastaanottavina ja tunnelin kantokykyyn vaikuttavina rakenteina. Niihin kuuluvat esimerkiksi kallion lujitusrakenteet, suuaukkorakenteet, kaukalarakenteet, tukimuurit sekä betoni- ja terästunnelien omat kantavat rakenteet. Kantaviin rakenteisiin kuuluvat myös kallio ja maa, mikäli ne vain vaikuttavat tunnelin kantokykyyn. **Suuaukkorakenteisiin** kuuluvat kaikki kantavat rakenteet, jotka liittyvät tunnelin ulkopuolisen osan ja sisäpuolen liitokohtaan. Tunnelin **lujitusrakenteilla** tarkoitetaan niitä rakenneosia, jotka ovat suoraan liitoksissa kantaviin rakenteisiin ja toimivat osana sitä eli ne vahvistavat kantavia rakenteita. Näitä ovat esimerkiksi ruiskubetonirakenteet sekä pulttirakenteet. **Sisustusrakenteisiin** voidaan määrittellä ne rakenneosat, jotka

eivät suoranaisesti kuulu kantaviin rakenteisiin, mutta joiden on kuitenkin täytettävä omat vaatimuksensa. Sisustusrakenteisiin lukeutuvat verhousrakenteet, laitteiden tukirakenteet, törmäysjohteet, kaiteet ja päällysrakenne. **Verhousrakenteiksi** voidaan kutsua vedeneristys- ja lämmöneristysrakenteita sekä palosuoja- ja pinnoiterakenteita tai niihin kuuluvia osia. (RIL 165-2-2006, 388–389.)

Alusrakenteeksi kutsutaan päällysrakenteen alapuolelle tehtäviä rakenteita ja eristeitä. Niihin kuuluvat muun muassa rakennekerrokset, kuivatuslaitteet, lämmöneristeet ja värinäeristeet. (RIL 165-2-2006, 389.) Tierakenteen eli päällysrakenteen kohdalla on tärkeää, että alapuolella oleva kuivatusjärjestelmä sekä koko alusrakenne on tehty huolella ja oikein, jotta alusrakenteen täytöt ovat routimatonta hyvin vettä läpäisevää materiaalia ja päällysrakenne pysyy näin kuivana eikä routavaurioita esiinny. Päällysteen ylimmän kerroksen valinnassa on syytä kiinnittää huomiota tunnelin valaistusolosuhteisiin ja miten päällysteen materiaali sekä väri vaikuttavat siihen. (RIL 165-2-2006, 396.)



Kuva 5. Tunnelin pituusleikkausta ja pääosien jakautumista.

3.7 Rakenteelliset vaatimukset

Tunnelin rakentamista suunniteltaessa on tarkoin arvioitava, mikä olisi paras mahdollinen tunnelin rakentamistapa. Jokainen tunneli rakennetaan aina tapauskohtaisesti ja rakennuspaikan mahdollisuuksien mukaan. Suunnitteluvaiheessa onkin syytä tehdä tarvittavat tutkimukset tarkoin, jotta luotettavaan ja turvalliseen ratkaisuun päästään. Ennen rakennussuunnitelman täytäntöönpa-

noa tehdään vielä lopulliset pohja- ja maaperätutkimukset, kallioperätutkimukset, pohjavesitutkimukset sekä ympäristöselvitykset, jotta oikeat rakennusmenetelmät vielä varmistuvat. Näissä tutkimuksissa varmistuu yleensä viimeistään tunnelin rakennusmateriaali ja tunnelin rakenteellinen kokonaisuus. (RIL 165-2-2006, 390–391.)

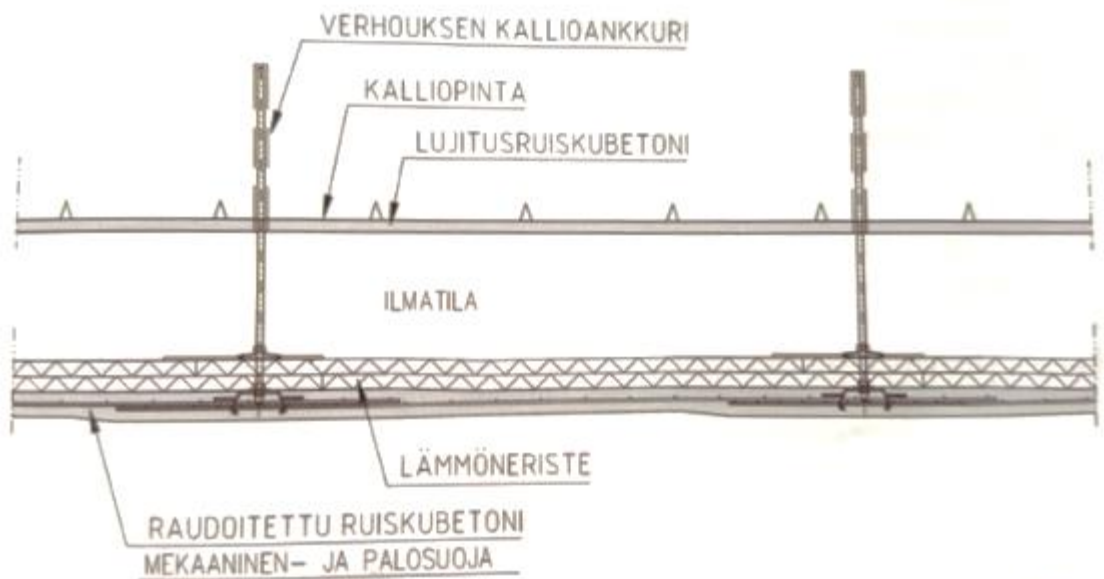
Betonitunneli saatetaan valita kohteissa, joissa kalliotunneli ei ole mahdollinen vaihtoehto esimerkiksi kallion huonosta laadusta tai kallion pinnan epätasaisuudesta sekä muista ominaisuuksista johtuen. Kalliotunnelin rakentamisen vaihtoehdon poissulkemiseen voivat johtaa myös väylän geometria sekä ympäristöolosuhteet. Betonitunnelin rakentaminen voi olla kannattava vaihtoehto tilanteissa, joissa sen avulla voidaan saavuttaa selvästi lyhyempi tunneli kuin kalliotunnelin rakentamisella. Terästunneli taas voi syrjäyttää betonitunnelin kohteissa, joissa betonitunnelin rakentaminen ei ole mahdollista ahtaan tilan tai lyhyiden liikennekatkojen takia. Useimmiten kuitenkin tunneleiden suuaukkorakenteet on rakennettu joko betonista tai teräksestä. (Liikennevirasto 32/2014, 13.)

Tunnelin suunnittelussa on tärkeää, että sen rakenteet täyttävät niille annetut vaatimukset ja tunneli muodostaa toimivan kokonaisuuden kaikilla sen osalualueilla. Tästä syystä rakenteellisiin vaatimuksiin on syytä kiinnittää erityistä huomiota, jotta mahdollisilta käytön aikana ilmentyviltä ongelmilta ja korjauksilta vältyttäisiin. Rakenteelliset vaatimukset muodostuvat eri osa-alueista, joita ovat esimerkiksi lämpötekniinen mitoitus, vedeneristys ja kuivatus, kallion lujitus- ja tiivistysrakenteet, suuaukkorakenteet, törmäysrakenteet sekä korkeudenrajoitinportaalit.

3.7.1 Lämpötekniiset vaatimukset

Lämpötekniisen mitoituksen perustana on tunnelin rakenteiden lämpöeristäminen, jonka tarkoituksena on ehkäistä jäätymisvaurioiden ja routimisvaurioiden syntymistä. Myöskin käytön aikainen routimista tai rakennevaurioita aiheuttava toiminta sekä tunnelin laitteiden ja järjestelmien toimintaa haittaava jäänmuodostus tulee sulkea pois. Kuivatus- ja viemäröintijärjestelmien jäätyminen ei saa myöskään olla mahdollista. Jäätyminen ja routimisen aiheuttamien vaurioiden torjumisessa vedeneristyksen ja kuivatusjärjestelmän toimimisella on

siis suuri merkitys ja oikeilla rakenne- ja järjestelmävalinnoilla voidaan välttää vesivuotojen ja jäätyksen aiheuttamat riskit sekä vauriot. Kalliotunnelin kohdalla lämmöneristysrakenteet pitää suunnitella niin, ettei verhousrakenteen sisäpuolelle voi muodostua jäätä. Tämä onnistuu parhaiten yleensä, kun vesi- ja lämpöeristetty verhousrakenne on irti kalliopinnasta. Tästä löytyy havainnollistava kuva alapuolelta (Kuva 6). Tunnelin pohjan louhimisessa on varmistettava siitä, että se louhitaan tarpeeksi syväksi ja pohjaan tehdään massanvaihto sekä kuivatusjärjestelmä estämään routimista. Kunnossapidon näkökulmasta koko tiepohjan alueen eristämistä ei kuitenkaan sallita, koska se on rakenteena haastava. Seinän alaosan perustukset sekä kuivatusjärjestelmä joko lämpöeristetään tai viedään routimattomaan maahan asti. (Liikennevirasto 14/2015, 33.)



Kuva 6. Rakennetyyppikuva verhousrakenteen liittymisestä kallioon.

3.7.2 Vedeneristysten ja kuivatuksen vaatimukset

Hyvin toteutettu vedeneristys ja kuivatus yhdessä lämmöneristysten kanssa huolehtivat tunnelissa siitä, ettei vesivuotoja pääsisi syntymään ja vesi ei myöskään pääsisi jäätyämään ja täten aiheuttamaan mahdollisia jäätymisvaurioita. Tunnelissa ei saa esiintyä rakenteita tai sen käyttöä haittaavia vesivuotoja ja se onkin tiivistettävä sekä varustettava sopivilla vedeneristysrakenteilla. Vesivuotoja ei saa myöskään esiintyä jäätymiselle altistuvissa kohdissa eikä

kaistojen yläpuolella. Tarvittavat vedeneristyksen läpiviennit tuleekin suunnitella huolella ja niitä pyritään toteuttamaan mahdollisuuksien mukaan muilla ratkaisuilla. (Liikennevirasto 14/2015, 33–34.)

Pohjaveden alapuolelle ulottuvat kantavat rakenteet rakennetaan vedenpaineeristettyinä, jos pohjaveden mahdollisesta vuotamisesta aiheutuu haittaa tilan käytölle tai ympäröiville rakenteille. Vedenpaineeristyksen tarkoituksena on vedeneristysominaisuuden lisäksi kestää pohjavedestä aiheutuva vedenpaine rakenteisiin, joten se on siis kestävämpi kuin tavallinen vedeneristys. Kalliotunnelia ei lähtökohtaisesti mitoiteta vedenpaineelle, ellei sille ole erityistä tarvetta. Betoni- ja terästunneleissa vedenpaineen eristysrakenteena on useimmiten tiiviin kantavan rakenteen lisäksi bentoniittimattoeristys, polymeerigeomembraanieristys, $\frac{3}{4}$ -kertainen kumibitumikermieristys tai nestemäinen levitettävä vedeneristys. Betoni- ja terästunnelien saumarakenteissa on oltava aina yhtenäinen kaksinkertainen saumanauha tai työsaumanauha ja vedenpaineen alaisissa rakenteissa lisäksi injektointiletkut. Liikuntasaumot on taas syytä suojata mekaanisesti vaikkapa ruostumattomalla teräslevyllä. Kalliotunnelissa verhousrakenteen yksi tehtävä on toimia vedeneristeenä, ja verhousrakenteen taustojen kuivatus tapahtuu yleensä salaojitusrakenteiden avulla. Tien alustäytöissä on hyvä olla kuivatusjärjestelmät, jotta vuotovedet voidaan tarvittaessa johtaa järkevästi ympäristöön. Tunnelin ympärystäytöt on myös syytä salaojittaa ja näin esimerkiksi sade- ja sulamisvedet saadaan johdettua suunnitellusti ympäristöön. (Liikennevirasto 14/2015, 33–34.)

3.7.3 Kalliotunnelin lujitus- ja tiivistysrakenteet sekä menetelmät

Lujitusrakenteet

Kallion lujitus- ja tiivistysrakenteiden tarkoituksena on nimensä mukaisesti lujittaa sekä tiivistää kalliotilaa ja vahvistaa näin kalliota kantavana rakenteena. Lujitusrakenteiden tehtävänä on vahvistaa entisestään louhittua kalliota, estää mahdollisten palojen irtoaminen kallioista sekä ohjata vesivuotoja muualle. Kalliolujitukseen kuuluvat lujituspultit sekä ruiskutus- tai valubetonirakenteet riippuen kohteesta. Tapauskohtaisesti voidaan käyttää myös muista materiaaleista valmistettuja tukirakenteita. Lujituspulttien tarkoitus on sitoa kallioista

mahdollisesti louhinnan aikana tai muuten kallion ominaisuuksista johtuen halkeilleita sekä irtoamaan pyrkiviä suurempia kalliolohkoja tiukasti kiinni lujaan kallioon. Lujitusruiskubetonirakenteet taas pyrkivät sitomaan lujituspulttien väliin jääviä pienempiä irtonaisia kalliolohkoja yhteen ja estävät niiden irtoamisen kalliopinnasta. Lujitusruiskubetonointi estää myös kalliota rapautumasta kohdeissa, joissa kallion pinta on hauraampaa ja huokoisempaa, kun betonointi suojaaa kalliota ylimääräiseltä rasitukselta. Ennen ankkuroiden ja tartuntojen asentamista on syytä muistaa varmistaa ruiskubetonoinnin takana usein käytettävien ruiskubetonisalojen sijainti. Valubetonirakenteita ei yleensä käytetä niinkään kallion lujitustarpeen takia, vaan enemmänkin niitä käytetään tuke- massa tunnelia rakenteena, mikäli esimerkiksi kalliota ei ole sen ympärillä tarpeeksi tai kallio on huonolaatuista tai muuten heikkoa. (Liikennevirasto 14/2015, 35.)

Tiivistysrakenteet

Kallion injektointi ja vedeneristys tulevat useimmiten kysymykseen, jos kallio- tunnelin ympärillä oleva kallioperä on tarpeen tiivistää vesivuotojen varalta tai niiden vähentämiseksi. Sementti-injektoinnilla voidaan parhaassa tapauksessa saavuttaa myös hieman kallioperää vahvistava vaikutus. Kallion injektointi tapahtuu siten, että kallioon porataan ensiksi reikä ja siihen aletaan pumpata sementtipitoista suspensiota eli sementtisuspensiota, injektointilaastia tai muuta vastaavaa kemiallista injektointiin soveltuvaa ainetta. Injektointi voidaan jakaa kahteen eri menetelmään sen mukaan, missä vaiheessa ja miten se tehdään. Nämä menetelmät ovat esi-injektointi ja jälki-injektointi. Nimensä mukaisesti esi-injektointi tehdään jo ennen louhintaa ja jälki-injektointi vasta louhinnan jälkeen. Esi-injektointi on yleensä näistä injektointimenetelmistä se tehokkaampi ja jälki-injektointia käytetään useimmiten esimerkiksi huonosti tehdyn esi-injektoinnin korjaamiseen sekä tätä menetelmää voidaan käyttää myös sellaisenaan ilman esi-injektointia. Käytettävä menetelmä määräytyy yleensä vedentiiviysvaatimusten perusteella kalliorakennesuunnittelijan toimesta. Injektointitarpeeseen vaikuttavat pääasiassa aina tunnelin vallitsevat ympäristöolosuhteet, käyttötarkoitus, rakenneratkaisut, ympäröivät rakenteet, pohjaveden korkeus sekä tunnelin sijainti. (Liikennevirasto 14/2015, 35–36.)

Kalliotunnelin kohdalla vedeneristeenä toimii yleensä verhousrakenne, mutta jos sellaista ei ole rakennettu, voidaan vedeneristystä varten rakentaa myös

betoninen vedenpainerakenne. Vedeneristystä ei kuitenkaan normaalisti ole syytä sekoittaa tässä yhteydessä aikaisemmin mainittuun vedenpaine-eristykseen. Verhousrakenteessa oleva lämmöneriste täyttää yleensä myös vedeneristeen tehtävät sekä erilaisten kalvojen käyttö tunneliverhouksessa vedeneristeenä on yksi vaihtoehto. Vedeneristystä ajatellen ruiskubetonoinnin tai injektoinnin yhteydessä voidaan betonimassaan lisätä esimerkiksi kallion halkeamia sulkevia lisäaineita tiiveyden varmistamiseksi. (Liikennevirasto 14/2015, 35.)

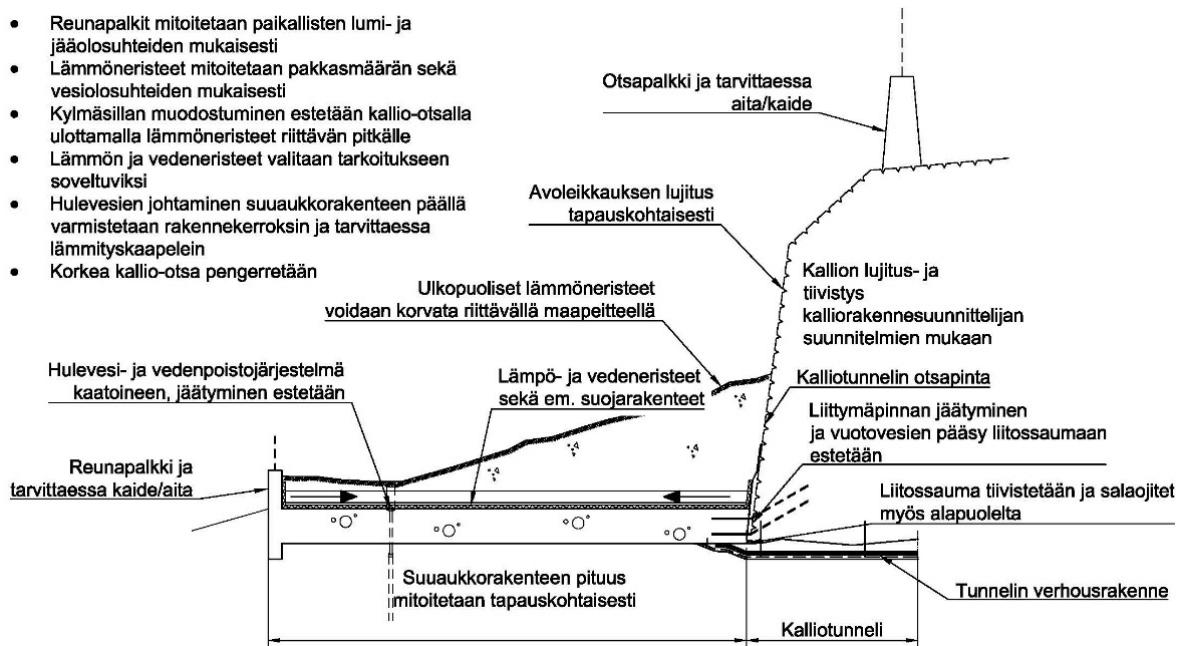
Lisäaineilla saadaan lyhennettyä sementtimassan sitoutumisaikaa, vähennettyä vedenerottumista ja parannettua massan tunkeutuvuutta notkistimien avulla. Tiivistäviä lisäaineita on mahdollista myös ruiskuttaa jälkikäteen etenkin pienten vuotojen korjaamiseen. (Suomen Betoniyhdistys 2006, 10–13.)

3.7.4 Suuaukkorakenteen vaatimukset

Suuaukkorakenteen kohdalla on tärkeintä muistaa, että sen pääasiallisena tarkoituksena on estää ylimääräisen ympäristöstä valuvan veden, lumen tai jään pääsy tielle tai teknisten laitteiden haitaksi. Sen jälkeen tärkeysjärjestyksessä seuraavana tulee vasta suuakkojen visuaalinen suunnittelu eli se, miten hyvin ne istuvat ympäröivään maisemaan. Liikenneturvallisuuden kannalta yksi tärkeä huomioitava seikka suuaukkorakenteen muotoilussa ovat tunnelin suuaukkojen valaistusolosuhteet eli kuinka suuri kontrastiero tunnelin ja ulkoilman välillä on. Sopivalla muotoilulla ja ympäristön hyödyntämisellä voidaan auringon häikäisyä ja ylimääräisen päivänvalon pääsyä suuaukon lähestymisalueelle rajoittaa. (RIL 165-2-2006, 392–393.)

Kokonaisuutta suunniteltaessa onkin syytä kiinnittää erityistä huomiota koko suuaukkorakenteen ympäristön suunnitteluun, koska oikealla muotoilulla ja rakenneratkaisuilla voidaan poistaa irtoavien kivien ja muun materiaalin putoamisen riski tielle. Samalla voidaan vaikuttaa myös muihin tekijöihin, kuten esimerkiksi juuri auringon häikäisemiseen tunnelin suulla, ja nostaa näin selkeästi turvallisuustasoa. Norjassa tunneleista on kokemusta jo pitkältä ajalta, ja siellä tunnelin visuaaliseen suunnitteluun ja ympäristöön sulautuvuuteen kiinnitetään erityistä huomiota. (NPRA 2004, 57.)

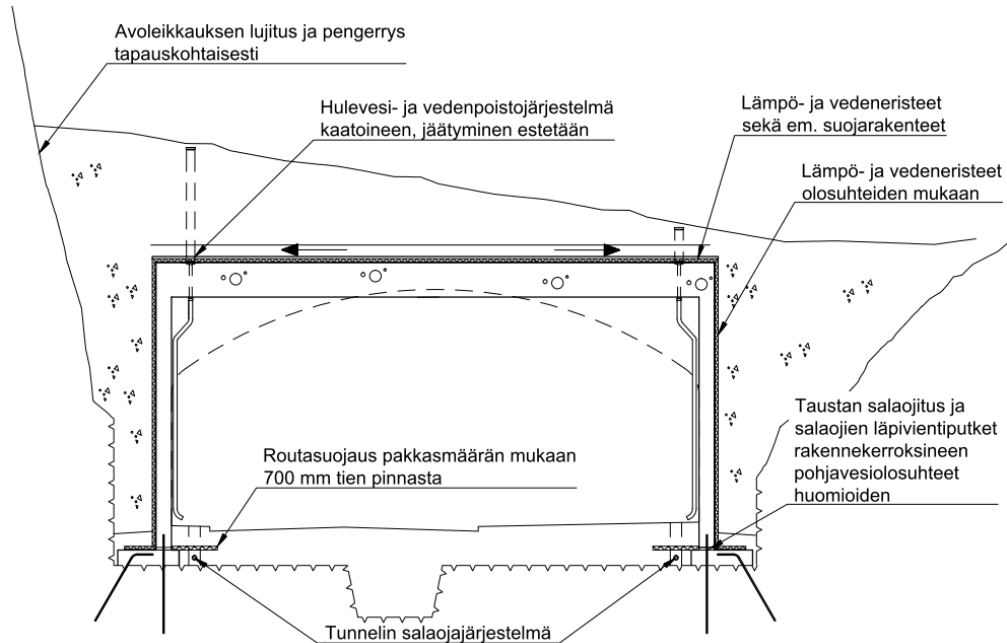
Kalliotunnelin kohdalla suuaukkorakenne muodostuu usein otsapalkista, joka kiertää suuaukkoa, tai vaihtoehtoisesti kalliotunnelin jatkoksi liittyvästä betonitunnelin osasta. Betonitunnelin osuus loppuu kuitenkin aina suuaukon ympärille tulevaan reunapalkkiin ja tapauskohtaisesti jatkuu siitä kaukalarakenteena tai siipimuurina. Tunnelin suuaukko voidaan myös tarpeen mukaan varustaa kaiteella tai aidalla, jotta ajoradalle ei pääsisi putoamaan mitään ylimääräistä yläpuolelta. Vuoto- ja jäätyishaittojen estämisen kannalta on oleellista kiinnittää tarkkaan huomiota suuaukkorakenteen ja kallion liitoskohtiin. Alla oleva kuva havainnollistaa vielä suuaukkorakennetta ja sitä, mitkä ovat tärkeimmät huomioitavat asiat sen suunnittelussa. (Liikennevirasto 14/2015, 36–37.)



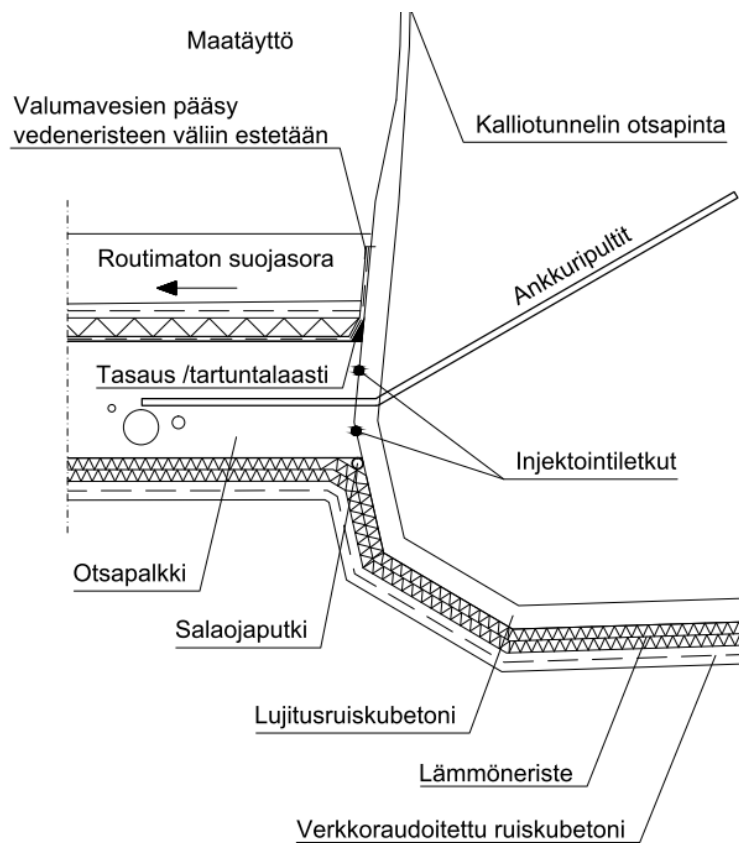
Kuva 7. Suuaukkorakenne ja siihen liittyviä huomioita.

Niin kuin jo aikaisemminkin on viitattu, suuaukkorakenteen pituudet, reunapalkkien ja rakenteiden korkeudet sekä lämmöneristeiden paksuudet ja muut ominaisuudet määräytyvät aina tunnelikohtaisesti vallitsevien olosuhteiden mukaan. Erityishuomio kiinnittyy yleensä suuaukkorakenteen ja kalliotunnelin väliseen liitoskohtaan ja sen saumaan, sillä sauman on pysyttävä aina sulana eikä sen jäätyminen saa olla mahdollista. Kylmäsillan muodostuminen välteään lähinnä parhaiten viemällä lämmöneristysrakenteen tarpeeksi pitkälle myös suuaukkorakenteen puolelle. Yksi vaihtoehto on myös varustaa suuaukkorakenteen sisäpuoli lämmitysjärjestelmällä. Liitoksen jäätyminen ja veden pääsyn mahdollisuus saumaan tulee estää myös sauman yläpuolelta. (Liikennevirasto 14/2015, 37–38.) Alla ensimmäisenä olevassa kuvassa (Kuva 8) näkyy

vielä tarkemmin suuaukkorakenteen poikkileikkausta ja se, miten suuaukkorakenteen järjestelmät sekä eristeet jakautuvat. Toisessa kuvassa (Kuva 9) on detaljikuva kalliotunnelin ja suuaukkorakenteen liitoskohdasta, jossa näkyy tarkemmin otsapalkin liittyminen kalliotunnelin pintaan.



Kuva 8. Suuaukkorakenteen poikkileikkaus.



Kuva 9. Suuaukkorakenteen liittyminen kallion pintaan.

3.7.5 Törmäysrakenteen ja korkeudenrajoitinportaalin vaatimukset

Törmäysrakenteet muodostuvat tunnelin päiden seinien tasolta jatkuvista matalammista alaosan rakenteista, joiden tehtävänä on lieventää mahdollisen ajoneuvon törmäystä sekä siitä aiheutuvia vahinkoja tunnelille sekä ajoneuville. Kantavien seinien alaosien rakenteita voidaan pitää tukimuureihin kuuluvina ainakin törmäysnäkökulmasta katsottuna. Tunnelin rakenteisiin kohdistuvaa törmäystä ajatellen on vaihtoehtona myös rakentaa kantavan seinän eteen erillinen seinä- tai kaiderakenne, jonka avulla tunnelin rakenteita voidaan varmemmin suojata suuremmilta vahingoilta. (Liikennevirasto 14/2015, 38–39.)

Korkeudenrajoitinportaalien ideana on ehkäistä ylikorkeiden kuljetusten pääsy tunneliin ja se sijoitetaan yleensä 20 cm vielä muita tunnelin kattoon kiinnitettyjä laitteiden alareunoja alemmas. Korkeusvaroitin taas on hyödyllisintä asentaa jo tunnelin lähestymisalueelle, ja siihen osuttuaan kuljettajan on näin mahdollista vielä välttää tunneliin ajaminen, esimerkiksi kiertämällä tunneli liittymien kautta. Korkeusvaroitin on syytä asentaa vielä 10 cm korkeusrajoitinta alemmas, koska näin vähennetään entisestään korkeusrajoittimeen osumisen mahdollisuutta. Korkeusrajoitinportaalien ei kuitenkaan tarvita erikseen, mikäli tunnelia ennen on jokin muu ylikorkeiden kuljetusten pääsyä rajoittava törmäyskuormalle mitoitettu este, esimerkiksi silta varustettuna kolhaisusuojalla tai törmäysrakenteella. (Liikennevirasto 14/2015, 39.)

3.8 Tunnelin laitteisto

Tunnelin laitteisto koostuu tunnelin kokonaisuuden, toiminnan ja turvallisuuden kannalta monista elintärkeistä järjestelmistä sekä toiminnoista. Laitteiston, järjestelmien ja varustuksen tarkoituksena on säilyttää tunnelin tila vakaana ja luoda liikenteelle turvalliset ja toimivat olosuhteet. Erilaisilla järjestelmillä pystytään seuraamaan tunnelin olosuhteita ja niiden muuttumista. Ne toimivat samalla erittäin tärkeinä onnettomuuksia ja häiriöitä ennaltaehkäisevinä varotoimina, kun poikkeava muutos tunnelissa on mahdollista havaita ajoissa ja siihen pystytään puuttumaan välittömästi.

Tunnelien pääkäyttö- ja seurantapisteen ovat pääsääntöisesti Liikenneviraston tieliikennekeskuksissa. Liikenteenhallintajärjestelmien sekä muiden teknisten

järjestelmien keskuslaitteet sijaitsevat tunnelin teknisessä laitetilassa yleensä tunnelin läheisyydessä olevassa tunnelin laiterakennuksessa. Tunnelin koosta ja järjestelmien laajuudesta riippuen laiterakennuksessa voi myös olla tunnelin paikallisvalvomo, joka toimii tunnelin varakäyttöpaikkana. Siellä voidaan järjestelmien käyttöpäätteiden avulla testata sekä ohjelmoida kyseisiä järjestelmiä. (Liikennevirasto 14/2014, 15–16.)

3.8.1 Liikenteenhallintajärjestelmä

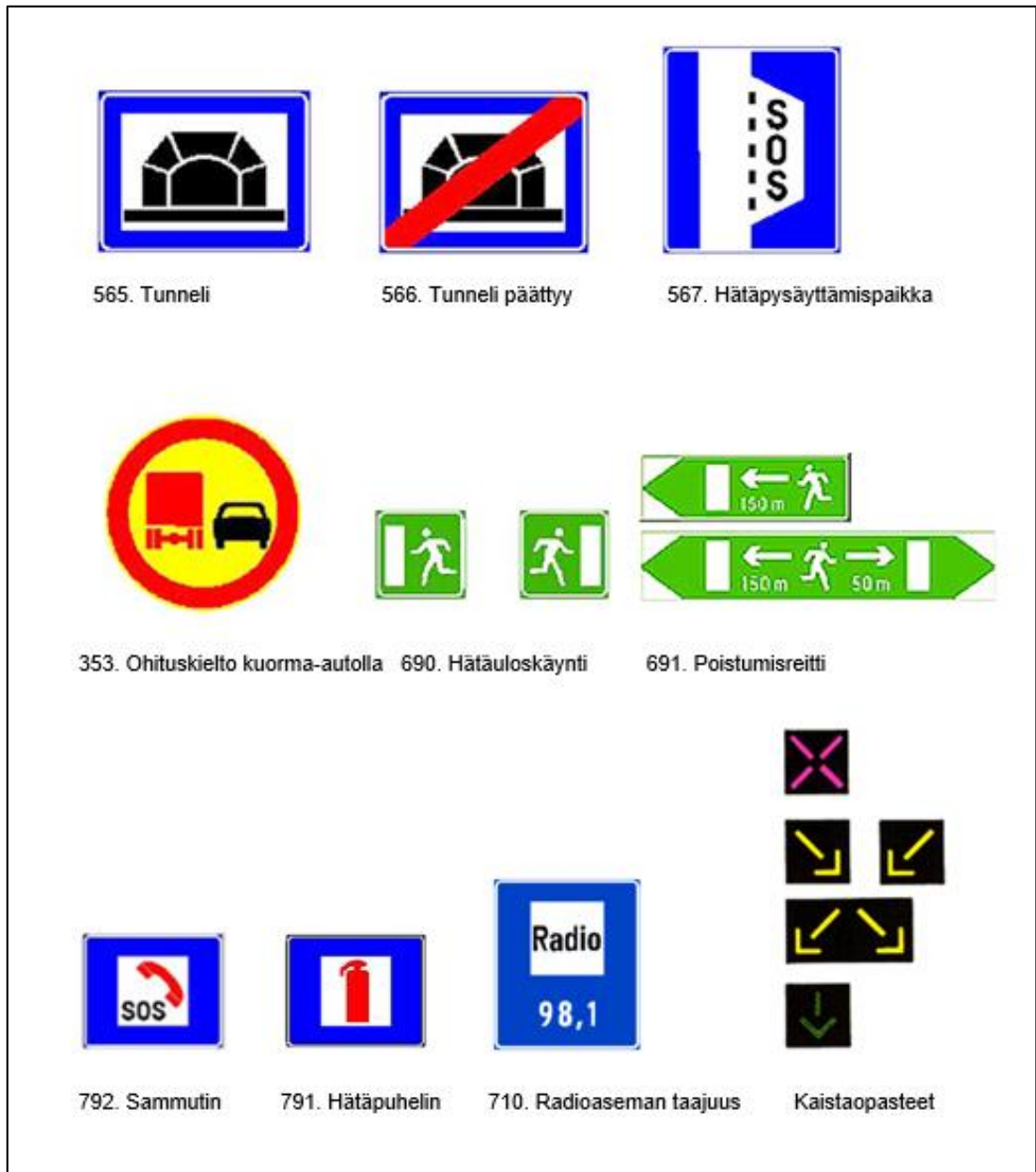
Liikenteenhallintajärjestelmän on tarkoitus avustaa tunnelin sekä siihen liittyvän tie- ja katuverkon liikenteenohjausta normaalitilanteissa ja myös poikkeustilanteissa. Sen pääasiallinen tehtävä liittyy kiertotieohjauksen järjestelyihin tunnelissa olevien hoito- tai häiriötilanteiden aikana. Liikenteenhallintajärjestelmän käyttöliittymän avulla pystytään kokonaan hallitsemaan tunneliin kuuluvia teknisiä järjestelmiä. (ELY-keskus 2014a, 8.)

Tunnelin liikenteenhallintajärjestelmän pääosat ovat:

- Valvomo-ohjelmistot käyttöliittymineen
- Tiedonsiirtojärjestelmä
- Liikenteen ja tieympäristön tilan seurantajärjestelmät
- Liikenteenohjausjärjestelmä

Seurantajärjestelmät koostuvat yleensä liikenteenseurantakameroista, liikenteen mittauspisteistä, hitaan ajoneuvon tunnistimista sekä mahdollisesti rekka-liikenteen jonotunnistimista. Liikenteen ohjausjärjestelmiin vuorostaan kuuluvat liikennemerkkit, opasteet, kaistaopastimet, puomilaitteistot, liikennevalot sekä tiedotus. Tunneleissa käytettävistä liikenne- ja opastemerkeistä löytyy vielä esimerkit kuvien kanssa alapuolelta (Kuva 10). Etenkin moottoriteillä sijaitsevien tunneleiden läheisyydessä olevat liikennemerkkit ja opasteet ovat yleensä muuttuvia. Tämä helpottaa, nopeuttaa sekä lisää turvallisuutta tiellä, kun nopeuksia voidaan muuttaa helposti tilanteen mukaan ja vaihtuvien tekstiopasteiden avulla tienkäyttäjää voidaan varoittaa joko edessä olevasta tiettyöstä tai esimerkiksi tien liukkaudesta reaaliajassa. Puomilaitteiston ja liikennevalojen avulla kulku tunneliin voidaan sulkea tarvittaessa kokonaan esimerkiksi onnettomuuden sattuessa ja liikenne saadaan pysäytettyä pysäytyskohdalle ja ohjattua kiertotielle. (Liikennevirasto 2011b, 20–23.)

Tunnelin yhteydessä käytetyt liikenne- ja opastemerkit:



Kuva 10. Tunnelissa käytössä olevia liikenne- ja opastemerkkejä.

Ajoradan yläpuolella sijaitsevat kaistaopasteet ilmoittavat kaistan käytettävyyden. Vihreän nuolen palaessa kaistaa saa ajaa, punaisen palaessa kaista on suljettu ja keltaisen vilkkuvan nuolen palaessa pitää vaihtaa kaistaa nuolen osoittamassa suunnassa olevalle kaistalle. (Tieliikenneasetus 182/1982.)

3.8.2 Sähköjärjestelmät

Tunnelin sähköjärjestelmä on merkittävässä asemassa koko tunnelin toimivuuden kannalta, koska se toimii tunnelin sydämenä ja antaa järjestelmille sekä laitteille niiden tarvitseman virran. Laitteiden ja järjestelmien toimintavarmuus taas takaa luotettavan käytön sekä varmistaa välttämättömien tunnelin turvallisuuteen sekä käytettävyyteen liittyvien tietojen saannin eri järjestelmistä. Tästä syystä jokaisessa tunnelissa on oltava erikseen varavoiman lähde, joka käynnistyy automaattisesti esimerkiksi sähköverkon häiriötilanteissa ja varmistaa katkottoman sähkösyötön laitteille ja järjestelmille. (RIL 165-2-2006, 399–400.)

Tunnelin sähköjärjestelmät koostuvat yleensä:

- Sähkönjakelun 20 kV järjestelmä
- Sähkönjakelun 400 V järjestelmä
- Varavoimasähkönjakelu
- UPS-laitteet
- Liikenteenhallinnan- ja LVIS-järjestelmienohjauskeskukset
- Kaapeloinnit
- Valaistus- sekä turvalaistusjärjestelmä
- Häätäpuhelinjärjestelmä
- Paloilmoitusjärjestelmä
- Ovivalvontajärjestelmä
- Rikosilmoitinjärjestelmä

(ELY-keskus 2014e, 8.)

3.8.3 LVIA-järjestelmät

LVIA-järjestelmä koostuu nimen mukaisesti tunnelin lämmitykseen, ilmanvaihtoon, kuivatukseen ja viemäröintiin sekä paloilmoitukseen liittyvistä järjestelmistä.

Tunnelin LVIA-järjestelmien pääosat:

- Lämmittimet, laitteet ja kojeet
- Ilmanvaihto- ja savunpoistojärjestelmä
- Vesi- ja viemäröintijärjestelmä
- Paloilmoitusjärjestelmä sekä mahdollisesti ovivalvontajärjestelmä

(ELY-keskus 2014a, 9.)

3.8.4 Viestijärjestelmät

Tunneli on hyvä varustaa erilaisilla viestintäjärjestelmillä, jotta mahdollisen häiriö- tai onnettomuustilanteen sattuessa tienkäyttäjät sekä viranomaiset pysyvät ilmoittamaan asiasta ja myös kommunikoimaan keskenään. Tunnelissa on yleensä lisäksi kuulutusjärjestelmä, jonka avulla voidaan esimerkiksi antaa tienkäyttäjille tiedotuksia poikkeustilanteissa.

Viestijärjestelmät jakautuvat pääsääntöisesti seuraaviin:

- Puhelinjärjestelmät
- VIRVE-viranomaisverkko
- Antennijärjestelmä
- Kuulutusjärjestelmä

(ELY-keskus 2014a, 9.)

4 TUNNELIEN VASTUUORGANISAATIOT

Tunnelin suunnitteluvaiheesta toteutukseen ja siitä käyttöönottoon sekä kunnossapitoon liittyy monia eri vaiheita. Tunnelin elinkaaren aikana siitä ovat vastuussa lukuisat eri tahot omilla vastuualueillaan ja eri vaiheissa tunnelille tehdään myös erilaisia asiakirjoja, jotka astuvat voimaan ja joita pidetään ajan tasalla sekä päivitetään aina tarvittaessa. Esimerkkinä voidaan mainita asiakirjoista turvallisuusasiakirja sekä käyttö- ja hoitoasiakirja eli kunnossapito-ohje.

4.1 Hallintoviranomainen

Tunnelilla on oltava aina hallintoviranomainen, jonka vastuualueisiin kuuluu tunnelin kaikkien turvallisuutta koskevien säädösten, määräysten ja ohjeiden noudattamisen varmistaminen sekä huolehtia tarvittavien riskien vähentämiseen johtavien toimenpiteiden toteutuminen. TD-ryhmän tunnelien kohdalla on riittävää, jos hallintoviranomainen osallistuu tunnelia koskevaan turvallisuustason määrittelyyn. Hallintoviranomainen hyväksyy suunnittelu- ja käyttöönotto-

vaiheen turvallisuusasiakirjat sekä myös käytössä olevan tarpeen mukaan päivitettävän tunnelin turvallisuusasiakirjan. Hallintoviranomaisen tehtäviin kuuluu varmistaa tunnelille tehtävien määräaikaistarkastusten toteutuminen ja hänen velvollisuutena on osallistua päätöksentekijänä 3-4 kertaa vuodessa hallinnoijan toimesta järjestettävään tunnelin turvallisuustekijöitä käsittelevään kokoukseen. (Liikennevirasto 14/2014, 18; ELY-keskus 2014b.)

Hallintoviranomaisena toimii Liikennevirasto ja kyseistä tehtävää hoitamaan nimitetään aina erikseen henkilö. Tunnelin kaikelle liikenteelle otolle tarvitaan aina Liikenneviraston antama lupa ja lupa tarvitaan myös aina ennen liikenteelle uudelleen avaamista, esimerkiksi tunnelin ollessa suljettuna korjaustöiden tai onnettomuuden takia. Liikennevirasto valvoo ylimpänä tahona tunnelin hallinnoijalle, turvallisuusvastaavalle sekä tarkastusyksikölle annettujen tehtävien toteutumista. (Liikennevirasto 14/2014, 18.)

4.2 Hallinnoija

Tunnelilla on oltava koko sen elinkaaren aikana hallinnoija, joka vastuualueisiin kuuluu tunnelista vastaaminen yleisellä tasolla. Tunnelin hallinnoijana toimii yleensä paikallinen ELY-keskus. Hallinnoija voi myös tapauskohtaisesti olla kolmaskin osapuoli, esimerkiksi kunta, tien omistava tieyhtiö tai palveluntuottaja. Rakentamisvaiheen hallinnoijana voi toimia myös tilaaja-, rakennuttaja tai rakentajaorganisaatio. Hallinnoijalle kuuluvia tehtäviä varten on syytä nimetä erikseen yhteyshenkilö, jonka kautta kyseisten asioiden hoitaminen tapahtuu. (Liikennevirasto 14/2014, 18.)

Hallinnoijan pääasiallisia tehtäviä ovat erilaisten tunneliin liittyvien asiakirjojen laatiminen ja ylläpitäminen, kuten turvallisuusasiakirjojen sekä tunnelin organisaation ja käytön suunnitelmat. Hallinnoija laatii myös toimintaohjeet tunnelin sulkemiseksi hätätilanteiden varalta ja huolehtii niiden sekä muiden tunnelin käyttöä koskevien suunnitelmien ajan tasalla pitämisestä. Hallinnoijan velvollisuutena on laatia yleensä kuukausittaiset seurantaraportit tietoon tulleista tunnelin vakavista häiriötilanteista ja koota kuukausiraporteista vuosiyhteenveto häiriötilanteista, vakavista vaaratilanteista sekä mahdollisesti sattuneista onnettomuuksista. Hallinnoija tekee myös vuosittain turvallisuusvastaavalle, hal-

lintoviranomaiselle ja pelastusviranomaiselle tutkintaraportin jokaisesta tunnelissa tapahtuneesta vaaratilanteesta tai onnettomuudesta, josta tieto on tullut tieliikennekeskuksen tai viranomaisten kautta. Hallinnoija vastaa ja huolehtii tunnelille tehtävien säännöllisten tarkastusten toteutumisesta sekä yhteisten pelastusharjoitusten järjestämisestä pelastuslaitoksen kanssa. (TYL Pulteri, 30.)

Edellä olevat hallinnoijan tehtävät koostuvat yleisesti tunnelien kohdalla käytössä olevista toimintatavoista ja ovat pääsääntöisesti sitovia TA, TB ja TC tunneliryhmille. TD ryhmän tunneleille tehtävät ovat suositeltavia ja käytännössä myös pääpiirteittäin samat. Tehtävissä saattaa olla myös tunnelikohtaisia eroja lähinnä hallinnoijan tehtävien tai vaatimusten tarkentamisen muodossa. (Liikennevirasto 14/2014, 19.)

4.3 Turvallisuusvastaava (aluevastaava)

Tunnelin turvallisuusvastaavan nimeämisestä vastaa hallinnoija ja jos turvallisuusvastaavan tehtävät kohdistuvat TA ryhmän tunneliin tulee kyseiseen tehtävään nimetty henkilö hyväksyttävä erikseen hallintoviranomaisella. Muiden tunneliryhmien kohdalla turvallisuusvastaavan nimeäminen on suositeltavaa ja tällöin tehtävään nimetty henkilö ilmoitetaan hallintoviranomaiselle. Turvallisuusvastaavan tehtäviä hoitaa yleensä ELY-keskuksen henkilö, joka toimii käytännössä hallinnoijan alueellisena edustajana. Turvallisuusvastaava voi myös hoitaa samanaikaisesti useamman tunnelin turvallisuusvastaavan tehtävät ja tällöin häntä voidaan kutsua aluevastaavaksi. Tapauksissa joissa turvallisuusvastaavaa ei erikseen nimitetä, on tälle oltava pätevä syy. (Liikennevirasto 14/2014, 19.)

Turvallisuusvastaavan tehtäviin kuuluu organisoida tunneliin liittyviä ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ja mahdollisia suojoimenpiteitä tienkäyttäjien sekä käyttöhenkilöstön turvallisuuden takaamiseksi tunnelissa. Turvallisuusvastaava huolehtii siitä, että pelastusviranomaisten, hätäkeskuksen, valvomohenkilöstön sekä kunnossapidon välillä on yhteiset sovitut pelisäännöt hätätilanteiden varalle. Turvallisuusvastaavan velvollisuutena on osallistua tunnelin käyttöä, turvallisuutta ja hätätoimintoja koskevien suunnitelmien sekä toimintamal-

lien laadintaan. Turvallisuusvastaava toimii myös osittain välikätenä hallinnoijan ja alueurakoitsijan kanssa ja huolehtii molemminpuolisesta asioiden hoitamisesta. Turvallisuusvastaava varmistaa, että hallinnoija järjestää tarvittavan koulutuksen tunnelihenkilökunnalle ja pelastusviranomaisten henkilöstölle ja osallistuu myös määräajoin pidettävien harjoitusten järjestämiseen. Turvallisuusvastaava valvoo, että tunnelille tehdään tarvittavat huoltotoimenpiteet ja mahdolliset viat korjataan ajallaan sekä antaa neuvoja alueurakoitsijalle tunnelin käyttöön liittyen. (ELY-keskus 2014b.)

4.4 Tarkastusyksikkö

Tarkastusyksikkö tekee tunnelille tarkastuksia, arviointeja ja testauksia määräajoin. Tarkastusyksikkö muodostuu yleensä hallinnoijasta riippumattomista tunneliasiantuntijoista, jotka määrittelevät täyttääkö tunneli sille asetetut turvallisuusvaatimukset. Tarkastusyksiköllä tulee olla riittävä pätevyys ja asiantuntemus tunneliin toimintoihin liittyen sekä käyttää asianmukaisia tarkastusmenetelmiä. Tunnelin eri toiminnoille on yleensä myös oma valtuutettu toimija, joka vastaa kyseisten järjestelmien tarkastamisesta ja toimintakunnosta, kuten esimerkiksi sähkönkäytöllä ja paloilmoinjärjestelmällä. Käytäntönä on yleensä se, että tarkastusyksikkö muodostetaan erikseen aina kutakin tarkastusta varten ja hallinnoijan tehtävänä on hyväksyttävä tarkastusyksikön muodostavat asiantuntijat hallintoviranomaisella. Tarkastuksen yhteydessä syntyvistä kustannuksista vastaa tunnelin hallinnoija. (Liikennevirasto 14/2014, 20.)

Tunnelille määräytyvät tarkastustoimenpiteet ja niiden aikaväli ilmoitetaan yleensä turvallisuusasiakirjassa. Ryhmien TA, TB ja TC tunneleiden kohdalla sääntönä on, että tarkastukset tulee suorittaa vähintään 6 vuoden välein riippuen tarkastettavasta kohteesta. Ryhmän TD tunneleille on suositeltavaa ainakin määräaikaistarkastusten tekeminen. Turvallisuusvastaava voi myös pyytää ja hallintoviranomainen määrätä tunnelille tarvittaessa turvallisuusyistä tarkastusyksikön tekemään tarkastuksia 6 vuoden määrävälin sisällä. (Liikennevirasto 14/2014, 20.)

4.5 Liikenneviraston tieliikennekeskus

Tieliikennekeskuksen tehtävä on valvoa ja operoida tunnelia 24/7 periaatteella. Tunnelin pääkäyttäjänä ja seuraajana tieliikennekeskus päättää yllättävissä häiriötilanteissa tunnelin sulkemisesta ja avaamisesta sekä välittää tiedon tunneliviranomaiselle ja hallinnoijalle. Välitöntä toimintaa vaativissa häiriötilanteissa tieliikennekeskus tekee myös liikennetiedotteet omatoimisesti. Tieliikennekeskuksen vastuulla on oman pätevystyhenkilöstönsä kouluttaminen tunnelijärjestelmiin liittyviin tehtäviin sekä operatiivisen toimintansa yhtenäisestä ohjeistuksesta vastaaminen yhdessä tunnelin hallinnoijan kanssa. (ELY-keskus 2014b.)

Tieliikennekeskus seuraa omalla tahollaan tunnelissa suoritettavien huolto- ja korjaustoimenpiteiden turvallisuuden noudattamista tehtyjen ja sovittujen suunnitelmien mukaan. Tieliikennekeskuksen velvollisuutena on myös osallistua tunneliin liittyvien erikoistilanteiden toimintatapojen suunnitteluun sekä pelastusharjoitusten suunnitteluun ja operatiiviseen toteutukseen. Pelastusharjoituksista tieliikennekeskus toimittaa pelastuslaitokselle sekä hallinnoijalle harjoituksen raportointiin tarvittavat tiedot. Häiriötilanteissa tieliikennekeskus toimii tiiviissä yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa ja noudattaa sovittuja toimintatapoja sekä kirjaa häiriötilanteista tekemänsä havainnot ja toimenpiteet ylös. Tieliikennekeskuksen tärkeänä tehtävänä on myös ilmoittaa havaitsemistaan laitevioista tai turvallisuuspuutteista hoitourakoitsijalle ja tienvarsitekniikan valvonta- ja hallintopalveluiden tuottajalle sovituksi. (TYL Pulteri, 31–32; ELY-keskus 2014b.)

4.6 Hätäkeskus, pelastuslaitos ja poliisi

Hätäkeskus vastaanottaa hätäilmoituksen tai automaattisen palohälytyksen tunnelista, arvioi tilanteen, tehtävän kiireellisyyden sekä tarvittavat voimavarat. Tämän jälkeen hätäkeskus hälyttää tehtävään etukäteen sovittujen toimintaperiaatteiden mukaan pelastuslaitoksen, poliisin, terveystoimen yksiköt ja mahdolliset lisäyksiköt sekä ilmoittaa asiasta tieliikennekeskukselle. (ELY-keskus 2014b.)

Pelastuslaitoksen tehtävänä onnettomuuspaikalla on johtaa pelastustoimintaa ja ohjeistaa hätäkeskuksen toimesta etukäteen hälytettävät yksiköt aina ohjeiden mukaan. Pelastuslaitos voi tarvittaessa pyytää alueurakoitsijan paikalle avustamaan liikenteenohjauksessa tai jälkisiivouksessa tieliikennekeskuksen kautta. Pelastuslaitos myös ilmoittaa hätäkeskukselle VAK-onnettomuuden tiedot eteenpäin välitettäväksi Suomen ympäristökeskukselle ja on tarvittaessa yhteydessä TUKES:iin vaarallisten aineiden käsittelyyn liittyen. Pelastuslaitoksen velvollisuutena on perehdyttää ja kouluttaa henkilöstönsä tunneleihin liittyen sekä osallistua tunnelin pelastusharjoitusten suunnitteluun ja toteutukseen. (ELY-keskus 2014b.)

Poliisin tehtävänä häiriötilanteissa on toimia yhteistyössä pelastusviranomaisien ja tieliikennekeskuksen kanssa yleisen järjestyksen sekä turvallisuuden ylläpitämiseksi. Poliisi ohjaa tarvittaessa liikennettä ja huolehtii tunneliin pysähtyneiden ajoneuvojen tai asiattomien henkilöiden poistamisesta yhteistyössä tieliikennekeskuksen kanssa. Poliisin yleisiä mahdollisesti tunnelin alueella suoritettavia työtehtäviä ovat rikos- ja muu tutkinta sekä liikennevalvonta tiejaksolla. Poliisin velvollisuutena on myös osallistua tunneliin liittyvien pelastusharjoitusten suunnitteluun ja operatiiviseen toteutukseen. Poliisi toimittaa aina liikenneonnettomuuksista ilmoituslomakkeen Tilastokeskukseen. (ELY-keskus 2014b.)

5 TUNNELIEN ISÄNNÖINTI

Tunnelin isännöinnistä vastaa yleensä kunnossapidon alueurakoitsija, jonka urakka-alueen tieverkolla tunnelin sijaitsee. Kaupunkien katuverkoilla sijaitsevilla tunneleilla isännöitsijänä voi toimia myös itse kaupunki. Tunnelin käyttöönottoaiheessa yleensä valitaan tunnelille isännöitsijä, joka vastaa tunnelin käytön aikaisesta ylläpidosta sovittujen huolto- ja kunnossapitotoimien mukaan.

5.1 Isännöintiin kuuluvat tehtävät ja velvollisuudet

Tunnelin isännöijän tehtävät koostuvat pääasiassa tunnelin yleisestä ylläpidosta ja turvallisuutta parantavista ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä. Alueurakoitsijan on hyväksyttävä hallinnoijalla oma asiantuntijansa tunneli-isännöitsijäksi tunnelin isännöinnin alkaessa. Alueurakoitsija voi hyödyntää eri alu-urakoitsijoita tunnelin huolto- ja kunnossapitotöissä tarvittavasta erikoisosaimisesta riippuen. Isännöitsijän pääasiallinen tehtävä on pitää tunneli asianmukaisessa kunnossa sovittujen sopimusten mukaisesti, korjata tai korjauttaa tunnelin vioittuneet laitteet sekä varusteet ja toimia yhteyshenkilönä tunnelin hallinnoijaan. (ELY-keskus 2014b.)

5.1.1 Hallinnolliset tehtävät

Isännöitsijän hallinnolliset tehtävät koostuvat lähinnä erilaisten asiakirjojen päivittämisestä, tilaajalle raportoinnista, kokouksiin osallistumisista ja muista tunneliin liittyvien edustustehtävien hoitamisesta. Isännöitsijän tehtäviin kuuluu olla mukana tunneliin liittyvien asiakirjojen vuosittaisessa päivittämisessä yhteistyössä tilaajan kanssa. Isännöitsijä osallistuu tunneliin liittyvien pelastusharjoitusten suunnitteluun, itse harjoitukseen sekä jälkiraportointiin. Isännöitsijän on syytä olla paikalla 3–4 kertaa vuodessa järjestettävässä hallinnoijan pitämässä kokouksessa. Isännöitsijä osallistuu myös tunneliin liittyviin koulutuksiin ja vastaa oman tunneliin liittyvän kokemuksensa siirtämisestä seuraavalle hoitourakoitsijalle isännöintivastuun vaihtuessa. Isännöitsijä on mukana luonnollisesti myös alueurakan työmaakokouksissa, joissa käsitellään tunneliin liittyviä asioita. (ELY-keskus 2014b.) Isännöitsijä edustaa tienviranomaista ja osallistuu pelastuslaitoksen edellyttämiin tarkastuksiin (ELY-keskus lisäkirje nro 3, 8).

Isännöitsijä huolehtii siitä, että varaosavarastot täydennetään aina kun varaosia on käytetty. Varaosavarastojen tulee olla takuuajanakin urakan vuosittaisissa välivastaanotoissa hyväksytyjen varaosaluetteloiden mukaiset. Isännöitsijän tehtävänä on huolehtia tunnelin lukittujen tilojen avaimista ja pitää niistä luettelo, jotta avaimia ei päädy väärin käsiin. (ELY-keskus lisäkirje nro 3, 8.)

5.1.2 Operatiiviset tehtävät

Isännöitsijällä on päävastuu kaiken toimintansa yhteydessä tarkkailla tunnelin rakenteiden ja laitteiden kuntoa sekä toimintaa. Isännöitsijän velvollisuutena on toteuttaa tieliikennekeskukselta tulleet toimenpidepyynnöt sovittujen vastaajien puutteissa ja lähettää tarvittaessa maastopartio tunneliin. Maastopartio koostuu vähintään kahdesta henkilöstä ja heidän tulisi olla ympärivuorokauden käytettävissä. Isännöitsijä järjestää myös tunnelin vartioinnin sovittujen käytäntöjen mukaan. Havaitsemistaan puutteista tai poikkeavuuksista isännöitsijän tulee välittömästi ilmoittaa urakkaa valvovalle tilaajalle eli aluevastaavalle (turvallisuusvastaava). Onnettomuustilanteissa isännöitsijän tulee toimia pelastuslaitoksen, poliisin ja tieliikennelaitoksen ohjeiden mukaan ja auttaa tarvittaessa liikenteenohjauksessa tai jälkisiivouksessa. (ELY-keskus 2014b.)

Isännöitsijän tehtävänä on järjestää tunnelille tehtävät kuukausi- ja vuosihuollot ja varmistaa että ne tehdään asianmukaisesti. Mahdollisista laitteiden uusimista on tarpeen pitää kirjaa niin, että niiden kestoja ja takuun voimassaoloa voidaan seurata luotettavasti. Laitteista on myös löydettävä päiväys, milloin laite on hankittu ja otettu käyttöön. Isännöitsijän velvollisuus on huolehtia, että tunnelin teknisille tiloille ja laitetoille suoritetaan siivous vähintään 12 kertaa vuodessa, joista yhden kerran tulee olla suursiivous. Pääsääntönä kuitenkin on, että tilat pysyvät siisteinä sekä käyttötarkoituksen mukaisessa kunnossa ja ne siivotaan aina tarvittaessa. (ELY-keskus lisäkirje nro 3, 11.) Edellä mainitut isännöitsijän tehtävät ovat yleisesti käytössä olevia toimintaperiaatteita tunnelien kohdalla ja niissä saattaa esiintyä hieman tunnelikohtaisia eroja riippuen tehdyistä sopimuksista osapuolten välillä.

5.2 Isännöintiä koskevat tunnelin käytön ja kunnossapidon ohjeet

Isännöitsijän velvollisuutena on viimekädessä varmistaa, että tunnelissa tehtävissä töissä käytetään riittävän ammattitaitoista henkilöstöä ja he ovat työtehtäväänsä asianmukaisesti perehdytettyjä. Tunnelissa tehtävät työt tapahtuvat yleisellä tieverkolla ja on tärkeää noudattaa aina yleisiä turvallisuusvaatimuksia tiellä tehtävästä työstä. Ensisijaisen tärkeää on ilmoittaa aina tunneliin

mentäessä ja poistuttaessa siitä tieliikennekeskukseen, jotta turhilta hälytyksiltä ja järjestelmien mahdollisilta automaattiohjausten toimenpiteiltä välttyttäisiin.

Tunnelialueella voimassa olevia vaatimuksia:

- Kaikessa tiealueella tapahtuvassa työssä on työntekijöillä oltava vähintään voimassa oleva Tieturva 1-kortti.
- Kunnossapitotoimenpiteitä varten on tieliikennekeskukselta pyydettävä lupa etukäteen ja ilmoitettava tieliikennekeskukseen tunneliin mentäessä sekä töiden loppuessa. Tällöin tieliikennekeskus pystyy varmistamaan, että työt voidaan aloittaa turvallisesti.
- Työkohteessa on oltava aina törmäyssuojalla varustettu turva-auto ja tunnelin kaistojen sulku tehdään kaistaopasteilla tai kiintein liikenteenohjauslaittein.
- Sulkemattomalla kaistalla ei saa tehdä mitään huolto- tai korjaustöitä, ei edes tienmerkintätöitä ja kaistalle pysähtymistä ei myöskään sallita.
- Tieliikennekeskuksella on mahdollisuus keskeyttää työskentely tunnelialueella lähistöllä sattuneen onnettomuuden takia tai jos urakoitsijan toimenpiteet vaarantavat yleistä liikennöintiä tunnelialueella. Tällöin asiasta tulee ilmoittaa isännöitsijälle sekä alueurakan valvojalle.
- Tunnelialueella niin kuin muuallakin tieverkolla työskenneltäessä on käytettävä hätävilkkua kaikissa ajoneuvoissa ja työkoneissa sekä työntekijöillä on oltava määräykset täyttävä suojavaatetus päällä.
- Hätälevikkeelle pysähdyttäessä on suljettava hätälevikkeen viereinen kaista turvakaistaksi kaistaopasteilla tieliikennekeskuksen kautta.
- Kunnossapidossa käytettäviä välineitä tai ajoneuvoja ei saa jättää tunneliin ilman urakoitsijan paikalla olevan edustajan lupaa.
- Yksittäisissä huoltokäynneissä on isännöitsijän oltava paikalla huollon aikana.
- Tunnelialueella tapahtuvissa huolloissa tulee käyttää kiinteää liikenteenohjausta sekä kaistaopasteita tilaajan hyväksymän liikenteenohjaussuunnitelman mukaan. Esimerkki tunnelin liikenteenohjaussuunnitelmasta löytyy liitteistä (Liite 2).
- Huollon ja kunnossapidon työskentelyajat sekä maastopartion käyttö on määriteltävä erikseen alueurakan urakkasopimuksessa tai siitä on muuten sovittu osapuolten kesken.

(ELY-keskus 2014b; TYL Pulteri, 34.)

6 TUNNELIEN TOIMINTA

Tunnelille tehtävien ylläpidon aikaisten huolto- ja kunnossapitotöiden takia on ensiarvoisen tärkeää, että tunnelin isännöitsijä ja sitä kautta myös tunnelissa toimivat aliurakoitsijat tuntevat tunnelin järjestelmien ja laitteiden toimintaperiaatteet. Perehdyttämällä ja kouluttamalla henkilöstö tunnelin toimintaan sekä valvomalla töiden toteutusta varmistetaan tunnelin ylläpidon toteutuminen asianmukaisesti urakkasopimuksen mukaan.

6.1 Järjestelmien toiminta

6.1.1 Liikenteenohjausjärjestelmä

Häiriönhavaintojärjestelmä

Tunnelin liikenteenohjausjärjestelmään kuuluu automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka koostuu ajoradan yläpuolelle asennetuista kuvantulkintakameroista ja kuvantulkintaohjelmistosta. Liikenteenseurantakamerat mahdollistavat tunnelialueen seuraamisen reaaliajassa kameroiden välityksellä. Kameroita sijoitetaan tunneliin yleensä niin, että niiden havaintoalue kattaa hyvin koko tunnelialueen eikä katvealueita synny. Kameroita voidaan erikseen käännellä ja zoomata tieliikennekeskuksesta sekä niihin voidaan myös ohjelmoida monia esiasentoja. Järjestelmä tuottaa automaattisesti hälytykset hitaasta ajoneuvosta, pysähtyneestä ajoneuvosta tai turvallisuutta vaarantavasta esteestä tai esineestä ajoradalla sekä väärään suuntaan ajavasta ajoneuvosta. Väärään suuntaan ajava ajoneuvo voidaan myös tunnistaa tunnelin ilmaisinsilmukoilla, joita on sijoitettu tunnelin lähistölle. Ilmaisimet antavat hälytyksen käyttäliittymään, joka aiheuttaa visuaalisen- sekä ääniherätteen. Tunnelin automaattiohjaukseen voidaan asettaa väärään suuntaan ajavasta hälytyksestä käynnistymään tunnelin hätäsulku ja muita toimintoja. Häiriönhavaintojärjestelmä ilmoittaa hälytyksillä myös omista laitevioistaan. Tunnelista tuleva hälytys näkyy tieliikennekeskuksen hälytysnäytöllä hälyttävää kohdetta kuvaavan kameran välityksellä. (ELY-keskus 2014a, 16; TYL Pulteri, 23–24.)

Liikenteen sujuvuus

Liikennettä ja sen sujuvuutta mitataan automaattisilla sekä aktiivisilla silmuk-kailmaisimilla. Ilmaisimet sijaitsevat tunnelissa ja sen lähistöllä tasaisin etäi-syyksin. Ilmaisimet tunnistaa hitaasti liikkuvan tai pysähdyksissä olevan liiken-teen ilmaisimen varausasteen perusteella ja liikenteenhallintajärjestelmä va-roittaa liikennettä edessä olevasta ruuhkasta. Järjestelmä voi tarvittaessa py-säyttää liikenteen liikennevaloilla jo ennen tunnelin suuaukkoa. Mittausarvot näkyvät järjestelmän käyttöliittymässä ja järjestelmän raja-arvoja voidaan sää-tää ja näin muuttaa nopeutta, jonka alituksesta järjestelmä tekee hälytyksen tieliikennekeskukseen. Tieliikennekeskuksen päivystäjä päättää hälytyksen jälkeisistä toimenpiteistä tekemällä tilannearvion kameroiden avulla. (ELY-kes-kus 2014a, 16-17; TYL Pulteri, 24.)

Liikenteen pisteseuranta

Liikenteen pisteseurannalla eli LAM-pisteseurannalla kerätään ja tallennetaan tiedot kaikista ohi menevistä ajoneuvoista. Mittauspiste sijaitsee yleensä tun-nelin ulkopuolella ja ilmaisimia voi olla eri kohdissa, esimerkiksi pääkaistoilla ja rampeissa. Mittauspisteen muistiin tallentuu ohitusaika, ajosuunta, ajo-kaista, ajoneuvon pituus, nopeus, ajoneuvoväli, ajoneuvoluokka eli onko hen-kilöauto, pakettiauto, kuorma-auto vai linja-auto. Liikenneviraston tiedonkeruu järjestelmäpalvelu kerää tiedot suoraan seurantapisteistä omaan käyttöön. (ELY-keskus 2014a, 17.)

Tunnelissa voi tarvittaessa olla **rekkaliikenteen jonotunnistimet**, kuten Kol-silan tunnelin itäpuolella. Jonotunnistimet sijaitsevat pientareella ja tunnistin havaitsee päällensä pysähtyneen rekan. Tunnistimet antavat tieliikennekes-kukseen ilmoituksia rekkajonon kasvaessa ja tieliikennekeskus voi seurata lii-kennekameroista, ettei rekkajono pääse ylettymään tunneliin saakka. (Liiken-nevirasto 2011b, 21.)

Tiesääasemat

Tunnelin lähistöllä voi olla tiesääasema, jonka mittausarvojen perusteella voi-daan säätää ohjaukset nopeusrajoitusmerkeille, varoitusmerkeille ja tiedotus-opasteille. Tiesääasema on yleensä varustettu näkyvyysantureilla ja valoantu-rilla, jotka mittaavat valaistusvoimakkuutta. **Näkyvyysmittaus** tapahtuu tunne-

lin sisällä olevien mittausanturoiden avulla, joihin on asetettu hälytysrajat näkyyden mukaan. **Häikäisymittaus** taas tapahtuu tunnelin suuaukolla, jossa on häikäisyä mittaava valoanturi. Asetetun raja-arvon ylittyessä järjestelmä antaa hälytyksen ja häikäisystä voidaan varoittaa tienkäyttäjiä tiedotusopasteiden avulla. Tunnelin sisällä tai päädyissä voi myös olla omat tiesääasemansa, jotka mittaavat tien ja ilman lämpötilaa. Tienpinnan tilaa mittaavien anturien on tarkoitus havaita tienpinnan mahdollinen jäätymisvaara ja antaa siitä varoitus. Liikennevirasto kerää mittaustiedot talteen suoraan tiesääasemilta. (ELY-keskus 2014a, 17.)

Päästöjen mittaus

Pidemmissä ja vilkkaampi liikenteisissä tunneleissa liikenteestä aiheutuvia CO ja NO₂-pitoisuuksia mitataan päästöantureilla. Päästöjen mittauksen järjestelmään voidaan asentaa hälytysrajoja pitoisuuksien mukaan ja korkeimman rajan ylittyessä tunneli joudutaan pahimmassa tapauksessa sulkemaan. (ELY-keskus 2014a, 18.)

6.1.2 Sähköjärjestelmät

Tunnelin sähköjärjestelmän sähköjakelu pyörii useimmiten muuntamon yhteyteen sijoitetun 20 kV keskijännitekojeiston, muuntajan ja siihen liitettävän pääkeskuksen sekä erillisten 400 V jakokeskusten varassa. Tunnelin sähköliittymä toteutetaan yleensä pienjännite liittymänä. Sähkölaitoksen keskijännitekojeisto ja muuntaja sijaitsevat tunnelin teknisessä tilassa. Nousukeskuksia voi olla teknisen tilan lisäksi tunneliputkien välisen yhdyskäytävän lukitus-tilassa. Sähköjakeluyhtiö tuo sähkönsyötön sähköasemalta tunnelin laitetilan keskijännitekojeistolle. Verkkohäiriötilanteissa sähkönvaihto tapahtuu manuaalisesti sähkölaitoksen käyttökeskuksen kautta, jossa on jatkuva päivystys. Sähköteknisen vian aiheutuessa maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelmä saa varolaitteet välittömästi toimimaan ja estää vaarallisten kosketusjännitysten syntyminen. (TYL Pulteri, 16.)

Varavoimansähköjakelu

Tunnelin jatkuva sähköjakelu ja kriittisten järjestelmien toiminta varmistetaan häiriötilanteiden varalta varavoimansähköjakelulla. Varavoimansähköjakelu

toteutetaan dieselgeneraattori varavoimakoneella, joka sijaitsee teknisen tilan varavoimahuoneessa. Varavoimakoneen pienjännitesähkösyöttö on liitetty pääkeskukseen. Varavoimakone käynnistyy automaattisesti sähkökatkosta ja alkaa siihen asetetun ajan jälkeen syöttämään liittymän sähkökuormia. Normaalin sähkösyötön palattua varavoimakone asettuu verkon rinnalle ja irrottautuu jakelusta. Tunnelin normaalissa käytössä varavoimakone voi pystyä tuottamaan sähköenergian jopa koko tunnelin sähköntarpeeseen. (ELY-keskus 2014a, 19.)

UPS-laitteet

UPS-laitteen tarkoituksena on taata tasainen ja keskeytymätön virransyöttö lyhyissä sähkökatkoksissa tai syöttöjännitteen epätasaisuuksissa. UPS-laitteet on kytketty sähkönjakelun varavoimanosaan ja ne sijaitsevat yleensä teknisessä tilassa. UPS-laite syöttää suojaamilleen laitteilleen sähköä muutaman minuutin ajan ennen kuin varavoimakone kytkeytyy. UPS-laitteilla varmennetaan yleensä sähkönsyöttö liikenteenhallintalaitteille, turvavalaisukselle ja mahdollisesti muulle valaistukselle. Turvajärjestelmien keskuslaitteilla on pääsääntöisesti aina erikseen akuilla varmennetut sähkönsyöttönsä. (ELY-keskus 2014a, 19; TYL Pulteri, 16–17.)

Ohjauskeskukset

Tunnelin **liikenteenhallinnan- ja LVIS-järjestelmien ohjauskeskukset** sijaitsevat yleensä teknisessä tilassa, yhdyskäytävien laitetoissa sekä tunnelien suuaukoilla. Tunnelin sähköjärjestelmien **kaapeloinnit** kulkevat tie- ja piennaralueiden alapuolisessa maassa putkien sisällä. Keskijännitekaapeloinnit kulkevat yleensä omissa erillisissä putkissaan ja tunnelin mahdollisella kaapelihyllyllä kulkee pääasiassa vain valaistusryhmäjohtot ja osa liikenteenhallintajärjestelmän kaapeloinnista. (ELY-keskus 2014a, 19; ELY-keskus 2014e, 12.)

Valaistus

Tunnelin valaistus jakautuu ajotunnelin valaistukseen, tunneliputkien välisten yhdyskäytävien valaistukseen, teknisten tilojen valaistukseen sekä turvavalaisukseen. Ajotunneleiden valaistus on jaettu yleensä valaistusryhmiin 0–4, 0-ryhmän valaisimet ovat tasajaolla koko tunnelin matkalla ja tämän ryhmän valaistuksesta 50 % syötetään UPS-laitteiden avulla. 1–4 ryhmien valaistus

sijaitsee tunnelien suuaukoilla ja niillä ei ole yleensä UPS-laitteiden varmennetta sähkönsyöttöä. Valojen ohjaus tapahtuu automaattisesti tunnelin suuaukoilla tehtävien luminanssimittauksien avulla. Valaistusryhmiä sytytetään ja sammutetaan luminanssitason vaihteluiden mukaan. Huolto- ja pelastustilanteissa valaistusta voidaan tarvittaessa ohjata käsikäyttöisesti käyttöliittymästä käsin. (ELY-keskus 2014a, 20.)

Turvavalaistus jaetaan poistumisreittiopastukseen sekä poistumisvalaistukseen. Poistumisreittiopastus opastaa häiriötilanteessa turvallisen poistumisreititunnelista ja niiden kuuluu olla aina valaistuja. Poistumisreitivalaistuksen tehtävänä sen sijaan on varmistaa poistumisreittien valaistus. Turvavalaistus syttyy automaattisesti paloilmoitinkeskuksen palohälytyksestä. Turvavalaistuksen osana on myös varavalaistus, joka toimii sähköhäiriön aikana UPS-laitteen kautta 15 minuutin ajan ja tällöin tunnelin normaalivalaistuksesta palaa 50 %. (ELY-keskus 2014a, 20.)

6.1.3 LVIA-järjestelmä

Lämmitys

Tunnelin teknisten tilojen, muuntamoiden ja pääkeskustilojen lämmitys tapahtuu yleensä sähköpatterien avulla. Laitetilan paikallisvalvomossa varusteena voi olla myös ilmastointi. Palovesijärjestelmän, palopostin, kuivatusjärjestelmän ja sadevesijärjestelmän putkistot on varustettu saattolämmityksellä jääty-
misen estämiseksi. (ELY-keskus 2014c, 13.)

Vesi- ja viemärintijärjestelmä

Tunnelin vesi- ja viemärintijärjestelmä koostuu laajimmillaan pesu/jätevesijärjestelmästä, sadevesijärjestelmästä, kuivatusvesijärjestelmästä sekä palovesijärjestelmästä. Pesu/jätevesijärjestelmän tehtävänä on kerätä tunnelin sisältä esimerkiksi tunnelin pesusta aiheutuvat pintavedet ja kuljettaa ne kitakairojen kautta jätevesialtaisiin. Jätevesikaivot on varustettu kitakansilla, vesilukoilla ja lietepesillä. Jätevesialtaissa on yleensä kemikaalianturit, jotka mittaavat vaarallisten aineiden pitoisuuksia, esimerkiksi leimahtavia hiilivetyjä, hap-

pipitoisuutta sekä veden sähkönjohtavuutta. Altaan täyttymisestä tulee erikseen hälytys ja se käydään tyhjentämässä imuautolla. (ELY-keskus 2014a, 22.)

Sadevesijärjestelmän tehtävänä on estää ylimääräisten sadevesien pääsy tunneliin. Sadevesijärjestelmä korvataan usein kuivatusjärjestelmällä, mikäli se todetaan tunnelille riittäväksi ja käytännöllisemmäksi. Tunnelin suuaukoilla voi olla betoniset pohjapadot, jotka estävät vesien pääsyn tierakenteen kautta tunneliin. Sadevedet ohjataan salaojituksen kautta edelleen sadevesijärjestelmään, jossa vedet etenevät tunnelin suuaukkojen sadevesikaivojen kautta sadevesipumppaamoihin. Lopuksi vedet johdetaan kunnalliseen sadevesiviemärijärjestelmään tai mahdollisesti ympäristöön. (ELY-keskus 2014a, 22–23.)

Kuivatusvesijärjestelmän ideana on kerätä salaojavedet tunnelista salaojakaivojen kautta kuivatusvesipumppaamoon. Kuivatusvesijärjestelmän korvattaessa sadevesijärjestelmän se toimii tällöin myös sadevesien kerääjänä. Kuivatusvesiallas on yleensä myös varustettu kemikaaliantureilla. (ELY-keskus 2014a, 23–24.)

Tunnelin **palovesijärjestelmä** koostuu palovesijohdosta, palovesiputkistosta, paloposteista sekä mahdollisesti myös sammutusvesialtaasta ja pumppaamosta. Kaupunkien lähetyvillä olevissa tunneleissa on yleensä suora yhteys kaupungin veden jakeluverkkoon ja erillistä sammutusvesiallasta ei näin tarvita. Syrjemmässä sijaitsevissa tunneleissa taas sammutusvesiallas voi olla tarpeellinen veden saannin nopeuttamiseksi ja samalla se voi toimia myös lisävesivarastona pelastuslaitokselle. Sammutusvesiallas sijaitsee yleensä jätevesialtaan yhteydessä ja se täytetään erikseen säiliöautolla. Sammutusvesialtaan vieressä sijaitsee sammutusvesipumppaamo, joka käynnistyy tieliikennekeskuksen käyttöliittymästä tehdystä palohälytyksestä ja alkaa automaattisesti paineistaa sammutusvesiverkostoa. Pumpun voi käynnistää myös tunnelin suuaukolla ja pumppuhuoneessa olevilla kytkimillä. Normaalisti sammutusvesiverkosto on tyhjä ja se on muistettava tyhjentää avaamalla pumppujen ohituslinjan käsikäyttöinen sulkuventtiili aina joka palotilanteen tai hälytyksen jälkeen. Paloposteja on tunnelissa tasaisin etäisyyksin kynsiliittimin sekä palovesiasema sijaitsee yleensä maanpäällä tunnelin suuaukon ulkopuolella. Palo-

postien yhteydessä on myös jauhesammutinkaapit sekä sammuttimia on saatavissa jo tunnelien suuakkojen läheisyydestä. (TYL Pulteri, 21; ELY-keskus 2014a, 24.)

Ilmanvaihto- ja savunpoistojärjestelmä

Tunneleissa käytetään pääasiassa kahta erityyppistä ilmanvaihtojärjestelmää, pitkittäistä ja poikittaista. **Poikittaisessa järjestelmässä** savu on tarkoitus kerätä tunnelin katon rajaan kerrokseksi ja imeä tätä kautta pois, jolloin alapuolelle jää savuttomampi tila. Poikittainen järjestelmä on kuitenkin epävakaampi etenkin lyhyissä tunneleissa ja häiriintyy helpommin pitkittäisistä ilmavirtauksista, jonka seurauksena savu saattaa levitä tunneliin epätasaisesti. (PIARC 2007, 97, 99, 101, 103.) Se toimiikin parhaiten pitkissä ja vilkasliikenteisissä tunneleissa sekä on myös teknisen vaativuuden ja kalliin toteutuksen takia kannattavampi ratkaisu kyseisissä kohteissa (Systemair 2012).

Tunnelin ilmanvaihto- ja savunpoistojärjestelmä toteutetaan Suomessa yleisimmin **pitkittäisesti** impulssipuhaltimilla ja mahdollisesti myös poistoilmapiipussa sijaitsevilla aksiaalipuhaltimilla. Normaalitylanteessa puhaltimet puhaltavat liikenteen suuntaan, mutta jos pitoisuudet nousevat liikaa voidaan piipun puhaltimet käynnistää ja kääntää impulssipuhaltimien puhallus liikennettä vasten kohti piippuja. Palotilanteissa käynnistyy automaattinen savunpoisto ja puhallusta voidaan säädellä tunnelikohtaisesti riippuen palopaikasta. Tunneliputket voidaan imeä alipaineiseksi tai puhaltaa ylipaineiseksi riippuen savun kulkeutumisesta, tärkeintä on kuitenkin yrittää pitää puhdas tunneli savuttomana. (ELY-keskus 2014a, 21.) Pitkittäistä ilmanvaihtoa ei saa lähtökohtaisesti kuitenkaan käyttää tunneleissa, joissa on tunneliputken sisällä kahdensuuntainen liikenne tai ruuhkautumiseen mahdollisesti taipuvissa yhdensuuntaisissa tunneleissa. Näissä tapauksissa hyödynnetään silloin yleensä poikittaista tai puolipoikittaista ilmanvaihtoa, ellei pitkittäisilmanvaihtoa voida osoittaa riskianalyysin tai lisätoimenpitein paremmaksi vaihtoehdoksi. (Liikennevirasto 14/2014, 15.)

Tunnelin ilmanvaihtona voi toimia pelkästään myös pitkittäisilmanvaihto painovoimaisesti riippuen tunnelista. Tunnelin tekniset tilat ja yhdyskäytävät on kuitenkin syytä varustaa koneellisella ilmanvaihdolla tästä huolimatta, jotta näiden tilojen savunpoisto varmistetaan myös onnettomuustilanteissa. Tällaisissa tunneleissa savunpoisto tapahtuu yleensä paineistamalla savuttoman tunnelin

puolelta yhdystunnelin tuloilmakone täydelle teholle sekä avaamalla savuttoman tunnelin moottoripalopellit ja vastaavasti sulkemalla ne savun peittämästä tunnelista. (TYL Pulteri, 19.)

Automaattinen savunpoisto voidaan myös ohittaa manuaalisesti savunpoiston ohjauskeskuksista (SPOK), jotka sijaitsevat yleensä teknisessä laitetilassa tai yhdyskäytävissä. Savunpoiston käsikäytöllä on mahdollista käynnistää puhaltimia erikseen ja ohjaustaulusta on nähtävissä palopaikka LED-valoin, varavoimakäytössä sen kapasiteetin tila sekä ilmavirtauksen nopeuden ja suunnan ilmaisu. (ELY-keskus 2014a, 21–22.)

Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinkeskus sijaitsee joko tunnelin yhdyskäytävissä tai teknisessä laitetilassa. Käyttöpaneelit löytyvät yleensä teknisen laitetilän lisäksi yhdyskäytävistä. Teknisessä laitetilassa sekä yhdyskäytävissä palonilmaisuus on toteutettu pisteilmaisimien, jotka havaitsevat savun ja lämmön. Yhdyskäytävistä ja laitetilasta löytyy paloilmainsinipainikkeet sekä tunneliputkista hätäasemien yhteydessä. Paloilmoitinjärjestelmä hälyttää hätäkeskuksessa ja tiedottaa tieliikennekeskuksen käyttöliittymään palopainikkeen painamisesta tai lämpö- ja savuilmaisimien aktivoitumisesta. Turvavalaistus käynnistyy automaattisesti ja palokellot alkavat soimaan, kun paloilmoitinjärjestelmä antaa palohälytyksen. Tieliikennekeskuksesta voidaan myös tehdä palohälytys hätäkeskukseen käyttöliittymän avulla. Paloilmoitinjärjestelmän aktivoituessa käynnistyviä liikenteenohjaustoimintoja voidaan säätää tunnelikohtaiseksi käyttöliittymästä. (TYL Pulteri, 20; ELY-keskus 2014a, 24–25.)

Ovivalvonta- ja rikosilmoitinjärjestelmä

Ovivalvonta- ja rikosilmoitinjärjestelmien tarkoituksena on valvoa tunnelin ovien ja tilojen käyttöä sekä liikettä. Ovivalvontajärjestelmä koostuu antureista tai kytkimistä, joita on asennettu tilojen ja kaappien oviin. Anturit havaitsevat ovien liikkeen tai esimerkiksi käsisammuttimen irrottamisen ja järjestelmä antaa siitä ilmoituksen käyttöjärjestelmään. Rikosilmoitinjärjestelmä koostuu ovikoskettimista, liiketunnistimista ja mahdollisesti lasirikkoilmaisimista, joita on asennettu tekniseen tilaan ja erillisiin laitetiloihin. Järjestelmän havaitessa tilassa ylimääräistä toimintaa antaa se siitä hälytyksen, joka välittyy tieliikennekeskukseen ja vartiointiliikkeeseen. (TYL Pulteri, 21.)

6.1.4 Viestijärjestelmät

Tiedonsiirtoverkot

Tunnelin tiedonsiirtoverkot koostuvat kaapeliverkoista, jotka liittyvät tunnelin liikenteen- ja kiinteistönhallintajärjestelmien ohjaukseen ja valvontaan. Verkko muodostuu kahdesta päälohkosta, lähiverkosta (LAN) ja ulkoisesta laajaverkosta (WAN). Lähiverkko vastaa tunnelin ohjaus- valvonta- ja seurantalaitteiden tiedonsiirron välittämisestä eteenpäin ja toimii normaalina Ethernet-verkko. Laajaverkko koostuu yksimuotokuidusta ja se liitetään tieosuuden tietelmatiikan laajakaistaverkkoon. Laajakaistaverkon avulla tiedot pystytään siirtämään paikallisvalvomosta Liikenneviraston tieliikennekeskukseen. (TYL Pulteri, 22.)

Puhelinjärjestelmät

Viestijärjestelmän pääpaino kohdistuu yleensä puhelinjärjestelmään, joka koostuu hätäpuhelinverkosta ja pelastuslaitoksen kenttäpuhelinverkosta. Hätäpuhelinverkko muodostuu hätäpuhelimista, joita löytyy yhdyskäytävistä ja tunnelin hätäpysäyttämispaikoilta sekä tunnelin ulkopuolella olevien hätäasemien yhteydestä. Hätäpuhelinverkko toimii GSM-verkkona ja hätäpuhelimesta on suora yhteys hätäkeskukseen ja tieto sen käytöstä kulkeutuu valvontajärjestelmään osoitteellisena. Pelastuslaitoksen kenttäpuhelinverkko muodostuu vastaavasti puhelinpisteistä, joita löytyy yleensä tunnelin yhdyskäytävien luota. (ELY-keskus 2014a, 25.)

Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmän tarkoituksena on varmistaa eri viestintäjärjestelmien kuuluvuus tunnelissa kaikissa tilanteissa ja sen avulla autoilijoille voidaan myös antaa liikennetiedotteita autoradion kautta (Liikennevirasto 27/2015, 41). Antennijärjestelmä koostuu eri järjestelmien antennista, toistimista/vahvistimista, suojausputkista, sähkönsyötöstä ja maadoituksista (Liikennevirasto 2011a, 17). Antennijärjestelmän avulla varmistetaan yleensä VIRVE-verkon, ULA-radiotaajuusverkon sekä eri GSM-verkkojen vahva signaali tunnelin joka kohdassa (Liikennevirasto 27/2015, 41).

VIRVE-verkko eli viranomaisverkko on maailman ensimmäinen valtakunnallinen käytössä oleva TETRA-teknologiaan perustuva radiopuhelinverkko, jonka tarkoituksena on taata vakaa ja luotettava viestintäjärjestelmä viranomaisten sekä esimerkiksi vaativasta infrastruktuurista vastaavien organisaatioiden käyttöön. VIRVE-verkon toiminnasta ja omistuksesta vastaa Suomen Virveverkko Oy. (Virveverkko.)

Kuulutusjärjestelmä

Tunnelin kuulutusjärjestelmällä voidaan tiedottaa tunnelissa olevia tienkäyttäjiä häiriötilanteissa, esimerkiksi liikenteen pysähtyessä tunneliin. Kuulutukset ovat yleensä ennakkoon nauhoitettuja tai kuulutukset voivat olla myös suullisia tieliikennekeskuksen päivystäjän tai pelastusviranomaisen antamia. Tunnelissa käytettäviä kuulutuksia annetaan pääasiassa suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Kuulutuksia voidaan antaa tieliikennekeskuksesta tai teknisestä tilasta sekä pelastuslaitoksen kuulutuskojeista, jotka on sijoitettu yleensä yhdyskäytäviin. (ELY-keskus 2014a, 25.)

6.2 Onnettomuus- ja häiriötilanteiden hallinta

Tunnelin käytön aikaisten mahdollisten onnettomuus- ja häiriötilanteiden varalta on erittäin tärkeää, että tunnelista on tehty etukäteen toimivat suunnitelmat sekä toimintaohjeet niiden hoitamiseen. Tunnelia koskevat toimintasuunnitelmat kootaan käyttöön otetun tunnelin turvallisuusasiakirjan liitteeksi.

Tunnelia varten laaditaan aina riskianalyysi, jossa pyritään huomioimaan kaikki tunnelin turvallisuuteen vaikuttavat tekijät liittyen tunnelin suunnitteluun, mitoittamiseen ja liikenteen tarpeisiin (Liikennevirasto 14/2014, 31). Tunnelille tehdään myös käytönaikainen riskikartoitus, jossa analysoidaan tunnelissa mahdollisesti tapahtuvien onnettomuus- ja vaaratilanteiden riskien todennäköisyys, suuruus, seurausten vakavuus sekä hallintatoimenpiteet. (ELY-keskus 2014b.)

6.2.1 Toiminta häiriötilanteissa

Onnettomuus- ja häiriötilanteiden varalta laaditaan erilaisia toimintasuunnitelmia, joiden mukaan tositilanteessa pystytään välittömästi toimimaan ja säästetään näin tärkeää aikaa itse toimenpiteille. Vakavien onnettomuuksien varalle laaditaan tunnelista toimintamallit viranomaisille. Toimintamallit koskevat yleensä toimintaa tulipaloissa, VAK-onnettomuuksissa ja liikenneonnettomuuksissa. Toimintamalleja voi olla myös viranomaisten kesken yhteistyössä hoidettavista tilanteista, kuten tunnelialueella olevasta jalankulkijasta, isosta eläimestä, pysähtyneestä ajoneuvosta sekä kaistalla olevasta vedestä tai öljystä. Edellä mainituista tilanteista laaditaan erikseen toimintaohjeet myös tieliikennekeskukselle, että heilläkin on tieto eri tilanteiden menettelytavoista. Onnettomuustilanteissa pelastuslaitos tiedustelee yleensä matkalla kohteeseen hyökkäysreittejä tunneliin tieliikennekeskuksen kautta. (ELY-keskus 2014b.) Pelastuspalveluiden saapumisaika tunneliin on oltava tiedossa etukäteen ja se tulee tarkistaa ja päivittää määrävälein pidettävissä harjoituksissa (Liikennevirasto 14/2014, 24).

Koko tunneli suljetaan aina vakavien onnettomuus- tai häiriötilanteiden kohdalla, esimerkiksi tulipalon syttyessä tunnelissa (Liikennevirasto 14/2014, 24). Muissa onnettomuus- ja häiriötilanteissa suljetaan pääsääntöisesti ensin vain onnettomuusputki ja vasta tarvittaessa molemmat putket (TYL Pulteri, 36). Tunnelin sulkeminen tapahtuu käyttäen hyväksi tunnelin ulkopuolella olevia sulkulaitteita, ja liikenteen ohjauksessa on varmistettava muiden ajoneuvojen nopea ulospääsy tunnelista sekä liikenteen sujuvuus kiertotielle ohjaamalla, joka on etukäteen määrätty (Liikennevirasto 14/2014, 24). Häiriö- ja poikkeustilanteissa tunnelin tienkäyttäjää voidaan tiedottaa kuulutuksin, ajoradan yläpuolisin tiedotusopastein sekä pidempikestoissa tilanteissa myös liikennetiedottein. Liikennevirasto on laatinut erikseen yleiset ohjeet ja tunnelianimaation tunnelissa käyttäytymisestä sekä toimintatavoista eri häiriötilanteissa, nämä ohjeet löytyvät Liikenneviraston sivuilta sekä suora linkki löytyy myös kuvan 2 lähteistä. (ELY-keskus 2014b.)

Tunnelin vaaratilanteiden ja onnettomuuksien jälkeiseen toimintaan kuuluu niistä raportointi, joka kuuluu hallinnoijan tehtäviin. Hallinnoija raportoi tapahtuneista tulipalo, henkilövahinko-onnettomuuksista sekä VAK-onnetto-

muuksista tunnelin hallintoviranomaiselle ja välittää raportin myös turvallisuusvastaavalle, tieliikennekeskukselle sekä pelastusviranomaiselle. Raportin on oltava valmiina yleensä kuukauden sisällä tapahtuneesta. Tunnelin hallinnoijan vastuulla on myös muiden häiriötilanteiden ja onnettomuuksien seuraaminen ja raportoiminen niin kuin jo tunnelin vastuorganisaatioiden luvussa on todettu. (ELY-keskus 2014b.)

Tunnelin isännöitsijän tehtävänä on raportoida onnettomuus- ja vaaratilanteissa tekemistään toimenpiteistä alueurakan valvojalle, joka ilmoittaa asiasta viipymättä hallinnoijalle. Isännöitsijän ilmoitusvelvollisuus koskee myös huollon ja tarkastusten yhteydessä tapahtuneita tapaturmia ja vaaratilanteita. (ELY-keskus 2014b.)

6.2.2 Toiminta huoltotilanteissa

Tunnelille tehtävissä huoltotilanteissa on tärkeää, että tehtävät työt suunnitellaan etukäteen hyvissä ajoin ja huolellisesti, mikäli se vain on mahdollista. Näin tehtävä huoltotoimenpide pystytään suunnittelemaan kunnolla ja vältetään mahdollisilta yllätyksiltä tai vaaratilanteilta paikan päällä, kun ne on huomioitu jo etukäteen ja yleensä itse työkin tulee silloin tehdyksi tehokkaammin.

Tunnelille tehtävissä huoltotöissä huoltoajankohtiin on myös syytä kiinnittää huomioita. Pääperiaatteena on välttää aamu- ja iltapäiväruuhkien aikaan työkentelyä vilkkaimmilla teillä ja vilkkaan liikenteen aikaan tehtäville huoltotöille on yleensä oltava kiireellinen syy, joka voi esimerkiksi olla yleistä liikenneturvallisuutta vaarantava. Tunnelin kohdalla huoltotilanteissa niin kuin muissakin tilanteissa on ensisijaisesti pyrittävä aina siihen, ettei koko tunnelia tarvitsisi sulkea. Tunneli voidaan kuitenkin sulkea hetkellisesti liikenteenohjausjärjestelyiden ajaksi, ettei siitä aiheutuisi vaaraa huoltohenkilöstölle. Liikenteenohjausjärjestelyiden ajaksi on järjestettävä liikenteelle kiertotie, jos tunneli on suljettuna yli 15 minuuttia. Tämän jälkeen tunneli voidaan taas avata liikenteelle avaamalla ainakin yksi kaista. (ELY-keskus 2014e, 26–27.) Vilkailla teillä liikenteen sujumisen kannalta keskeisessä asemassa sijaitsevaa tunnelia ei suljeta ollenkaan huoltotöiden takia, ainoastaan vain erityistapauksissa yhden putken sulkuna. Tätä menetelmään käytetään esimerkiksi Mestarintunnelissa,

jonka kohdalla liikennemäärää on käytännössä mahdotonta ohjata ruuhka-ai-
kaan sujuvasti ja turvallisesti kiertotien kautta. (ELY-keskus 2014b.)

Huoltotilanteet voidaan jakaa niihin käytettävän ajan perusteella lyhyt- ja pitkä-
kestoisiin huoltotilanteisiin tai pikaisiin tarkastuskäynteihin. Lyhytkestoinen
huoltotilanne kestää alle 3 tuntia, pitkäkestoinen huoltotilanne kestää yli 3 tun-
tia ja pikaiseen tarkastuskäyntiin sisältyy alle 5 minuutin pysähdys kohteessa.
Pikaisissa tarkastuskäynneissä tunnelin ulkopuolella voidaan huoltoauto py-
säyttää tien reunaan ja mielellään ajokaistan ulkopuolelle sekä ajoneuvon va-
rustukseksi riittää tällöin pelkkä varoitusvilkku. Tunnelin sisällä tapahtuvissa
huoltotöissä on sen kestosta riippumatta suljettava aina se kaista, jolle huolto-
auto pysähtyy, ellei työtä pystytä tekemään kokonaan pientareen puolelta.
Tunnelin huoltotöistä ilmoitetaan yleensä tienkäyttäjiiä tiedotusopasteilla ja no-
peutta alentamalla, esimerkiksi nopeusrajoituksella 30 km/h. Kaikki käynnit
tunnelissa ilmoitetaan aina erikseen tieliikennekeskukseen, tähän kuuluu il-
moitus tunneliin mentäessä ja myös sieltä poistuttaessa. Tunnelissa tehtävistä
huoltotilanteista on alueurakoitsijan laadittava aina liikenteenohjaussuunnitel-
mat, jotka on hyväksyttävä aluevastaavalla ennen töiden aloitusta. Liiken-
teenohjaussuunnitelmassa tulee olla karttakaavio kohteesta liikennemerkeillä
ja ohjauslaitteilla sijainteineen sekä perusinformaatio tehtävästä työstä ja sen
erityispiirteistä. (ELY-keskus 2014c, 28–29.)

Etukäteen sovitun huoltotyön tarkka ajankohta ilmoitetaan huoltourakoitsijan
toimesta tieliikennekeskukseen mielellään 1 vrk ennen työn aloitusta. Kiireelli-
sissäkin huoltotöissä tieliikennekeskukseen soitetaan kuitenkin ennen tunne-
liin menemistä. Urakoitsijan pyynnöstä tieliikennekeskus aloittaa tilanteeseen
soveltuvat ohjaustoimenpiteet ja tämän jälkeen huoltourakoitsija saa luvan
asentaa tarvittavat siirrettävät liikenteenohjauslaitteet. Siirrettävistä liikenteen-
ohjauslaitteista asennetaan yleensä aina ensin tietyömerkki ja alennettu no-
peusrajoitusmerkki, jos näitä ei kuitenkaan tarvita on kohteeseen tuotava en-
sin hinattava varoituslaite, jossa on suurikokoinen liikenteenjakajamerkki. Lo-
puksi työalue on hyvä rajata vielä sulkupylväin. Huoltotyön päättyessä liiken-
teenohjauslaitteet puretaan vastakkaisessa järjestyksessä ja viimeisenä pure-
taan tietyömerkit sekä nopeusrajoitusmerkit tai hinattava varoituslaite. Urakoit-
sijan velvollisuus on ilmoittaa lopuksi tieliikennekeskukseen liikennejärjestelyi-
den purkamisesta, jotta tieliikennekeskus osaa palauttaa normaalit liikenteen-
ohjaukset takaisin oikea-aikaisesti. (ELY-keskus 2014e, 27–28.)

6.2.3 Toiminta teknisten järjestelmien vikatilanteissa

Tunnelin järjestelmien vikatilanteissa pyritään tunneli myös pitämään avoinna mahdollisuuksien mukaan, jos siitä ei aiheudu välitöntä vaaraa tienkäyttäjille. Tunnelista on tapana tehdä tyypillisimmistä vikatilanteista etukäteen toimintaohjeet, joiden mukaan tieliikennekeskus ja aliurakoitsija osaavat toimia vikatilanteen yllättäessä. Vikatilanteista voidaan laatia vasteajat vikahälytyksien jälkeisille toimenpiteille kiireellisyysluokkien mukaan. Yleisimpiä vikatilanteita voivat olla esimerkiksi sähkönsyöttövika, tietoliikenneyhteysvika ja käyttöliittymävika. (ELY-keskus 2014b.)

Tunnelin hallintoviranomaisen toimesta voidaan myös laatia ohjeistus vaarallisemmista vikatilanteista, jolloin tieliikennekeskuksen on syytä kutsua paikalle maastopartio. Tällaisia tilanteita voi syntyä sähkönsyötön ollessa poikki, sen ollessa kokonaan UPS-laitteiden varassa tai varavoiman ollessa poissa käytöstä. Muita maastopartion tunneliin kutsumiseen johtavia vikatilanteita voivat olla häiriöt ilman- ja savunpoistopuhaltimissa, käyttöliittymän ja tieliikennekeskuksen välisen yhteyden katkeaminen, liikennekameroiden toimintahäiriöt, tunnelin valaistuksen sammuminen tai sulkulaitteiden viat. (ELY-keskus 2014b.)

7 TUNNELIEN YLLÄPITO

Tunneli on osa tieverkkoa ja siksi on tärkeää, että se pysyy käyttökuntoisena mahdollisimman pitkään sekä säilyttää sille asetetut korkeat turvallisuusvaatimukset. Tunnelin hoito muodostaakin merkittävän osan tästä kokonaisuudesta ja sillä voidaan vaikuttaa suoraan tunnelin kuntoon ja ennaltaehkäistä korjaustarvetta. Tarkoituksenmukaisilla ja säännöllisillä huoltotoimenpiteillä sekä tarkastuksilla varmistetaan tunnelin luotettava ja turvallinen käyttö pitkään.

7.1 Järjestelmien hoito

Tunnelin teknisten järjestelmien huolto ja ylläpito kuuluvat alueurakkaan siltä osin kuin on etukäteen määritelty ja alueurakoitsijan velvollisuus on teettää

nämä työt kyseisten laitteiden erikoisosaamiseen valtuutetuilla ammattilaisilla. Järjestelmien tarkastusvälit sekä säännölliset huoltotoimenpiteet esitetään tarkemmin tunnelin huoltokirjassa. Alapuolella olevissa kappaleissa on hieman tarkemmin avattu tunnelin keskeisimpien järjestelmien hoitomenetelmiä. (ELY-keskus 2014c, 17.) Huoltokirjan sisältö muodostuu erillisistä laitetoimittajien kansioista, käyttö- ja huolto-ohjekansioista sekä huollon yhteenvetotaulukosta. Huollon yhteenvetotaulukosta löytyy laitekohtaisesti huolto-ohjelmoinnin vastuuhenkilö, tehtävät huoltotoimenpiteet, huoltoväli, ensimmäisen huollon ajankohta, huollon toteuttaja, toimenpiteen kuittaus ja päivämäärä sekä huollon vastuuhenkilö yhteystietoineen. (ELY-keskus 2014e, 21.)

7.1.1 Liikenteenohjausjärjestelmän hoito

Liikenteenohjausjärjestelmän toimintavarmuus on tunnelin liikenne- ja käyttöturvallisuuden kannalta ensisijaisen tärkeä asia ja järjestelmä on tarkastettava ja huollettava säännöllisesti noudattamalla sille määritellyt huolto- ja tarkastustoimenpiteitä. Opasteiden ja laitteiden yleisimpiin tarkastus- ja huoltotoimenpiteisiin kuuluvat muun muassa silmämääräinen tarkastus ja puhdistus sekä tietoliikenne- ja sähkökomponenttien yhteyksien ja jännitetasojen tarkastaminen. (ELY-keskus 2014c, 17–18.)

Laitteiden suunnittelussa on huomioitu niiden huoltomahdollisuus ja ne voidaan pestä pääasiassa painepesulla lukuun ottamatta muuttuvien opasteiden ilmanvaihtolaitteiden aukkoja. Kunkin laitteen ja opasteen toimittaja on määritellyt tarkemmin hoito-ohjeet laitekohtaisissa korteissa sekä myös liikenteenohjauslaitteiden tarkastusvälit ja säännölliset huoltotoimenpiteet on määriteltä näissä laitteiden huolto-ohjekorteissa. (ELY-keskus 2014c, 18.)

7.1.2 Muiden järjestelmien hoito

Muiden teknisten järjestelmien kohdalla pätee sama menettelytapa ja tarkemat hoito-ohjeet löytyvät myös laitekohtaisista huolto-ohjekorteista. Esimerkki tunnelin huolto-ohjekortista löytyy liitteistä (Liite 3). (ELY-keskus 2014c, 18.)

LVI-järjestelmien huoltotoimenpiteet jaetaan usein kolmeen eri vaiheeseen huoltovälin perusteella, kuukausittaisiin, vuosittaisiin sekä 5–10 vuoden välein

tehtäviin tarkastuksiin. Kuukausittaisella kierroksella LVI-järjestelmät tarkastetaan lähinnä silmämääräisesti, että mahdolliset liikenneturvallisuutta vaarantavat tekijät voidaan havaita. Kierroksella tarkastetaan esimerkiksi, että kaivojen kannet ovat paikoillaan ja LVI-laitteet sekä niiden kiinnitykset ovat nähtäviltä osin kunnossa. Kerran vuodessa LVI-laitteille tehdään tarkempi tarkastus, jossa keskitytään laitteiden puhtauteen ja toimivuuteen. Tässä tarkastuksessa huomioitavia asioita ovat esimerkiksi laakereiden kunto, palosammutuslaitteiden kunto, antureiden toiminnat ja tyhjennetään tai putsataan myös kaivojen lietepesät sekä muut tarvittaessa. Kolmas huoltotoimenpide tapahtuu yleensä 5–10 vuoden välein ja siinä tehdään LVI-järjestelmälle kuntotutkimus, jossa selvitetään järjestelmien mahdollinen korjaustarve, sen kiireellisyys sekä kustannusarvio korjaukselle. LVI-järjestelmien tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat hoito-ohjeet löytyvät tunnelikohtaisista huolto-ohjekorteista. (ELY-keskus 2014c, 18.)

Sähkö- ja telejärjestelmien hoitotoimenpiteet taas voidaan yleisesti jakaa neljään osaan. Tarkastukset jakautuvat kuukausittain, neljännesvuosittain, vuosittain sekä 5 vuoden välein tehtäviin tarkastuksiin. Kuukausittain tehtävässä tarkastuksessa kiinnitetään pääasiassa huomioita turvallisuuteen liittyviin asioihin, kuten testataan turvalaistuksen ja palohälyttimien toiminta. Neljännesvuosittaisessa tarkastuksessa tarkastetaan edellä mainittujen lisäksi esimerkiksi paloilmoitinjärjestelmien ja vikavirtasuojien koestukset. Sähkö- ja telejärjestelmien vuositarkastukseen sisältyy kaikkien sähkökeskusten ja jakelijärjestelmien silmämääräinen tarkastus sekä UPS-laitteiden ja valaistuksen testaus. 5 vuoden välein tehdään tarkastus, jossa sähkökeskukset ja keskijännitejakelun kojeistot lämpökuvataan sekä suoritetaan kuntokatselmus sisältäen tarvittavat korjausehdotukset ja kustannusarviot. (ELY-keskus 2014c, 18.)

7.1.3 Liikennetekninen hoito

Tunnelin eri järjestelmien avulla ja niistä saatavan tiedonkeruun kautta pystytään päivittämään ja ylläpitämään erilaisia tilastotietoja liikenteestä ja sen muutoksista. Tiedot kerätään yleensä Liikenneviraston tiedonkeruun järjestelmäpalveluun, jonka kautta esimerkiksi paikallinen ELY-keskus pystyy seuraamaan liikenteen kehitystä kokonaisvaltaisesti. Tarvittaessa pystytään tietojen

perusteella myös päivittämään ohjausjärjestelyjä, ohjausperiaatteita ja toimintaohjeita ja parantamaan näin liikenneturvallisuutta. Jos esimerkiksi liikenteen kasvussa huomataan suuria muutoksia, voidaan tarpeen vaatiessa tehdä jopa infrastruktuurin parantamisehdotuksia liikenteen sujuvuuden palauttamiseksi. (ELY-keskus 2014a, 27.)

Liikenteenhallintaan liittyvän palautteen keruuta varten Liikennevirasto ylläpitää LIITO-asiakaspalautejärjestelmää, johon kerätään koko urakkaan ja tunneli-ihin liittyvä palaute tieliikennekeskuksen päivystäjiltä, muilta viranomaisilta sekä urakoitsijoilta. Tienkäyttäjien palaute kerätään myös tähän valtakunnalliseen LIITO-järjestelmään, jonka avulla tienkäyttäjien palaute saadaan välitettyä eteenpäin alueurakoitsijalle ja näin tarvittavat toimenpiteet saadaan aloitettua tehokkaasti. LIITO-järjestelmä siis toimii yhteydenpitokanavana tienkäyttäjän, tilaajan ja urakoitsijan välillä. Urakoitsijalle eli tunnelin isännöitsijälle tieliikennekeskuksesta välittyviä LIITO-viestejä on kolmenlaisia, TPP eli toimenpidepyyntö, TUR eli tiedoksi urakoitsijalle ja URK eli kysely urakoitsijalle. TPP ja TUR ovat viestityypeistä yleisimmin käytössä olevat. (Liikennevirasto 17/2013, 17–19.) LIITO-järjestelmä on kuitenkin poistumassa käytöstä tulevaisuudessa ja se on tarkoitus korvata HARJA-järjestelmällä alkaen 2016 vuoden loppupuolella (Ismo Kohonen 2015).

7.2 Rakenteiden hoito

Tunnelin rakenteille tehtävien säännöllisten tarkastusten perusteella pyritään pysymään ajan tasalla rakenteiden kunnosta ja mahdollisesta korjaustarpeesta. Samalla pidetään myös kirjaa tunnelin rakenteiden nykykunnosta ja ehdotetuista toimenpiteistä. Tunnelin kunnossapitoon kuuluu tunnelin turvallisuustason ja toimintavarmuuden varmistaminen sekä rappeutumisen estäminen. Tunnelin iän myötä korjaustoimenpiteet voivat tulla ajankohtaisiksi ja niiden tarkoituksenmukaisuuteen on kiinnitettävä huomiota, ettei rakenteille ja laitteille aiheuteta kunnostamisen sijasta vahinkoa. (ELY-keskus 2014a, 28.)

7.2.1 Rakenteiden kunnossapito, tarkastukset ja korjaukset

Tunnelin rakenteiden kunnossapitoon kuuluu muun muassa rakenteiden puhdistus, joka tehdään tarvittaessa tarkastusten perusteella. Rakenteita ja laitteita puhdistettaessa ei saa käyttää niitä, niiden pintoja tai ympäristöä vahingoittavia kemikaaleja. Tunnelin huonekorteissa on kerrottu tarkemmin eri tiloissa ja pinnoissa käytetyistä materiaaleista. Rakenteiden kunnossapito- ja korjaustoimista tulee tehdä aina tapauskohtaisesti selkeät suunnitelmat etukäteen. Rakenteille tehdään erilaisia tarkastuksia määräajoin, kuten puolivuosi- ja vuositarkastuksia sekä päätarkastuksia. (ELY-keskus 2014a, 28.)

Puolivuositarkastus tehdään yleensä tunnelin pesun yhteydessä, yksi tarkastus kesällä ja toinen talvella. Kesällä tarkastellaan mahdollisesti esiintyviä vesivuotoja esimerkiksi sateisen jakson jälkeen ja talvella taas koitetaan havaita pakkasvaurioita sekä lumi- ja jäätymisongelmia esimerkiksi kovan pakkasjakson jälkeen. Tarkastus tapahtuu silmämääräisesti tunnelissa kävellen ja siinä tarkastetaan rakenteiden lisäksi myös laitteiden sekä varusteiden kunto. (ELY-keskus 2014e, 18.)

Vuositarkastus tehdään nimensä mukaisesti ainakin kerran vuodessa ja siinä tarkastetaan rakenteiden, laitteiden ja varusteiden kunto tarkemmin. Alla on listattu vuositarkastuksessa tehtäviä yleisiä toimenpiteitä.

Rakenteiden osalta tarkastetaan:

- Puhtaus ja puhdistustarve
- Pysyvyys, muodonmuutokset, murtumat, lohkeamat, halkeamat ja halkeamaleveydet
- Liikuntasauvojen ja elastisten saumojen kunto
- Sisäverhousrakenteiden lämmön- ja vedeneristeiden kunto, verhouksen pultit
- Paloeristeiden kiinnitys
- Vesivuodot ja pakkasvauriot sekä lumen ja jäätymissen aiheuttamat haitat
- Pinnoitevauriot ja korroosio
- Tekniikan kiinnitykset ja kannatusrakenteet, erityisesti niiden korroosio
- Betonitunnelin vierustojen salaojien toiminta

Luukkujen ja ovien osalta tarkastetaan:

- Puhtaus ja puhdistustarve

- Pysyvyys, muodonmuutokset
- Pinnoitevauriot ja korroosio
- Tiivisteiden kunto
- Saranoiden kunto (ruosteenesto/voitelukäsittely)
- Lukkojen kunto (voitelukäsittely)

Palopostien ja muiden varusteiden osalta tarkastetaan:

- Puhtaus ja puhdistustarve
- Pysyvyys, muodonmuutokset
- Pinnoitevauriot ja korroosio
- Tiivisteiden kunto
- Saranoiden kunto (ruosteenesto/voitelukäsittely)
- Lukkojen kunto (voitelukäsittely)

(ELY-keskus 2014e, 18–20.)

Päätarkastuksessa (määräaikaistarkastus) tarkistetaan tunnelin kaikki rakenteet, varusteet, laitteet sekä järjestelmät perinpohjaisesti. Tarkastus tapahtuu korkeintaan 6 vuoden välein ja sen suorittaa ammattitaitoinen tunnelisuunnittelija yhdessä tarvittavien erikoisuunnittelijoiden kanssa. Tarkastaja laatii tarkastuksesta tarkastusohjelman ja määrittää myös tarkastuksessa käytettävät välineet. Päätarkastuksesta tehdään raportti, joka toimitetaan ainakin paikalliselle ELY-keskukselle ja kunnossapitäjälle eli alueurakoitsijalle. Raportissa tulee selvittää löydetty viat ja puutteet sekä ehdotettavat toimenpiteet arvioituna kiireellisyyden ja kustannuksien mukaan. Raportissa on tarkoitus antaa mahdollisimman selkeä yleiskuva tunnelin kunnosta ja mahdollisista tulevaisuuden korjaustarpeista. Raportissa ilmoitetaan myös, jos havaitaan jonkinasteista tunnelin peruskunnossapidon laiminlyöntiä. (ELY-keskus 2014e, 18–19.)

Tunnelille voidaan myös tehdä tarvittaessa **erikoistarkastuksia**. Se on tehtävä aina tunnelissa sattuneen tulipalon tai räjähdysten jälkeen, jos epäillään vaurioita verhousrakenteessa. Erikoistarkastuksen avulla kartoitetaan myös korjattava kohde korjaussuunnittelun pohjatiedoksi, jonka pohjalta varsinaiset korjaustoimenpiteet määräytyvät. Tarkastuksesta jää hyödynnettäväksi raportti, joka sisältää tutkimusraportin, tarkastukseen liittyvät asiakirjat sekä valokuvat tarkastuskohteesta. (ELY-keskus 2014e, 19.)

Korjaukset

Tunnelille tehtävät korjaukset tulee toteuttaa mahdollisimman nopeasti korjaustarpeen toteamisen jälkeen, jotta tunnelin käyttökunto säilyy hyvänä eikä suurempia vahinkoja ehdi syntyä. Vakavien rakenteellisten vaurioiden kohdalla tunneli suljetaan välittömästi korjauksen ajaksi. Rakenteiden vaurioiden vakavuuden mukaan määritellään yleensä tunnelin korjaamisen toimenpiteajat. Vaurioille, jotka eivät vaaranna liikenneturvallisuutta voidaan vaurion tyypistä riippuen määrätä korjausajaksi esimerkiksi kuukausi, kuusi kuukautta tai korjattavaksi seuraavaan yleistarkastukseen mennessä. Korjaustoimenpiteet suunnitellaan etukäteen huolella ja toteutetaan asiantuntijan tekemän korjaussuunnitelman mukaisesti. (ELY-keskus 2014e, 20.)

7.2.2 Tunnelin pesut

Tunnelin rakenteiden ja laitteiden yleinen siisteys on pelkästään jo visuaalinen seikka ja ennen kaikkea myös turvallisuustekijä. Tunnelin rakenteiden, varusteiden ja laitteiden säilyvyyden kannalta tärkein pesu sijoittuu yleensä heti talvikauden jälkeen, kun tunneli pestään puhtaaksi liikenteestä ja suolaamisesta aiheutuneista epäpuhtauksista. Pahimmassa tapauksessa epäpuhtaudet voivat aiheuttaa pitkällä aikavälillä rakenteissa ja varusteissa korroosiota ja lyhentää niiden käyttöikä huomattavasti.

Tunneli pestään vähintään kaksi kertaa vuodessa ja yleisin käytössä oleva pesuohjelma on neljä kertaa vuodessa. Tunnelin likaantuneet seinärakenteet pestään yleensä kokonaan kaksi kertaa vuodessa korkeapainevesipesulla. Tunnelin alaosat törmäyskaiteen yläreunasta alaspäin pestään myös erikseen kaksi kertaa vuodessa. Sähkölaitteiden kohdalla käytetään kevyempää painepesua, ettei laitteille aiheuteta vahinkoa. Pesujen jälkeen on syytä puhdistaa vielä sadevesialtaiden sakkapesät sekä puhdistaa ajoradat irronneesta liasta harjaamalla ja pesemällä. Pesut ovat hyödyllisintä ajoittaa niin, että yksi pesu tehdään vähän ennen talvikauden alkua ja toinen pesu heti keväällä talvikauden päättyessä. Tunnelin katon pesu kuuluu tehdä yleensä ainakin urakan ensimmäisenä ja viimeisenä vuonna. (ELY-keskus 2014a, 28.)

Ennen pesun aloitusta on varmistettava, että käytetään oikeita pesuaineita ja käytettävät puhdistuskemikaalit on etukäteen hyväksytty ELY-keskuksen tai

muun asiantuntevan tahon puolesta. Näin varmistetaan, ettei käytetä vahingoittavia kemikaaleja, jotka voivat vaurioittaa rakenteita, laitteita, niiden pintoja tai ympäristöä. Tunnelin yhdyskäytävät ja muut tunnelin tilat on pidettävä myös siistissä kunnossa ja ne siivotaan säännöllisesti yleensä neljä kertaa vuodessa. (ELY-keskus 2014a, 28.)

7.3 Laite- ja huoltokortit

Laite- ja huoltokorttien tarkoituksena on antaa mahdollisimman tiiviissä pakettissa oleellisin tieto laitteista ja niiden huoltamisesta, jotta tiedot ovat helposti saatavissa niitä tarvittaessa. Kortit toimivat samalla päiväkirjana, niistä löytyy perustiedot laitteesta ja sen huoltotarpeesta sekä laitteen huoltohistoria ja ajan tasaiset tiedot, kunhan kortteja muistetaan vain päivittää säännöllisesti.

Laitekortista löytyy pääasiassa kuvaus laitteesta, laitetoimittajan/valmistajan tiedot ja laitteen liittymiset muihin järjestelmiin tai verkkoihin. Esimerkki laitekortista löytyy liitteistä (Liite 4). Huoltokortista taas löytyvät tiedot järjestelmän tai laitteen huoltoväleistä, mahdolliset vikatilanteet, korjaustöiden vasteajat, tiedot varaosista, päivystyksen yhteystiedot, kenttä muille tiedoille ja päivämäärä sekä allekirjoitukset. Laite- ja huoltokortit toimivat pääsääntöisesti määrävinä ohjeistuksina tunnelin laitteiden huoltotoimenpiteiden suhteen. (Hii-denkallion laite- ja huoltokortit.)

7.4 Tien hoito

Tunnelialueen tien kohdalla käytetään samoja menettelytapoja kuin muunkin tieverkon kohdalla ja noudatetaan alueurakan sopimuksen yleisiä laatuvaatimuksia sekä muita erityisiä ohjeita liittyen tunnelin tien hoitoon (ELY-keskus 2014a, 28).

Tieliikennekeskus arvioi esimerkiksi tunnelialueen tien pölynsidontatarvetta tienkäyttäjien ja muiden viranomaisten palautteen perusteella sekä tunnelialueen kamerakuvien pohjalta. Tarvittaessa tieliikennekeskus voi lähettää toimenpidepyynnön (TPP) tunnelin isännöitsijälle liittyen tunnelin tiealueen hoitotarpeeseen. Tunnelin isännöitsijä voi myös tehdä pölynsidontatarpeesta ehdo-

tuksen, mutta periaatteena on, että toimenpiteisiin saa ryhtyä vasta tieliikennekeskuksesta tulleen toimenpidepyynnön mukaan. Tien pölynsidonta tapahtuu sulan kelin aikaan yleensä imulakaisuautolla. Pölynsidonnan kustannuksille varataan yleensä urakoitsijan toimesta tietty osuus etukäteen tunnelin isännöinnin kokonaishintaisesta osuudesta. (ELY-keskus 2014a, 29.)

Tunnelin tiealueen talvihoidossa päähuomio tulee kiinnittää liukkauden torjuntaan. Suuakkojen kohdalla tienpinnan jäätyminen ei saa olla mahdollista, ja siihen voidaan varautua jo tunnelin rakennusvaiheessa esimerkiksi asentamalla valmiiksi suojaputkia ja kaivoja automaattista sulanapitojärjestelmää varten. (ELY-keskus 2014a, 29.)

7.5 Tarkastukset ja testaukset

Tunnelille tehtävät tarkastukset ja testaukset jakautuvat pääasiassa kolmeen eri kokonaisuuteen. Tarkastukset muodostuvat kuukausittain tehtävistä silmämääräisistä yleistarkastuksista, puolen vuoden välein tehtävistä tarkastuksista sekä kerran vuodessa tehtävistä vuositarkastuksista. Tunnelille tehdään myös muita tarkastuksia ja huoltoja, kuten määräaikaistarkastuksia, joiden toimenpideväli voi vaihdella 2–10 vuoden välillä. (ELY-keskus 2014b.) Tämän luvun tarkoituksena on selkeyttää tunnelin tarkastuksien kulkua ja koota aikaisemmin mainittujen järjestelmien sekä rakenteiden tarkastukset yhdeksi kokonaisuudeksi.

Kuukausittainen silmämääräinen yleistarkastus tapahtuu alueurakoitsijan toimesta autosta käsin ja tarpeen mukaan myös jalkaisin. Tarkastuksessa kiinnitetään pääasiassa huomiota tunnelin rakenteiden, valaisimien, opastimien ja sammuttimien kuntoon sekä väliovien kiinnioloon. Tarkastuksen yhteydessä havaituista muista vioista tai puutteista ilmoitetaan myös samalla eteenpäin. Tämän lisäksi kuukausittain tarkastetaan ja testataan palopainikkeiden toimivuus, hätäpuhelimien toimivuus, laittilan sammutusjärjestelmän toimivuus, turvavalaistuksen toimivuus, tehdään varavoimakoneen koekäyttö, varmistetaan UPS-laitteiden toimivuus sekä yhdyskäytävien siisteys. (ELY-keskus 2014b.)

Takuuaikana tunnelille tehdään **puolivuositarkastus** yleensä alueurakoitsijan toimesta, joista joka toinen kerta on vuositarkastus. Puolivuositarkastetaan myös mahdollisesti piipun puhaltimien toimivuus, suoritetaan sähkönkäyttöjohtajan tekemä tarkistus sekä tarkistetaan muuntamotilat ja vaihdetaan muuntamoiden suodattimet. (ELY-keskus 2014b.)

Tunnelin takuuajana tehtävä **vuositarkastus** on toimenpiteenä laajempi kuin puolivuositarkastus ja siinä keskitytään tarkemmin tunnelin rakenteiden ja järjestelmien toimivuuden tarkastamiseen sekä huoltamiseen. Varsinainen takuuajainen vuositarkastus on pääasiassa alueurakoitsijan vastuulla ja tähän tarkastukseen kuuluu myös varavoimalaitteen testaus. Vuosittain varavoimakoneelle tehdään erikseen vielä pidennetty koekäyttö, jossa sen toimivuus varmistetaan kunnolla. Muita vuosittain tehtäviä huoltoja ovat esimerkiksi varavoiman huolto, UPS-laitteiden huolto ja paloilmoinjärjestelmän huolto. Vuosittain tehdään myös aikaisemminkin jo mainittu sähkön pääjakelun lämpökuvaus. Tarkastuksista yleisimpiä ovat sammutuslaitteiden, kuten palopostien ja pikapalopostien tarkastus sekä käsiammuttimien tarkastus, joka tapahtuu erikseen TUKES:in hyväksymän tarkastuslaitoksen toimesta. Käsiammuttimien tarkastuksen yhteydessä myös puhdistetaan, tarkastetaan ja huolletaan sammutinkaapit. Mikäli tunnelissa on kaasujärjestelmä, niin tulee sekin huoltaa pääsääntöisesti kerran vuodessa. Urakoitsijan velvollisuutena on yleensä tarkistaa vuosittain tunnelin liikenteenhallintajärjestelmän rakenteiden ja laitteiden toimivuus sekä kutsua tarkastuksiin mukaan Liikenneviraston ja ELY-keskuksen kyseiseen tunneliin kuuluvia edustajia. (ELY-keskus 2014b.)

Muita näiden tarkastusten ulkopuolella tapahtuvia tarkastuksia voivat olla tunnelista riippuen esimerkiksi laitetilan automaattisen sammutuslaitteiston tarkastus, joka tehdään Mestarintunnelissa 2 vuoden välein. Paloilmoinjärjestelmien viranomaistarkastukset taas on ajoitettu yleensä 3 vuoden välein ja muuntamoiden laajempi huolto 5 vuoden välein. Tunnelille tehtävät takuutar- kastukset ajoittuvat vastaanottotarkastuksen jälkeen kahden ja viiden vuoden kuluttua tehtäviin tarkastuksiin. Takuuajan jälkeen tarkastukset määräytyvät yleensä tunnelin hallinnoijan laatiman ohjelman, viranomaismääräysten ja laitetotoimittajan ohjeiden perusteella. (ELY-keskus 2014b.)

Tunnelille tehtäviä **määräaikaistarkastuksia** suoritetaan yleensä pidemmällä aikavälillä kuin muita rutiininomaisempia tarkastuksia. Esimerkiksi sähkölaitteiston määräaikaistarkastus tapahtuu monesti noin 10 vuoden välein. Yksi syy tälle on se, että määräaikaistarkastukset ovat toimenpiteiltään huomattavasti laajempia kuin muut tarkastukset, eikä niitä ole tarpeen tehdä liian usein, jotteivat ne menetä merkitystään. (ELY-keskus 2014b.) Määräaikaistarkastuksissa pyritään muodostamaan hyvä kokonaiskuva tunnelin rakenteiden, järjestelmien ja varusteiden sen hetkisestä kunnosta ja arvioimaan mahdollisia tulevaisuuden korjaustarpeita. Määräaikaistarkastuksista vastaa tunnelin hallinnoija ja varsinaisen tarkastuksen suorittaa erillinen tarkastusyksikkö. Koko tunnelia koskevan määräaikaistarkastuksen tekemisen tyypillisin aikaväli on enintään 6 vuotta niin kuin jo aikaisemmin on mainittu. (Liikennevirasto 3/2016, 7–8.)

7.6 Henkilöstön koulutus ja harjoitukset

Ennen tunnelin käyttöönottovaihetta on tunnelista vastaaville eri tahoille, kuten tieliikennekeskukselle, pelastuslaitokselle, poliisille ja tunneli-isännöitsijälle järjestettävä koulutus liittyen henkilöstön oikeaoppiseen toimintaan tunnelissa. Koulutus voidaan järjestää erikseen jokaiselle toimijalle painottaen omaa toimikuvaa sekä myös yhteisenä ns. viranomaiskoulutuksena. Koulutusten tarkoituksena on käydä läpi kaikki tärkeimmät asiat tunneliin liittyen, jotta sen toimijoille syntyisi mahdollisimman hyvä kuva tunnelin ominaisuuksista, toiminoista sekä omista tehtävistä. Koulutuksissa käydään yleensä myös läpi viranomaisten välisiä yhdessä sovittuja poikkeustilanteiden toimintamalleja ja näin varmistetaan vielä, ettei niissä ole mitään epäselvyyksiä osapuolten välillä. (ELY-keskus 2014b.)

Tunnelin operatiivisten toimijoiden ammattitaitoa ja osaamista tulee ylläpitää tietyin väliajoin pidettävien kertauskoulutuksien avulla. Kertauskoulutuksia tulee myös järjestää aina tarvittaessa, kuten esimerkiksi järjestelmien tai toimintaohjeiden muuttuessa oleellisesti. Uudet tunnelin käyttöön osallistuvat henkilöt koulutetaan ennen tehtävien aloittamista peruskoulutuksen ja kertauskoulutuksen materiaalin sekä käytettyjen toimintatapojen mukaan. Uuden henkilöstön koulutuksesta vastaa yleensä kyseessä oleva oma organisaatio. Tunnelin

isännöitsijän velvollisuutena on huolehtia oman henkilöstönsä pätevyyden lisäksi myös esimerkiksi siitä, että tunnelin huoltotoimenpiteitä suorittavat alirakoitsijan työntekijät ovat työtehtäviinsä päteviä ja saaneet tarvittavan perehdytyksen ennen töiden aloitusta. (ELY-keskus 2014b.) Työn aloituskokouksessa kuuluu tehdä aina työn turvallisuussuunnitelma, jossa työnjohto käy yhdessä työntekijöiden kanssa läpi työn eri vaiheita ja niiden vaaroja. Turvallisuussuunnitelman tarkoitus on muistuttaa työntekijöitä mahdollisista työn vaaroista ja työntekijät sitoutuvat noudattamaan tätä suunnitelmaan allekirjoittamalla sen lopuksi. (Työsuojeluhallinto 2015.) Työn turvallisuussuunnitelmasta löytyy esimerkki liitteistä (Liite 5). Mikäli isännöitsijä havaitsee koulutuksen aikana puutteita, tulee tästä ilmoittaa alueuran valvojalle sekä tunnelin turvallisuusvastaavalle. Urakan päättyessä edellisen isännöitsijän tehtävänä on perehdyttää uusi isännöitsijä tehtäviinsä. (ELY-keskus 2014b.)

Pelastusharjoitukset

Tunnelin pelastusharjoitukset on määritelty järjestettäväksi Tunnelidirektiivin mukaan vähintään 4 vuoden välein ja tällöin harjoituksen on oltava täysimittainen. Täysimittaisen harjoituksen tulisi olla mahdollisimman todennukainen ja vastata oikeaa tilannetta, jotta siitä olisi eniten hyötyä. Tunnelin hallinnoija järjestää yhdessä turvallisuusvastaavan sekä pelastus- ja poliisitoimen kanssa pelastusharjoituksen ennen tunnelin käyttöönottoa ja säännöllisin välein tunnelin käytön aikana. Välivuosien aikana voidaan järjestää lyhyempiä harjoituksia ja/tai simulaatioharjoituksia tarpeen mukaan, kunhan harjoitusten väliin jää enintään 2 vuotta. (Liikennevirasto 14/2014, 26.)

Jokaisesta harjoituksesta laaditaan yhteistyössä harjoitukseen osallistuneiden osapuolten kesken raportti, jossa arvioidaan harjoituksen onnistuminen ja mahdolliset parannusehdotukset. Raportin laatimisen jälkeen se lähetetään turvallisuusvastaavan toimesta tunnelin hallinnoijalle, joka toimittaa raportin lausuntoineen vielä hallintoviranomaiselle. Hallinnoijan tehtävänä on toimittaa oma lausuntonsa raportista tiedoksi myös harjoituksessa mukana olleelle turvallisuusvastaavalle sekä pelastusviranomaisille. (Liikennevirasto 14/2014, 26.)

8 VUOSIKELLO

Tunnelin säännöllisistä huolloista ja tarkastuksista on tehty vuosikello, johon on koottu kuukauden tarkkuudella tehtävät työt hoitovuoden aikana. Vuosikello löytyy liitteestä 6. Vuosikellon tarkoitus on helpottaa vuoden aikana tehtävien huoltojen ja tarkastusten hahmottamista sekä muistamista. Vuosikelloa voidaan hyödyntää esimerkiksi tunnelin isännöinnissä eräänlaisena tunnelikalenterina, jonka avulla voidaan organisoida selkeästi tunnelin hoitotoimenpiteitä. Vuosikellon hoitotoimenpiteet on aikataulutettu kaavioon suuntaa antavasti yleisesti käytössä olleiden ajankohtien mukaan. Aikatauluissa saattaa olla todellisuudessa hieman kuukausikohtaisia eroja eri tunneleiden välillä.

Kaavioon on merkitty sisimmälle kehälle kellon mukaan myötöpäiväisessä järjestyksessä kuukaudet, seuraavalle kehälle tarkastukset ja viimeiselle kehälle tunnelille tehtävät pesut. Kuukausittain tehtävät yleistarkastukset on merkitty kaavioon punaisella pohjalla, kerran vuodessa tehtävä puolivuositarkastus harmaalla pohjalla ja vuositarkastus mustalla pohjalla. Kaavioon tarkastusten perään on merkitty +-merkki merkiksi muista samaan ajankohtaan liittyvistä tarkastuksista ja huolloista, jotka löytyvät erikseen kyseisen värin laatikoista. Pesut on taas merkitty kahteen eri väriin, sen mukaan onko kyseessä kevytpesu vai kokopesu. Tummansinisellä pohjalla olevat syys- ja kevätpesu ovat kokopesuja, joissa pestään tunneli laajemmalla alueella ja vaaleansinisellä pohjalla olevat kevytpesut ovat nimensä mukaisesti tunnelin alaosiin keskittyviä täydennyspesuja. Pesut on sijoitettu kaavioon sen mukaan, että laajemmat tarkastukset sekä huollot olisivat vasta kokopesujen jälkeen, jolloin toimenpiteet ovat myös helpommin suoritettavissa pintojen ollessa puhtaita.

9 YHTEENVETO

9.1 Pohdinta

Tietunnelirakentaminen on Suomessa vielä melko tuore käsite, sillä suurin osa tietunneleistamme on rakennettu vasta 2000-luvulla. Tietunneleiden kohdalla ohjeistuksia on alkanut vasta viime aikoina kunnolla ilmestymään ja tunneleiden eri vaiheiden käytännöt ovat myöskin alkaneet löytää paikkaansa ja vakiintumaan. Samalla myös tunnelien isännöinnin menettelytavat ja toimintaohjeet ovat vasta muotoutumassa ja jo käytössä olevien tunneleiden kohdalla opitaan koko ajan uutta. Tällä kentältä tulevalla konkreettisella tiedolla saadaan päivitettyä ohjeita sekä asiakirjoja tarkemmiksi ja niitä voidaan taas hyödyntää uusissa tunneleissa ja näin toiminta kehittyy koko ajan.

Jokainen tunneli on kuitenkin erilainen ja toteutettu aina juuri kyseisistä lähtökohdista ottaen huomioon ympäristön asettamat tekijät. Näistä syistä tunnelit usein eroavat toisistaan rakenteen sekä järjestelmien osalta ja tämä aiheuttaa haasteita kaikkia tunneleita koskevien yleisten isännöinnin ohjeiden tekemisessä, sillä ohjeet joudutaan lähtökohtaisesti laatimaan aina tunnelikohtaisesti. Tunnelin isännöinnistä on kuitenkin mahdollista tehdä yleinen ohjeistus ottamalla siinä huomioon kaikki mahdolliset tunneleissa esiintyvät rakenteet ja järjestelmät, niin kuin tässä opinnäytetyössä on ollut lähtökohtana.

Tässä opinnäytetyössä perusideana oli koota aikaisempien jo isännöitävien tunnelien materiaalien pohjalta ja muiden saatavilla olevien työtä tukevien aineistojen avulla laajempi ohjeistus tunnelien isännöinnistä kunnossapitourakassa. Haastavinta itse työssä oli isännöinnin kannalta punaisen langan koossa pitäminen, ettei työ paisuisi liikaa ja muuttuisi epäselväksi. Perustietoa tunneleista löytyi runsaasti, mutta tunnelien isännöinnistä taas niukemmin. Työn tavoitteet täyttyivät kuitenkin tarkoituksenmukaisesti sekä omalta että toimeksiantajan osalta ja aiheesta saatiin koottua selkeä kokonaisuus saatavilla olleen aineiston sekä annetun ohjeistuksen pohjalta. Omat tavoitteeni täyttyivät, kun sain työssäni tunneleista selkeän kokonaiskuvan ja syvennyin itse aiheeseen niin, että käsitykseni tunnelien isännöinnistä ja sen merkityksestä kasvoi huomattavasti.

9.2 Kehitysideoita

Tunnelin isännöinnin näkökulmasta kehitysideoita heräsi lähinnä liittyen isännöintityöhön ja sen laadukkaaseen hoitamiseen. Varsinaiset huoltotyöt ja tarkastukset ovat kuitenkin jo melko rutinoituneita ja samantapaisia toimenpiteitä kaikissa tunneleissa, joten niihin on vaikeampi löytää merkittäviä uudistuksia aineistoa tutkimalla.

Tärkeintä tunnelin isännöinnin laadukkaan onnistumisen kannalta on olla perillä isännöitävästä tunnelista, sen järjestelmien ja rakenteiden toiminnasta sekä tehtävien toimenpiteiden tarkoituksenmukaisuudesta. Isännöitsijän on siis otettava itse selvää epäselvistä asioista ja on hyvä olla mukana esimerkiksi huolloissa ja tarkastuksissa, jotta oma tietotaito lisääntyy sitä mukaan. Isännöitsijän on myös huolehdittava siitä, että oman henkilöstönsä lisäksi huoltotöitä ja muita toimenpiteitä suorittavat aliurakoitsijoiden työntekijät ovat myös yhtä lailla perehdytettyjä omiin tehtäviinsä ja tietävät näin mitä tekevät. Tällä varmistetaan se, että lopputulos on juuri halutun mukainen ja se on toteutettu oikeaoppisesti. Onkin tärkeää, että tunnelissa toimivalle henkilöstölle on tarjolla lisäkoulutusta ja harjoituksia tarpeen mukaan ammattitaidon sekä toimintavalmiuden säilyttämiseksi.

Työn aikana esiin nousi myös tunneli-isännöitsijän ja tieliikennekeskuksen yhteistyön lisääminen ja sen korostaminen. Tunneliin menemiset ja sieltä poistumiset tulisi aina ilmoittaa tieliikennekeskukseen etukäteen ja tätä tulisi korostaa entisestään aliurakoitsijoille. Tieliikennekeskukseen ilmoittamalla varmistetaan turvallinen työskentely tunnelissa ja annetaan tieliikennekeskukselle mahdollisuus tehdä tarvittavat toimenpiteet turvallisuuden parantamiseksi.

Tällä opinnäytetyöllä pyritään antamaan mahdollisimman monipuolinen kuva tunneleista ja niiden isännöinnistä. Tavoitteena olisi, että työtä pystyttäisiin hyödyntämään tulevaisuudessa esimerkiksi pohja-aineistona tunnelin isännöintiin ryhtyvien uusien henkilöiden koulutuksessa. Työtä voisi myös hyödyntää uusien tunneleiden isännöinnin aloituksessa suuntaa antavana ohjeistuksena tunnelin käyttövaiheen ohjeiden ja asiakirjojen täydentämisessä, jos esimerkiksi aikaisempaa materiaalia tunnelien isännöinnistä olisi niukasti saatavilla.

KUALUETTELO

Kuva 1. Alueurakoitsijat 1.10.2015-1.10.2016. Saatavissa:

http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/121347/Hoitourakat_kartta_01102015_kilpailutettavat.pdf/d674a30c-0699-4f72-8f8f-b974a2881bc3 [viitattu 20.11.2015].

Kuva 2. Tunneleiden turvallisuusvarustus. Saatavissa: <http://www.liikennevirasto.fi/tieverkko/turvallisuus/tunneliturvallisuus#.Vr2w2NCqIUA> [viitattu 16.12.2015].

Kuva 3. Tunneli kokonaisuus ja päärakenneosat. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-32_tunneleiden_kallioleikkausten_web.pdf [viitattu 17.12.2015].

Kuva 4. Esimerkki tunnelin poikkileikkauksesta. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-32_tunneleiden_kallioleikkausten_web.pdf [viitattu 23.12.2015].

Kuva 5. Tunnelin pituusleikkausta ja pääosien jakautumista. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-14_tietunnelin_rakennetekniset_web.pdf [viitattu 20.12.2015].

Kuva 6. Rakennetyyppikuva verhousrakenteen liittymisestä kallioon. RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 2006. Tietunnelit. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. [viitattu 22.12.2015].

Kuva 7. Suuaukkorakenne ja siihen liittyviä huomioita. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-14_tietunnelin_rakennetekniset_web.pdf [viitattu 4.1.2016].

Kuva 8. Suuaukkorakenteen poikkileikkaus. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-14_tietunnelin_rakennetekniset_web.pdf [viitattu 5.1.2016].

Kuva 9. Suuaukkorakenteen liittyminen kallion pintaan. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-14_tietunnelin_rakennetekniset_web.pdf [viitattu 5.1.2016].

Kuva 10. Tunnelissa käytössä olevia liikenne- ja opastemerkkejä. Tieliikenneasetus 5.3.1982/182.

Kuva 11. Tunnelin isännöinnin vuosikello. Petjala, T. [viitattu 9.3.2016].

LÄHTEET

ELY-keskus. Husulan ja Kolsilan tunnelit, lisäkirje nro 3 (28.3.2013). Työkohdainen tarkennus Kotkan alueurakka 2013-2020. [viitattu 28.1.2016].

ELY-keskus 2014a. Kehä I Mestarintunneli, kunnossapito-ohje 31.1.2014. Espoon alueurakka 2014-2019. [viitattu 16.1.2016].

ELY-keskus 2014b. Kehä I Mestarintunneli, turvallisuusasiakirja 31.1.2014. Espoon alueurakka 2014-2019. [viitattu 26.1.2016].

ELY-keskus 2014c. Kehä II Hiidenkallion tunneli, kunnossapito-ohje 31.1.2014. Espoon alueurakka 2014-2019. [viitattu 3.2.2016].

ELY-keskus 2014e. VT7 parantaminen moottoritieksi Haminan kohdalla. Husulan ja Kolsilan tunnelien käyttö- ja hoitoasiakirjat 13.11.2014. [viitattu 4.2.2016].

ELY-keskus 2015a. Kunnossapito. Verkkojulkaisu 15.9.2015. ELY-keskuksen internetsivut. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/kunnossapito2#.Vk8Yq-L8440> [viitattu 20.11.2015].

ELY-keskus 2015b. Talvihoito. Verkkojulkaisu 10.11.2014. ELY-keskuksen internetsivut. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/talvihoito#.VuQPBkeqmME> [viitattu 20.11.2015].

Hiidenkallion tunnelin kunnossapito-ohje: Liite 4. Hiidenkallion tunnelin laite- ja huoltokortit. [viitattu 17.3.2016].

Liikennevirasto 2011a. VT7 parantaminen moottoritieksi Haminan kohdalla. Husulan tunnelin sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien työselostus 30.6.2011. [viitattu 9.2.2016].

Liikennevirasto 2011b. VT7 parantaminen moottoritieksi Haminan kohdalla. Rakennussuunnitelman laatiminen, tunneleiden suunnitteluvaiheen turvallisuusasiakirja 30.6.2011 (Husula ja Kolsila). [viitattu 14.1.2016].

Liikennevirasto. 2013. Selvitys Tienkäyttäjän linjan ja tietyöilmoitusten käsittelyn kehittämisestä. Liikennevirasto tutkimuksia ja selvityksiä 17/2013. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-17_selvitys_tienkayttajan_web.pdf [viitattu 21.2.2016].

Liikennevirasto. 2014. Tietunneleiden hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet. Liikenneviraston ohjeita 14/2014. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-14_tietunnelien_hallinnointi_web.pdf [viitattu 1.12.2015].

Liikennevirasto. 2014. Tunneleiden ja kalliroleikkausten rakenteiden tarkastustoiminnan kehittäminen. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 32/2014. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-32_tunneleiden_kalliroleikkausten_web.pdf [viitattu 5.12.2015].

Liikennevirasto. 2015. Harjan käyttöönotto, Ismo Kohonen 14.10.2015. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/121347/Harja_kayttoonotto_Urakoitsijaseminaari.pdf/b50ef0f6-755e-40d8-98dd-63c76c40c876 [viitattu 21.2.2015].

Liikennevirasto. 2015. Tietunnelin rakennetekniset ohjeet (1.6.2015). Liikenneviraston ohjeita 14/2015. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-14_tietunnelin_rakennetekniset_web.pdf [viitattu 31.12.2015].

Liikennevirasto. 2015. Tietunnelin teknisten järjestelmien tarkastaminen. Liikenneviraston ohjeita 27/2015. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-27_tietunnelin_teknisten_web.pdf [viitattu 9.2.2016].

Liikennevirasto. 2016. Tietunnelien tarkastukset - Yleiset periaatteet ja vastuut. Liikenneviraston ohjeita 3/2016. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2016-03_tietunnelien_tarkastukset_web.pdf [viitattu 4.3.2016].

Maantielaki 23.6.2005/503. 109§ (20.7.2012/446) kolmas momentti.

NPRA Norwegian Public Roads Administration. 2004. Road Tunnels. Saatavissa: http://www.vegvesen.no/_attachment/61416/binary/14123 [viitattu 17.2.2016].

PIARC Technical Committee 5 Road Tunnels. 2007. Systems and equipment for fire and smoke control in road tunnels. Ventilation. PDF-dokumentti. Saatavilla: <http://www.piarc.org/en/order-library/5425-en-Sys->

tems%20and%20equipment%20for%20fire%20and%20smoke%20control%20in%20road%20tunnels.htm?catalog&catalog-topic=37&catalog-size [viitattu 17.2.2016].

RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 2006. Tietunnelit. Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL r.y.

Suomen Betoniyhdistys r.y. 2006. Kalliotilojen injektointi 2006 by 53.

Systemair. 2012. Road Tunnel Ventilation/Transverse Ventilation. Systemair AB:n internetsivut. Saatavissa: <https://www.systemair.com/Global/Solutions/Tunnel-and-Metro/Road-Tunnel/Transverse-Ventilation/> [viitattu 17.2.2016].

Tieliikenneasetus 5.3.1982/182.

TYL Pulteri. E18 Koskenkylä-Kotka EKM, Markkinmäen tunnelin turvallisuusasiakirja 13.8.2014. [viitattu 26.1.2016].

Työsuojeluhallinto. 2015. Rakennusala. Verkkojulkaisu 20.10.2015. Työsuojeluhallinnon internetsivut. Saatavissa: <http://www.tyosuoja.fi/tyoolot/rakennusala> [viitattu 7.3.2016].

Virveverkko. 2016. Suomen Virveverkko Oy:n internetsivut. Saatavissa: <http://www.virveverkko.fi> [viitattu 9.2.2016].

YIT Oyj 2015a Kunnossapito. Verkkojulkaisu 30.10.2015. YIT Oyj:n internetsivut. Saatavissa: http://www.yit.fi/yit_fi/Infrapalvelut/Kunnossapito [viitattu 18.11.2015].

YIT Oyj 2015b Kunnossapito: Tiet ja kadut. Verkkojulkaisu 23.10.2015. YIT Oyj:n internetsivut. Saatavissa: http://www.yit.fi/yit_fi/Infrapalvelut/Kunnossapito/tiet-ja-kadut/espoo# [viitattu 20.11.2015].

YIT Oyj 2015c YIT:n arvot. Verkkojulkaisu 9.12.2013. YIT Oyj:n internetsivut. Saatavissa: http://www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/Toihin_YITlle/Miksi_YIT_ille/yit-arvot [viitattu 14.11.2015].

YIT Oyj 2015d YIT lyhyesti. Verkkojulkaisu 12.10.2015. YIT Oyj:n internetsivut. Saatavissa: http://www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/Perustietoa_YITsta/YIT%20lyhyesti [viitattu 14.11.2015].

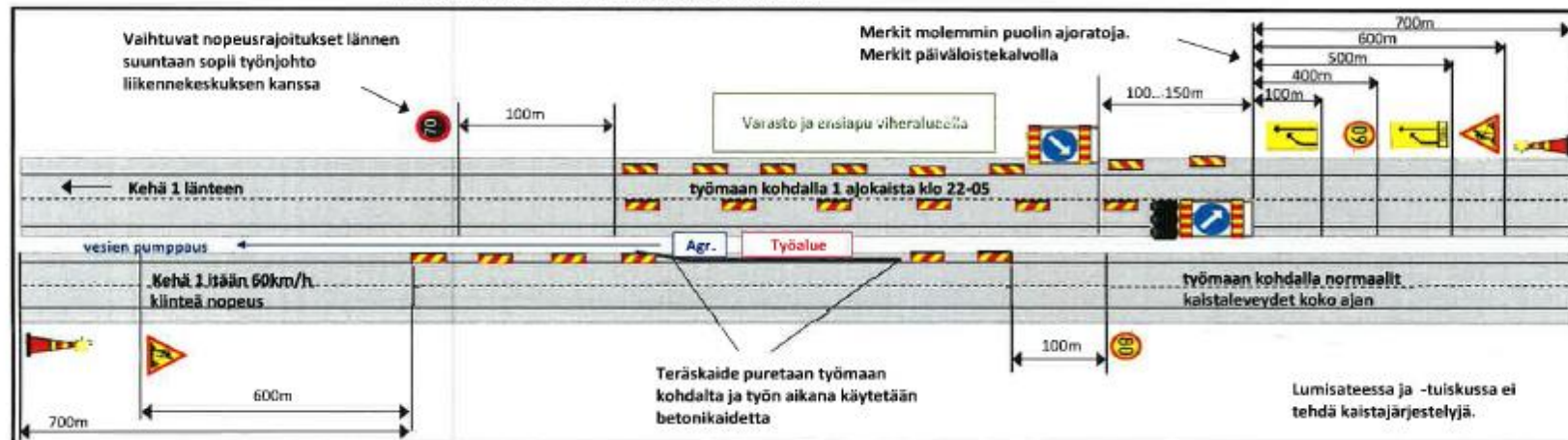
TEN-verkko



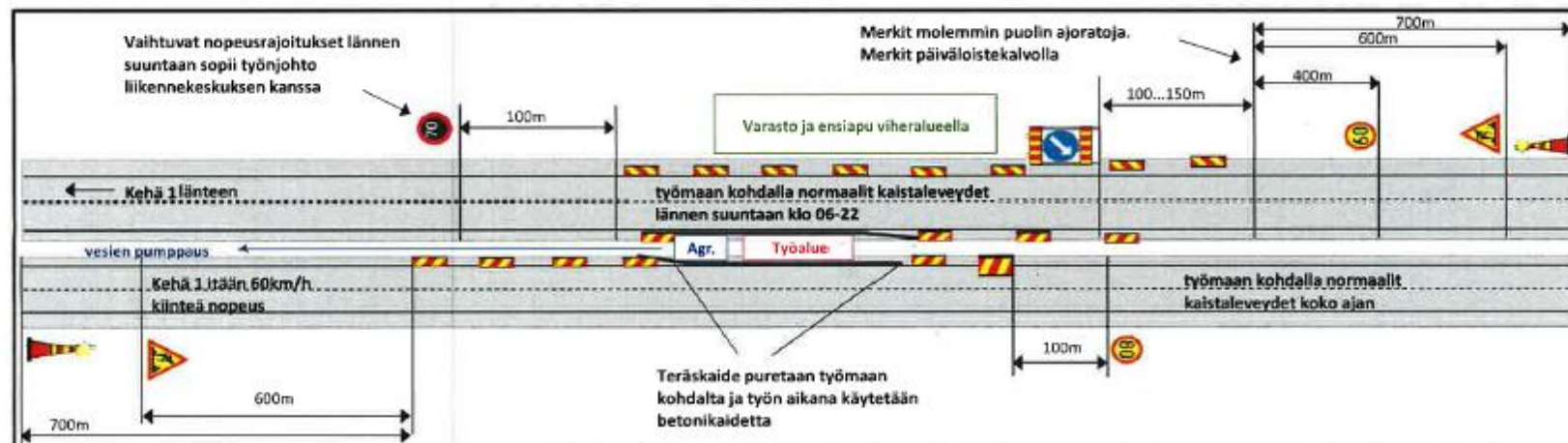
TYÖNAIKAINEN LIIKENTEENOHJAUSSUUNNITELMA PORTAALIN KORJAUKSEN AIKANA

MH/ 3.12-14

LIIKENTEENOHJAUS YÖLLÄ KLO 22 - 05 KUN TYÖSKENNELLÄÄN



LIIKENTEENOHJAUS KLO 05 - 22 KUN EI LIKENNettä HÄIRITSEVÄÄ TYÖTÄ



Huoltokortti 8: Muuttuva nopeusrajoitus- ja varoitusmerkki E111/E112

Huolto 1: Huoltoväli 6 kk	Lamppuvikailmoitusjärjestelmän tarkastus. Teholähteiden kunnon ja jännitetasojen tarkastus. Lämmittimen toiminnan ja säätöjen tarkastus Etulevyn pesu ja kunnon tarkastus. Näyttökotelon kunnon ja tiiveyden tarkastus sekä imurointi. Suuntauksen silmämääräinen tarkastus. Valoanturin puhdistus ja (valovoiman) tarkastus. Lukkojen ja lukituslaitteiden tarkastus ja rasvaus. Ylijännitesuojien tarkastus.	HUOM.
Huolto 2: huoltoväli 12 kk:	Huolto 1 töiden lisäksi: Kuituoptiikan päälamppujen vaihto (ryhmävaihto). Liittimien tarkastus/kristys (kotelossa ja pylväillä). Ohjauskortin toiminnan tarkastus. Laitteiden kiinnityksien tarkastus. Valokuitujen päiden kiinnityksien tarkastus. Kotelon tiivisteiden tarkastus ja silikoonaus.	
Mahdolliset vikatilanteet:	Lamppuviat. Opasteen ohjauskortin viat. Ylijännitesuojaviat. Ohjauslogiikan viat (ALA 2).	
Vasteajat:	Normaalisti korjaustyöt aloitettava seuraavana työpäivänä. Kiireellisissä tapauksissa työt aloitettava 1 vrk kuluessa. Rikkoutuneiden päälamppujen vaihto 1 viikon kuluessa.	
Varaosat:	Ei ole hankittu varaosapakettia.	
Päivystys:	Päivystys, liikennekeskus	
Muuta:		
Pvm.	Päivitys	kuittaus

Laitekuvauskortti 7: Liikenteen mittauslaitteet, mittauspisteet MP1-MP4

Sijainti:	Hiidenkallion huoltorakennus. Lisäksi liikenteenmittausjärjestelmän käyttöliittymäohjelmisto asennettuna myös Pasilan liikennekeskukseen.	HUOM.
Kokoonpano:	-Liikenteenmittauslaitteisto (ALA 3): Weiss 19" rack 2kpl Weiss SM2010 CPU-kortti 1kpl Weiss EAK2010 1kpl Weiss MC2014 ilmaisinkortti 8kpl Weiss PS2100 tehohähdkekortti 1kpl -Mittauspisteet: MP1 3x2kpl ilmaisinsilmukoita / TLS tyyppi 1 MP2 4x2kpl ilmaisinsilmukoita / TLS tyyppi 1 MP3 4x2kpl ilmaisinsilmukoita / TLS tyyppi 1 MP4 4x2kpl ilmaisinsilmukoita / TLS tyyppi 1 Silmukkavälikaapelit A2YF 2Y 10x2x0,8 StIII -Liikenteenmittausjärjestelmän PC: Compaq Deskpro EP6500+ -Liikennetiedon keru- ja käyttöliittymäohjelmisto Weiss TDM 3.0 (Traffic Data Manager)	
Laitetoimittaja / Valmistaja:	-Liikenteenmittauslaitteisto: Sabik Oy / Weiss Electronic GmbH -Liikenteenmittausjärjestelmän PC: InMics Ky -Liikennetiedon keru- ja käyttöliittymäohjelmisto Sabik Oy / Weiss Electronic GmbH	
Liittymiset:		
Arkisto:	Uudenmaan ELY-keskus, Pasila	
Yhteyshenkilöt:	Päivystys, liikennekeskus	
Avaimet:		
Pvm.	Päivitys	kuittaus



YIT Rakennus Oy

Työn turvallisuussuunnitelma

1 (1)

TYÖN TURVALLISUUSSUUNNITELMA

Työntekijät ja työnjohto tekevät yhdessä työn turvallisuussuunnitelman ennen työn aloittamista.

Osallistujat ovat kukin osaltaan vastuussa tämän työtehtävän turvallisesta toteuttamisesta. Työnjohtaja vastaa, että tässä sovitut asiat käydään läpi uusien työntekijöiden kanssa.

TYÖMAA		TYÖMAAN OSOITE	
TYÖTÄ JOHTAA			
MITÄ TYÖSSÄ TEHDÄÄN			
ARVIOINTIIN OSALLISTUJAT			
LUETTELE TÄMÄN TYÖN JOKAINEN TYÖVAIHE JA SIIHEN LIITTYVÄ TAPA TURMAN VAARA			
Työvaihe		Tapaturman vaara	
OLOSUHITEIDEN AIHEUTTAMAT VAARAT (esim. ympäristö, valaistus, säättilä, melu)			
TARVITTAVAT TOIMENPITEET VAAROJEN POISTAMISEKSI			
TYÖSSÄ KÄYTTÄVÄT HENKILÖNSUOJAIMET, TYÖTASOT JA KULKUTIET SEKÄ TYÖVÄLINEIDEN TURVALLISUUS			
LISÄKSI			OK?
Onko työryhmä perehtynyt suunnitelmiin ja ohjeisiin?			
Onko tämä turvallisuussuunnitelma käyty läpi kaikkien työtä aloittavien työntekijöiden kanssa?			
Muuta:			
SITOUTUMINEN TURVALLISEEN TYÖHÖN			
_____ p. _____		_____ p. _____	

